

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Заступник керівника

(проректор з науково-педагогічної роботи)

 М.В. Афанасьєв



Технічна механіка

робоча програма навчальної дисципліни

Галузь знань
Спеціальність
Освітній рівень
Освітня програма

18 Виробництво та технології
186 Видавництво та поліграфія
перший (бакалаврський)
Технологія електронних мультимедійних видань;
Комп'ютеризовані технології та системи видавничо-
поліграфічних виробництв

Вид дисципліни
Мова викладання, навчання та оцінювання

базова
українська

Завідувач кафедри
природоохоронних технологій, екології та БЖД



Буц Ю.В.

Харків
ХНЕУ ім. С. Кузнеця
2019

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні кафедри природоохоронних технологій, екології та БЖД
Протокол № 1 від 21.08.2019 р.

Розробники:

Новіков Федір Васильович, д.т.н., проф. кафедри природоохоронних техноло-
гій, екології та БЖД

**Лист оновлення та перезатвердження
робочої програми навчальної дисципліни**

Навчальний рік	Дата засідання кафедри – розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри

1. Вступ

Анотація навчальної дисципліни:

При проектуванні та виробництві машин та систем завжди виникає питання розрахунку їх елементів конструкцій на міцність, жорсткість і стійкість, а також питання вибору оптимальних параметрів елементів конструкцій з погляду зниження витрат матеріалів при забезпеченні їх надійності та довговічності. Це потребує застосування законів технічної механіки (що включає теоретичну механіку, опір матеріалів та деталі машин) для вирішення поставлених задач. Тому вивчення навчальної дисципліни має важливе практичне значення для підготовки фахівців, які будуть займатися проектуванням та виготовленням різних механічних систем.

Програма навчальної дисципліни "Технічна механіка" передбачає вивчення основних положень статичної, кінематичної та динамічної механіки, загальних законів руху і рівноваги матеріальних тіл, визначення реакції опор та механічних напружень в елементах конструкцій при їх розтяганні, стиску, вигині та крутінні, основ розрахунку елементів конструкцій на міцність, жорсткість і стійкість, основ проектування й конструювання деталей і вузлів машин. Отримані студентами знання по даній навчальній дисципліні необхідні для подальшого вивчення спеціальних технічних навчальних дисциплін.

Мета навчальної дисципліни:

Метою викладання даної навчальної дисципліни є вивчення загальних законів руху та рівноваги матеріальних точок і тіл під дією прикладених до них сил для формування у студентів теоретичних знань і практичних навичок, необхідних для розрахунку елементів конструкцій машин на міцність, жорсткість і стійкість при різних видах деформацій та проектування й конструювання деталей і вузлів машин.

Курс	2	
Семестр	3	
Кількість кредитів ECTS	5	
Аудиторні навчальні заняття	лекції	30
	лабораторні	30
Самостійна робота	90	
Форма підсумкового контролю	іспит	

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни:

Попередні дисципліни	Наступні дисципліни
Базові знання з предметів середньої освіти	Видавничо-поліграфічні матеріали та обладнання
	3D-графіка
	Інженерна та комп'ютерна графіка
	Технології поліграфічного виробництва
	Видавничо-поліграфічні матеріали

2. Компетентності та результати навчання за дисципліною:

Компетентності	Результати навчання
<p>Здатність виявляти типи зв'язків і напрямки їхніх реакцій та визначати умови рівноваги плоскої системи сил, що сходяться, та плоскої й просторової систем довільно розташованих сил, положення центра ваги плоских перетинів, складених із простих геометричних фігур</p>	<p>Знати основні поняття та аксіоми статички, загальні закони рівноваги матеріальних точок і твердих тіл. Вміти визначати рівнодіючу та урівноважуючу сили за принципом паралелограма. Знати принцип інерції, принцип рівності двох сил, принцип дії і протидії</p>
	<p>Знання поняття зв'язку і реакції зв'язку. Вміти визначати реакції різних типів зв'язків. Знати умови рівноваги тіл. Вміти складати рівняння рівноваги плоскої та просторової систем сил, що сходяться, а також плоскої та просторової системи довільно розташованих сил. Умови тертя</p>
	<p>Знання поняття балки та типів балкових опор. Визначення реакцій балкових опор з використанням рівнянь рівноваги плоскої і просторової систем довільно розташованих сил</p>
	<p>Знання поняття сили ваги і центра ваги. Знання формул для визначення центра ваги простих геометричних фігур, складних перетинів і фігур прокатних профілів. Вміти визначати центри ваги твердого тіла, центри ваги об'єму, площі та лінії</p>
<p>Здатність визначати рухи твердого тіла з суто геометричної сторони, без урахування сил, що можуть змінити характеристики механічного руху, та під дією сил з урахуванням сили інерції, визначати роботу й потужність при поступальному й обертальному русі.</p>	<p>Знання векторного та природного способів задачі руху точки по траєкторії. Знання законів поступального та обертального рухів твердого тіла. Вміти будувати кінематичні графіки механічного руху без урахування причин, які їх викликають. Вміти визначати відстані, швидкості, прискорення при русі точки по заданій траєкторії</p>
	<p>Знання абсолютного і відносного рухів точки, переносного руху. Вміти визначати кутове переміщення, кутову швидкість, кутове прискорення твердого тіла при його обертальному русі. Вміти визначати переміщення, швидкості та прискорення при складному русі точки</p>
	<p>Знання основних аксіом та теорем динаміки. Знати та вміти застосовувати сили інерції, принцип Даламбера і рівняння кінетостатики для розв'язання задач динаміки. Вміти розв'язувати задачі по визначенню роботи при поступальному та обертальному русі тіл</p> <p>Знання понять: механічної потужності при поступальному й обертальному русі, коефіцієнта корисної дії машин і механізмів, кількості руху матеріальної точки, кінетичної енергії твердого тіла. Знання теорем про зміну кількості руху механічної системи, про зміну моменту кількості руху точки, про зміну кінетичної енергії механічної системи. Вміти розв'язувати задачі по визначенню потужності при поступальному і обертальному русі тіл, а також по визначенню руху невільної матеріальної точки з використанням теорем динаміки</p>

<p>Оволодіння теоретичними основами і практичними методами розрахунків на міцність, жорсткість і стійкість елементів конструкцій і машин при різних видах деформацій</p>	<p>Володіти методами розрахунку, які повинні забезпечувати надійність роботи конструкцій і поєднуватися з принципом економічності її виготовлення й експлуатації. Знання основних понять опору матеріалів. Розуміння позовжньої й поперечної деформації, закону Гука, умов міцності при розтяганні та трьох видів розрахунків на міцність. Вміти будувати епюри позовжніх сил і нормальних напружень у стрижні при розтяганні та стиску</p> <p>Знання особливостей деформації вигину, розподілу напружень при прямому поперечному вигині. Вміти будувати епюри поперечних сил і вигинних моментів у балці при її прямому поперечному вигині. Вміти розраховувати на міцність й жорсткість при вигині балки та при спільній дії вигину й крутінні за гіпотезами міцності</p> <p>Знання поняття позовжнього вигину, критичної сили та втрати стійкості для ідеального стрижня. Знання задачі Ейлера й умов стійкості стрижня, виражених коефіцієнтом стійкості, що допускається, та межею пропорційності. Вміти розраховувати критичне напруження стиснутого стрижня за умови його стійкості</p>
<p>Розуміння методів створення сучасних механізмів і передач, високоякісних матеріалів і деталей та оволодіння сучасними підходами до розрахунку складних систем і елементів раціонального проектування конструкцій</p>	<p>Знання поняття «деталі машин». Знання призначення, застосування та класифікації механічних передач. Володіти основами розрахунку деталей машин та вибору напружень, що допускаються, і коефіцієнтів запасів міцності в машинобудуванні при статичних і перемінних навантаженнях. Знання машинобудівних матеріалів та їх властивостей, технологічних вимог, пропонованих до деталей машин, ролі економічних факторів у машинобудуванні, основних напрямків підвищення надійності й довговічності деталей машин</p> <p>Знання деталей обертання, роз'ємних та нероз'ємних з'єднань. Вміти виконувати перевірочні розрахунки з'єднань та виконувати геометричні і кінематичні розрахунки передач. Вміти визначати моменти на відомому валу за його кутовою швидкістю через момент на ведучому валу і його швидкістю</p> <p>Знання стандартизації в машинобудуванні та її призначення. Вміти визначати поля допусків і посадок циліндричних і плоских з'єднань. Вміти застосовувати засоби для лінійних вимірів елементів деталей</p>

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Статика. Закони рівноваги. Кінематика. Закони руху без урахування причин. Динаміка. Закони руху з урахуванням причин

Тема 1. Основні поняття статички. Основні аксіоми статички

1.1. Матеріальна точка

Вивчення загальних законів рівноваги матеріальних точок і твердих тіл. Умовно прийняте тіло, розмірами якого можна знехтувати в порівнянні з відстанню, на якому воно знаходиться.

1.2. Абсолютно тверде тіло.

Умовно прийняте тіло, яке не деформується під дією зовнішніх сил.

1.3. Сила.

Взаємодія між тілами. Три фактори сили, що характеризують дію: точка дотику, напрямок, чисельне значення.

1.4. Система сил.

Сукупність усіх сил, діючих на тіло.

1.5. Еквівалентні системи сил.

Сили або системи сил, що виконують на тіло однакову дію.

1.6. Рівнодіюча сила.

Геометрична сума всіх сил, що діють на тіло. Сила, що надає дію на тіло, як кілька сил, узятих разом.

1.7. Урівноважуюча сила.

Сила, рівна за величиною рівнодіючій силі, а за напрямом – в протилежну сторону.

1.8. Принцип інерції.

Матеріальна точка знаходиться в рівновазі, якщо рівнодіюча всіх сил, що діють на неї, дорівнює нулеві.

1.9. Принцип рівності двох сил.

Дві сили, діючі на одне тіло, є взаємоурівноважуючими, рівними за величиною, протилежними за напрямом і лежать на одній площині.

1.10. Принцип приєднання і виключення взаємоурівноважуючих сил.

Механічний стан тіла при приєднанні або виключення взаємоурівноважуючих систем сил.

1.11. Принцип паралелограма.

Рівнодіючі двох сил, що прикладені до тіла в одній точці і під кутом одна до одної, дорівнюють геометричній сумі цих сил. Діагональ паралелограма побудована на цих силах, як на сторонах.

1.12. Принцип дії і протидії.

Сили, з якими два тіла діють один на одного, рівні за величиною, протилежні за напрямом і лежать на одній прямій.

Лабораторне заняття 1

1. Загальні закони рівноваги матеріальних точок та твердих тіл.

2. Вивчення основних аксіом статички.

Тема 2. Зв'язки і їх реакції. Системи сил і умови їх рівноваги

2.1. Вільне і невільне тіло.

Поняття вільного і невільного тіла.

2.2. Поняття зв'язку і реакції зв'язку.

Тіла, що перешкоджають руху інших тіл. Сили, що діють на тіло, перешкоджаючи його руху.

2.3. Типи зв'язків і напрямки їхніх реакцій.

Шість основних типів зв'язків: у виді гладких поверхонь; у виді шорсткуватої поверхні; у виді прямого жорсткого стрижня із шарнірним закріпленням кінців; у виді точкової опори; у виді ребра двогранного кута; у виді гнучкого зв'язку.

2.4. Плоска система сил, що сходяться. Умова рівноваги.

2.5. Момент сили відносно точки. Плоска система пар сил. Умова рівноваги.

2.6. Плоска система довільно розташованих сил. Умова рівноваги.

2.7. Просторова система сил.

2.8. Тертя. Сила тертя. Коефіцієнт тертя ковзання. Тертя катання.

Лабораторне заняття 2

1. Визначення реакцій різних типів зв'язків.

2. Рішення рівнянь плоскої системи сил, що сходяться. Рішення рівнянь рівноваги просторової системи сил, що сходяться.

Тема 3. Балкові опори і їхні реакції

3.1. Поняття балки

Елементи конструкцій, довжина яких більше поперечних розмірів. Розрахунок балок на міцність при вигині. Реакція з боку опор балок.

3.2. Типи балкових опор.

Типи: шарнірно – рухома; шарнірно – нерухома; із жорстким защемленням або закладенням. Визначення складових реакцій.

Лабораторне заняття 3

1. Визначення реакцій балкових опор з використанням рівнянь рівноваги плоскої і просторової систем довільно розташованих сил.

Тема 4. Центри ваги

4.1. Поняття сили ваги і центра ваги.

Сила, з яким тіло притягається до землі. Точка дотику сили ваги. Способи визначення положення центрів ваги тіл.

4.2. Формули для визначення центра ваги простих геометричних фігур, складених перетинів і фігур прокатних профілів.

Центр ваги твердого тіла та формули для визначення його координат. Центр ваги об'єму, площі та лінії. Способи визначення положення центрів ваги тіл.

Лабораторне заняття 4

1. Визначення положення центра ваги плоских перетинів, складених із простих геометричних фігур і профілів стандартного прокату.

Тема 5. Основні поняття кінематики. Кінематика точки. Найпростіші рухи твердого тіла

5.1. Введення в кінематику.

Предмет кінематики. Простір і час у класичній механіці. Відносність механічного руху. Система відліку. Задачі кінематики.

5.2. Векторний спосіб задачі руху точки.

Траєкторія точки. Швидкість точки, як похідна від її радіуса – вектора за часом. Прискорення точки, як похідна від вектора швидкості за часом. Координатний спосіб задачі руху точки в прямокутних декартових координатах. Визначення траєкторії точки. Визначення швидкості та точки за її проекціями на координатні осі.

5.3. Природний спосіб задачі руху точки.

Осі природного тригранника. Алгебраїчна величина швидкості точки. Визначення прискорення точки за його проекціями на осі природного тригранника: дотичне і нормальне прискорення точки.

5.4. Поступальний і обертальний рухи твердого тіла.

Поступальний рух твердого тіла. Теорема про траєкторії, швидкості й прискорення точок твердого тіла при поступальному русі.

5.5. Обертання твердого тіла навколо нерухомої осі.

Рівняння (закон) обертального руху твердого тіла. Кутова швидкість і кутове прискорення тіла. Швидкість і прискорення точки твердого тіла, що обертається навколо нерухомої осі. Вектор кутової швидкості тіла.

Лабораторне заняття 5

1. Побудова кінематичних графіків механічного руху без урахування причин, які їх викликають.

2. Визначення відстані, швидкості, прискорення при русі точки по заданій траєкторії.

Тема 6. Складний рух точки. Плоскопаралельний рух твердого тіла

6.1. Абсолютний і відносний рух точки; переносний рух.

6.2. Теорема про додавання прискорень при переносних поступальних і переносному обертальному рухах.

6.3. Плоскопаралельний (плоский) рух твердого тіла. Плоский рух твердого тіла і рух плоскої фігури в її площині. Рівняння рухів плоскої фігури.

6.4. Визначення швидкості будь-якої точки фігури як геометричної суми швидкості полюса і швидкості цієї точки при обертанні фігури (тіла).

6.5. Миттєвий центр швидкостей. Визначення швидкостей точок плоскої фігури за допомогою миттєвого центра швидкостей.

Лабораторне заняття 6

1. Визначення кутового переміщення, кутової швидкості, кутового прискорення твердого тіла при його обертальному русі.

2. Визначення переміщення, швидкості та прискорення при складному русі точки

Тема 7. Основні аксіоми динаміки. Робота при поступальному й обертальному русі

7.1. Аксіоми динаміки.

Введення в динаміку. Предмет динаміки. Основні поняття і визначення: маса, матеріальна точка, сила. Закони механіки Галілея - Ньютона. Інерційна система відліку. Аксіоми динаміки. Принцип інерції. Основний закон динаміки. Принцип незалежності дії сил. Принцип дії і протидії.

7.2. Сила інерції.

Момент інерції твердого тіла відносно осі; радіус інерції. Момент інерції тіла відносно площини і полюса. Теорема про моменти інерції відносно паралельних осей. Приклади обчислення моментів інерції; моменти інерції однорідного тонкого стрижня, тонкого круглого кільця або циліндра або круглого диска.

7.3. Принцип Даламбера і рівняння кінетостатики.

Принцип Даламбера для матеріальної точки. Принцип Даламбера для механічної системи. Приведення сил інерції точок твердого тіла до центра; головний вектор і головний момент сил інерції.

7.4. Робота постійної сили при поступальному русі. Робота сили ваги, сили пружності і сили тертя.

Елементарна робота сили; аналітичне вираження елементарної роботи. Робота сили на кінцевому переміщенні точки. Теорема про зміну кінетичної енергії матеріальної точки.

7.5. Робота постійної сили при обертальному русі тіла.

Диференціальне рівняння обертання твердого тіла навколо нерухомої осі. Формула для визначення роботи постійної сили при обертальному русі.

Лабораторне заняття 7

1. Побудова кінематичних графіків механічного руху із врахуванням причин, які їх викликають
2. Рішення задач по визначенню роботи при поступальному і обертальному русі тіл

Тема 8. Механічна потужність при поступальному й обертальному русі.

Теореми динаміки

8.1. Поняття потужності.

Формули для визначення потужності. Елементарна робота в одиницю часу в узагальнених координатах.

8.2. Потужність при поступальному русі.

Потужність сил, що прикладені до твердого тіла.

8.3. Потужність при обертальному русі тіл.

Потужність сил, прикладених до твердого тіла, що обертається навколо нерухомої осі.

8.4. Коефіцієнт корисної дії (ККД) машин і механізмів.

8.5. Кількість руху матеріальної точки.

Кількість руху механічної системи; його вираження через масу системи і швидкість її центра мас. Теорема про зміну кількості руху механічної системи. Закон збереження кількості руху механічної системи.

Теорема про зміну моменту кількості руху. Момент кількості руху матеріальної точки відносно центра і відносно осі. Теорема про зміну моменту кількості руху точки.

8.6. Головний момент кількості руху або кінетичний момент механічної системи відносно осі.

Кінетичний момент обертання твердого тіла відносно осі обертання. Теорема про зміну кінетичного моменту механічної системи. Закон збереження кінетичного моменту механічної системи.

Кінетична енергія твердого тіла при поступальному русі, при обертанні навколо нерухомої осі і при плоскопаралельному русі тіла. Теорема про зміну кінетичної енергії механічної системи.

Лабораторне заняття 8

1. Рішення задач по визначенню потужності при поступальному і обертальному русі тіл
2. Рішення задач по визначенню руху невільної матеріальної точки з використанням теорем динаміки.

Змістовий модуль 2. Опір матеріалів. Деталі машин

Тема 9. Основні поняття опору матеріалів. Розтягання і стиск

9.1. Метод перетинів. Внутрішні силові фактори (ВСФ).

Ціль курсу "Опір матеріалів", місце курсу серед інших дисциплін. Основні визначення. Реальний об'єкт – розрахункова схема. Метод перетинів. Внутрішні силові фактори в поперечному перерізі стрижня і відповідні їм види деформації.

9.2. Напруження: нормальне дотичне, повне дійсне (робоче), граничне, що допускається.

Внутрішні сили. Напруження, нормальне і дотичне напруження, поняття про напружений стан у точці. Принцип незмінюваності початкових розмірів.

9.3. ВСФ і розподіл напруження при розтяганні. Епюри поздовжніх сил і нормальних напружень.

Внутрішні силові фактори в стрижні при центральному розтяганні – стиску. Нормальна сила, нормальні напруження у поперечних перетинах. Гіпотеза плоских перетинів. Техніка побудови епюр в стрижні за силовим навантаженням.

9.4. Поздовжня і поперечна деформація. Закон Гука.

Поздовжні і поперечні деформації, коефіцієнт Пуассона. Закон Гука при одноосовому розтяганні – стиску. Переміщення поперечних перетинів стрижня і його поздовження. Потенційна енергія деформації.

9.5. Умова міцності при розтяганні і три види розрахунків на міцність.

Напруження в похилих перетинах стрижня при розтяганні – стиску. Механічні характеристики матеріалу. Пластичні та крихкі матеріали.

Розрахунок на міцність за напруженням, що допускається. Нормативний коефіцієнт запасу міцності, умова міцності. Проектний розрахунок, визначення навантаження, що допускається. Перевірочний розрахунок, фактичний запас міцності. Розрахунок на жорсткість. Умова жорсткості.

Лабораторне заняття 9

1. Іспит на розтягання пластичного матеріалу. Експериментальне визначення механічних характеристик матеріалів при центральному розтяганні – стиску. Діаграма умовна і справжня.

2. Механічні характеристики матеріалу. Пластичні і крихкі матеріали. Закон розвантаження і повторного навантаження. Вплив температури на механічні характеристики

3. Техніка побудови епюр у стрижні при силовому навантаженні, використання диференціальних залежностей. Статично визначені і статично невизначені задачі на розтягання-стиск.

4. Іспит на стиск пластичних і крихких матеріалів

Тема 10. Зріз і зминання. Крутіння

10.1. ВСФ при зрізі і зминанні. Розподіл напружень за перетинами.

Явище зрізу. Чистий зріз. Аналіз напруженого стану при чистому зрізі. Розрахунок елементів конструкцій на зріз.

10.2. Практичні розрахунки на міцність при зрізі і зминанні різних елементів конструкції, що служать для з'єднання деталей.

Явище втоми. Цикл напружень і границя витривалості.

10.3. ВСФ при крутінні і розподіл напружень.

Внутрішні силові фактори при крутінні. Класифікація поперечних перерізів стрижнів. Крутіння стрижнів круглого і кільцевого поперечних перерізів. Крутіння стрижня тонкостінного замкнутого поперечного перерізу. Крутіння стрижня суцільного прямокутного перетину.

10.4. Умова міцності при крутінні і три види розрахунків на міцність.

Узагальнені формули для розрахунку стрижнів на крутіння. Диференціальні й інтегральні залежності при крутінні, техніка побудови епюр для стрижня. Розрахунки на міцність при крутінні: перевірочний, проектний, перевірко-уточнений.

10.5. Умова жорсткості при крутінні і три види розрахунків на жорсткість.

Критерії раціональності форми поперечних перерізів при крутінні. Потенційна енергія деформації. Розрахунки на жорсткість при крутінні.

Лабораторне заняття 10

1. Геометричні характеристики плоских фігур (визначення центра ваги, головних центральних осей, головних центральних моментів інерції для складних фігур з віссю симетрії і несиметричних фігур).

2. Диференціальні й інтегральні залежності при крутінні, техніка побудови епюр для стрижня. Крутіння статично визначеного і статично невизначеного стрижня.

Тема 11. Вигин. Вигин і крутіння

11.1. Особливості деформації вигину.

Види вигину стрижня.

11.2. ВСФ при вигині. Епюри поперечних сил і вигинних моментів при прямому поперечному і чистому вигині.

Внутрішні силові фактори і диференціальні залежності при прямому поперечному вигині. Техніка побудови епюр внутрішніх силових факторів у балках. Дотичні напруження в балках тонкостінного поперечного перерізу. Центр вигину. Правила знаків для вигинних моментів.

11.3. Розподіл напружень при прямому поперечному вигині.

Нормальні напруження при чистому вигині. Нормальні і дотичні напруження при прямому поперечному вигині.

11.4. Розрахунки на міцність при вигині.

Розрахунки на міцність при вигині. Критерій раціональності форми поперечного перетину балки за міцністю. Потенційна енергія деформації балки при вигині. Визначення переміщень при вигині.

11.5. Умова жорсткості при вигині.

Обчислення коефіцієнту жорсткості і піддатливості для балок. Розрахунок на жорсткість. Критерій раціональності форми поперечного перерізу за жорсткістю.

11.6. ВСФ при спільній дії вигину і крутіння, розрахунки за гіпотезами міцності.

Складний вид деформації при спільній дії вигину і крутінні валів. Принципова схема побудови теорії міцності.

Лабораторне заняття 11

1. Визначення переміщень і напружень у статично визначених балках при вигині.
2. Косий вигин і позацентрове розтягання – стиск. Іспит консольної балки на косий вигин. Іспит сталевого бруса при позацентровому стиску.

Тема 12. Стійкість стиснутих стрижнів

12.1. Поздовжній вигин. Критична сила.

Поняття втрати стійкості для ідеального стрижня. Критична сила. Задача Ейлера.

12.2. Умова стійкості, виражена через коефіцієнт стійкості, що допускається.

Робочий коефіцієнт стійкості. Напруження, що допускаються, на стійкість.

12.3. Критичне напруження. Умова стійкості, виражена через межу пропорційності.

Межі застосовності формули Ейлера. Стійкість стиснутих стрижнів за межами пропорційності. Залежність критичних напружень від гнучкості.

Лабораторне заняття 12

1. Експериментальна перевірка теорії пружного поздовжнього вигину.
2. Іспит прямого стрижня на стійкість у стадії пластичного деформування

Тема 13. Основні поняття в деталях машин. Передачі

13.1. Поняття деталі, механізму, машини.

Основи розрахунку деталей машин. Основні характеристики і параметри машин.

13.2. Вимоги до машин і деталей.

Основні вимоги до проектування і виготовлення машин і деталей: міцність, довговічність, економічність і безпека при обслуговуванні й експлуатації. Підвищення коефіцієнта корисної дії, продуктивності і надійності при значному зниженні маси машин.

13.3. Вибір напружень, що допускаються.

Вибір напружень, що допускаються, і коефіцієнтів запасів міцності в машинобудуванні при статичних і перемінних навантаженнях. Оцінювання величини і характеру діючих навантажень.

13.4. Матеріали, що застосовуються в машинобудуванні.

Чорні метали – основний матеріал для виготовлення деталей. Вуглецеві сталі. Леговані сталі. Чавун. Кольорові метали і їхні сплави. Застосування дерева, пластмас,

гуми, скла. Критерії вибору матеріалу.

13.5. Призначення, застосування і класифікація механічних передач.

Роль передач у машинобудуванні. Механічні передачі. Електричні передачі. Функції передач.

13.6. Зубчаста передача: пристрій, принцип дії, достоїнства і недоліки. Прямозуба передача: розрахунок на міцність. Косозуба передача. Шевронна передача. Конічна передача.

Передатна потужність і передатні відношення.

13.7. Передача гвинт – гайка і її характеристики.

Основне призначення, достоїнства, недоліки, характерні області її застосування. Конструкція гвинтів, гайок і їхній матеріал. Різьблення. Розрахунок гвинта і гайки.

13.8. Черв'ячна передача: кінематичний і геометричний розрахунок, розрахунок на контактну міцність.

Пристрої циліндричних і глобоїдних черв'ячних передач. Переваги, недоліки, область застосування. Конструкція черв'яків і черв'ячних коліс. Явище самогальмування.

13.9. Фрикційна передача: кінематичний і геометричний розрахунок.

Призначення фрикційних передач, їх достоїнства і недоліки. Передачі циліндричні. Фрикційні варіатори.

13.10. Пасова передача: кінематичний і геометричний розрахунок плоскоремінних і клиноремінних передач.

Матеріали і конструкції ременів. Типи стандартних ременів. Розрахунок ременів за тяговою здатністю їх на довговічність.

13.11. Ланцюгова передача: пристрій і порядок розрахунку.

Класифікація приводних ланцюгів за ДСТ. Існуючі конструкції. Переваги, недоліки й область застосування різних типів ланцюгів.

Лабораторне заняття 13

1. Класифікація механізмів, вузлів і деталей машин. Основи проектування і методика конструювання механізмів і машин, стадії розробки.

2. Вимоги до деталей машин, критерії працездатності і фактори, що впливають на них. Техніко-економічні характеристики, області раціонального застосування.

3. Структурний і кінематичний аналіз механізмів машин

4. Механічні передачі тертям і зачепленням: зубцюваті, черв'ячні, планетарні, хвильові, рейкові, фрикційні, ремінні, ланцюгові, передачі гвинт – гайка.

5. Класифікація передач, структурні схеми, порівняльні характеристики, параметри, критерії працездатності. Розрахунки передач на міцність

Тема 14. Деталі обертання. З'єднання

14.1. Вали й осі: класифікація і розрахунки на міцність.

Призначення, конструкція, матеріали осей і валів. Цапфи і п'яти осей і валів. Різновиди й області застосування. Розрахунки осей і валів за номінальним напруженням, на витривалість, на жорсткість і на критичне число обертів.

14.2. Підшипники: пристрій і порівняльна характеристика підшипників ковзання і підшипників кочення.

Основні типи й область застосування. Матеріали вкладишів корпусів підшипників ковзання. Матеріали деталей підшипників кочення. Достоїнства і недоліки підшипників ковзання і підшипників кочення.

14.3. Муфти: призначення і класифікація.

Класифікація муфт, їхня конструкція, основи вибору типу муфт: глухих, рухливих, зчіпних, обгінних, відцентрових комбінованих, гідравлічних і спеціальних.

14.4. Рознімні з'єднання: шпонкові, шліцьові, штифтові і клинові, різьбові.

Конструкції рознімних з'єднань. Призначення шпонки. Конструкції шпонок і шліців, область застосування. Достоїнства і недоліки, підбір шпонок і шліців за ДСТ. Застосування штифтових і клинових з'єднань. Різьблення і їхні різновиди.

14.5. Нероз'ємні з'єднання: заклепувальні і зварені.

Конструкція заклепок, їхній різновид. Матеріал заклепок, розрахунок заклепок. Достойнства і недоліки. Зовнішні зварювання конструкцій деталей машин.

Лабораторне заняття 14

1. Вали й осі, конструкції і розрахунки на міцність і твердість вал – втулки.
2. Підшипники качання і ковзання, режим роботи, область застосування, розрахунок, посадки. Динамічні і статично вантажопідйомності.
3. Пружні елементи. Муфти механічних приводів, їхній вибір і конструювання
4. Роз'ємні і нероз'ємні з'єднання деталей.
5. Конструкція і розрахунки з'єднань на міцність.

Тема 15. Єдина система допусків і посадок. Технічні вимірювання

15.1. Стандартизація й уніфікація і їхня роль у розвитку взаємозамінності.

Основні положення Державної системи стандартизації в Україні. Функціональна взаємозамінність. Повна взаємозамінність. Зовнішня і внутрішня взаємозамінність. Взаємозамінність – основна і необхідна умова сучасного масового і серійного виробництва.

15.2. Поняття про погрішності виготовлення і виміру деталей.

Номинальний і дійсний розмір деталі. Найбільший і найменший граничний розмір деталі. Допуск на обробку. Погрішність виміру

15.3. Основні дані про розміри і сполучення.

Допуск і посадка гладких циліндричних і плоских сполучень. Позначення граничних відхилень і посадок на кресленнях по ЕСДП. Нанесення відхилень форми і розташування поверхонь і осей на кресленнях.

15.4. Граничні відхилення і полюси допусків.

Поняття про посадки. Поняття про посадки в системі отвір у системі вала. Допуски вільних розмірів і деталей із пластмас і композиційних матеріалів. Допуски на відхилення форми і розташування. Шорсткість поверхні і позначення шорсткості поверхні на кресленнях.

15.5. Поняття про метрологію й основні положення Державної системи виміру.

Єдність вимірів. Комплекс взаємопов'язаних правил і положень, вимог і норм, що визначають організацію і методику проведення робіт по оцінці і забезпеченню точності вимірів.

15.6. Засоби для лінійних вимірів.

Плоскопаралельні кінцеві міри довжин. Штангенінструменти. Мікрометричні вимірювальні засоби. Індикаторні скоби, індикаторні нутроміри. Важільно-оптичні прилади. Калібри.

Лабораторне заняття 15

1. Єдина система конструкторської документації.
2. Вивчення існуючої системи допусків і посадок
3. Технічні виміри лінійних розмірів, геометричної форми, зовнішнього розташування поверхонь і характеристик поверхневого шару.
4. Взаємозамінність, стандартизація, застосування потокової збірки й автоматизованого контролю
5. Технічні виміри.

4. Порядок оцінювання результатів навчання

Система оцінювання сформованих компетентностей у студентів враховує види занять, які згідно з програмою навчальної дисципліни передбачають лекційні, семінарські, практичні заняття, а також виконання самостійної роботи. Оцінювання сформованих компетентностей у студентів здійснюється за накопичувальною 100-бальною сис-

темою. Контрольні заходи, відповідно до Тимчасового положення "Про порядок оцінювання результатів навчання студентів за накопичувальною бально-рейтинговою системою" ХНЕУ ім. С. Кузнеця, включають:

поточний контроль. Він здійснюється на протязі семестру під час проведення лекційних, практичних, семінарських, лабораторних занять. За оцінку приймається сума набраних балів (максимальна сума дорівнює 60 балів; мінімальна сума, що дозволяє студенту скласти іспит, дорівнює 35 балів);

модульний контроль. Він здійснюється у формі колоквиуму та є проміжним міні-екзаменом за ініціативою викладача. Він враховує поточний контроль за відповідний змістовий модуль і призначений для встановлення *інтегрованої* оцінки за результатами навчання студента після вивчення матеріалу з логічно завершеної частини дисципліни – змістового модуля;

підсумковий/семестровий контроль. Він здійснюється у формі семестрового екзамену у відповідності до графіку навчального процесу.

Порядок проведення поточного оцінювання знань студентів. Для оцінювання знань студента під час семінарських, практичних і лабораторних занять та виконання індивідуальних завдань застосовуються наступні критерії:

розуміння, ступінь засвоєння теорії та методології проблем, що розглядаються; ступінь засвоєння фактичного матеріалу навчальної дисципліни; ознайомлення з рекомендованою літературою, а також із сучасною літературою з питань, що розглядаються; вміння поєднувати теорію з практикою при розгляді виробничих ситуацій, розв'язанні задач, проведенні розрахунків у процесі виконання індивідуальних завдань та завдань, винесених на розгляд в аудиторії; логіка, структура, стиль викладу матеріалу в письмових роботах і при виступах в аудиторії, вміння обґрунтовувати свою позицію, здійснювати узагальнення інформації та робити висновки; арифметична правильність виконання індивідуального та комплексного розрахункового завдання; здатність проводити критичну та незалежну оцінку певних проблемних питань; вміння пояснювати альтернативні погляди та наявність власної точки зору, позиції на певне проблемне питання; застосування аналітичних підходів; якість і чіткість викладення міркувань; логіка, структуризація та обґрунтованість висновків щодо конкретної проблеми; самостійність виконання роботи; грамотність подачі матеріалу; використання методів порівняння, узагальнення понять та явищ; оформлення роботи.

Оцінювання позааудиторної самостійної роботи студентів здійснюється за загальними критеріями, які дозволяють визначити глибину і міцність знань, рівень мислення, вміння систематизувати знання за окремими темами, вміння робити обґрунтовані висновки, володіння категорійним апаратом, навички і прийоми виконання практичних завдань, вміння знаходити необхідну інформацію, здійснювати її систематизацію та обробку, самореалізацію на практичних та семінарських заняттях.

Для здійснення підсумкового контролю знань та компетентностей студентів з навчальної дисципліни проводиться семестровий екзамен. Умовою допуску до екзамену є позитивні оцінки з поточного модульного контролю знань. В ході семестрового екзамену здійснюється перевірка розуміння студентом в цілому програмного матеріалу навчальної дисципліни, розуміння логіки та взаємозв'язків між розділами навчальної дисципліни, вміння творчо виконувати практичні завдання з використанням накопичених знань, вміння творчо підходити до вирішення проблем, які охоплює навчальна дисципліна та ін.

В екзаменаційному білеті відображені питання з програми навчальної дисципліни. Це дозволяє об'єктивно оцінити рівень знань та ступінь опанування студентами компетентностей.

До екзаменаційного білету включено 5 практичних завдань трьох рівнів складності: стереотипне – 14 тестів (завдання 1), двох діагностичних (завдання 2 та 3), двох евристичних (завдання 4 та 5). Вони спрямовані на вирішення типових професійних завдань фахівця на робочому місці та діагностику рівня теоретичної підготовки студента і рівня

його компетентності в питаннях з навчальної дисципліни

Стереотипне завдання 1 оцінюється максимальною оцінкою 14 балів. В ньому контролюються базові компетентності (якими володіє студент) з технічних знань.

Діагностичне завдання 2 оцінюється максимальною оцінкою 5 балів, а діагностичне завдання 3 – максимальною оцінкою 5 балів. В цих завданнях контролюється технологічна складова професійної компетентності: оволодіння теоретичними основами і практичними методами розрахунків на міцність елементів конструкцій і машин, створення більш сучасних механізмів і передач, високоякісних матеріалів, деталей, виготовлених з високою точністю, ознайомлення із сучасними підходами до розрахунку складних систем, елементами раціонального проектування конструкцій.

Евристичне завдання 4 оцінюється максимальною оцінкою 8 балів, а евристичне завдання 5 – максимальною оцінкою 8 балів. В цих завданнях контролюється частина професійної компетентності: забезпечення бази інженерної підготовки, теоретична і практична підготовка з прикладної механіки твердого тіла, що деформується, засвоєння методів, правил і норм проектування деталей і вузлів машин, вибір найбільш раціональних для них матеріалів, форм, розмірів, ступеня точності, якості поверхні.

Підсумкова оцінка за екзамен складається з суми балів за вирішення всіх завдань, округленої до цілого числа за правилами математики. Максимальна кількість балів дорівнює 40 балів, мінімальна кількість, що зараховується, дорівнює 25 балів, які проставляються у відповідній графі екзаменаційної "Відомості обліку успішності" навчальної дисципліни.

Якщо сума балів, одержаних за результатами підсумкової/семестрової перевірки успішності, дорівнює або перевищує 60, то студента слід вважати атестованим, За мінімально можливою кількістю балів за поточний і модульний контроль упродовж семестру приймається 35 балів.

Розрахунок підсумкової оцінки з навчальної дисципліни здійснюється з урахуванням балів, які отримані під час екзамену, та балів, які отриманих під час поточного контролю за накопичувальною системою. Отриманий сумарний результат у балах за семестр складає: "60 і більше балів – зараховано", "59 і менше балів – не зараховано" та заноситься у залікову "Відомість обліку успішності" навчальної дисципліни.

Критерії оцінювання завдань за результатами проведення екзамену

№ завдання	Бал	Критерії оцінювання
Завдання 1 (стереотипне)	0	Студент не виконує завдання
	1	Студент виконує завдання
	14	Максимальна кількість балів за виконане завдання 1
Завдання 2 Завдання 3 (діагностичні)	0	Студент не виконує завдання
	2	Студент частково (до 40%) виконує завдання. Хід рішення завдання демонструє досить поверхнєве оволодіння технологічною складовою професійної компетентності.
	3	Студент частково (не менш як на 60%) виконує завдання, наводить вірні формули, шляхи вирішення проблеми, але допускає методичні або арифметичні помилки, невірну трактовку деяких показників, не вказує одиниці вимірювання, не дає висновків або робить невірні висновки. Студент при відповіді демонструє розуміння основних положень матеріалу навчальної дисципліни, часткове вміння застосовувати теоретичні знання для розв'язання практичних завдань.
	4	Студент повністю, без помилок, виконує завдання, демонструє знання теоретичних положень, необхідних для рішення завдань.

		ня. Але має місце не повна трактовка показників, не зовсім ґрунтовне та повне формулювання висновків, відсутність творчого підходу та демонстрації знання додаткового матеріалу. Хід рішення завдання демонструє неповне засвоєння технологічної складової професійної компетентності.
	5	Студент повністю без помилок, виконує завдання, демонструє усвідомлене застосування знань для розв'язання практичних ситуацій, знання теоретичних положень, необхідних для рішення завдання: використовує додатковий матеріал, та проявляє творчий підхід. Студент робить обґрунтовані висновки, які відповідають суті завдання та формулює власні рекомендації по підвищенню якості основних показників. Хід рішення завдання демонструє повне засвоєння технологічної складової професійної компетентності.
Завдання 4 Завдання 5 (евристичні)	0	Студент не виконує завдання
	3	Студент частково виконує завдання: наводить шляхи вирішення проблеми, але допускає помилки в ході проведення аналізу технологічної ситуації, деякі питання не знаходять свого вирішення, демонструє не досить ґрунтовні теоретичні знання. Хід рішення завдання демонструє поверхнєве оволодіння технологічною складовою професійної компетентності.
	5	Завдання виконане без достатнього розуміння навчального матеріалу, знання теоретичних положень функціонування технологічних систем. В рішенні завдання мають місце неправильно виконані розрахунки, висновки, наявні неточності при аналізі технологічних процесів.
	6	Студент не менш як на 70% виконує завдання, демонструє знання теоретичних положень, але відсутній обґрунтований аналіз результатів, має місце не повна трактовка показників, не зовсім ґрунтовне та повне формулювання висновків. Хід рішення завдання демонструє неповне засвоєння технологічної складової професійної компетентності.
	7	Студент повністю і вірно виконує завдання, демонструє повне засвоєння програмного матеріалу та вміння орієнтуватися в ньому, усвідомлене застосування знань для розв'язання евристичного завдання: за умови виконання всіх вимог, які передбачено для оцінки «8 балів», при наявності незначних неточностей у розрахунках певних показників або не зовсім повних висновків за одержаними результатами вирішення завдання Студент демонструє добре оволодіння технологічною складовою професійної компетентності, але у відповіді не показує вміння обґрунтовувати результати з використанням наукової літератури.
	8	Студент повністю і вірно виконує завдання, показує вміння застосовувати для відповіді не тільки рекомендованої, а й додаткової (включаючи і наукову) літератури та творчого підходу: чітко володіння понятійним апаратом, вміння ґрунтовно та грамотно проводити аналіз основних складових технологічної діяльності підприємства, а також поєднувати рішення розглянутого питання з технологічною діяльністю підприємства. Завдання оформлено охайно, логічно та послідовно, свідчить про повне оволодіння технологічною складовою професійної компетентності.

Розподіл балів за тижнями

Теми змістового модуля		Лекційні заняття	Лабораторні заняття	Перевірка есе	Експрес-опитування	Письмова контрольна робота	Колоквіум	Усього	
Змістовий модуль 1.	Тема 1	1 тиждень	0,5	0,5				1	
	Тема 2	2 тиждень	0,5	0,5				1	
	Тема 3	3 тиждень	0,5	0,5		1		2	
	Тема 4	4 тиждень	0,5	0,5		1		2	
	Тема 5	5 тиждень	0,5	0,5		1		2	
	Тема 6	6 тиждень	0,5	0,5		1		2	
	Тема 7	7 тиждень	0,5	0,5		1	4	6	
	Тема 8	8 тиждень	0,5	0,5	2	1		10	14
Змістовий модуль 2.	Тема 9	9 тиждень	0,5	0,5		1		2	
	Тема 10	10 тиждень	0,5	0,5		1		2	
	Тема 11	11 тиждень	0,5	0,5		1		2	
	Тема 12	12 тиждень	0,5	0,5		1		2	
	Тема 13	13 тиждень	0,5	0,5		1	4	6	
	Тема 14	14 тиждень	0,5	0,5	2	1		4	
	Тема 15	15 тиждень	0,5	0,5		1		10	12
Іспит								40	
Усього			7,5	7,5	4	13	8	20	100

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82 – 89	B	добре	
74 – 81	C		
64 – 73	D	задовільно	

60 – 63	Е		
35 – 59	FX	незадовільно	не зараховано
1 – 34	F		

5. Рекомендована література

Основна

1. Деталі машин : підручник / Міняйло А. В., Тіщенко Л. М., Мазоренко Д. І. та ін. – К. : Агроосвіта, 2013. – 448 с.
2. Ивченко В. А. Техническая механика : учебное пособие. – М.: ИНФАН, 2003. – 157 с.
3. Куклин Н. Г. Детали машин : учеб. для машиностроит. спец. техникумов / Н. Г. Куклин, Г. С. Куклина. – М. : Высшая школа, 1987. – 383 с.
4. Покровский В. Е. / Техническая механика: Методические указания и контрольные задания для учащихся-заочников машиностроительных специальностей техникумов [2-е изд.] / В. Е. Покровский, А. И. Столярчук. – М. : Высшая школа, 1990. – 160 с.
5. Свідерський В. П. Теоретична механіка. Конспект лекцій / В. П. Свідерський, О. Г. Прасок. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2008. – 112 с.
6. Технічна механіка : методичні рекомендації до самостійної роботи студентів усіх спеціальностей першого (бакалаврського) рівня [Електронне видання] / уклад. Ф. В. Новіков. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2019. – 76 с.

Додаткова

7. Беляев Н. М. Сопротивление материалов : учебник / Н. М. Беляев. – М. : Высшая школа, 1999. – 856 с.
8. Воронков И. М. Курс теоретической механики : учебник / И. М. Воронков. – М. : Высшая школа, 2002. – 562 с.
9. Попов М. В. Теоретическая механика. Учебник для студентов немашинностроительных специальностей вузов / М. В. Попов. – М.: Наука, 1986. – 355 с.
10. Сборник задач для курсовых работ по теоретической механике / Б. Н. Квасников и др. ; под общей ред. А. А. Яблонского. – М. : Высшая школа, 1992. – 432 с.
11. Справочник технолога-машиностроителя В 2-х т. / Под ред. А. Г. Косиловой, Г. К. Мещерякова. – М. : Машиностроение, 1985. – 496 с.
12. Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики / С. М. Тарг. – М. : Высшая школа, 1986. – 197 с.
13. Теоретична механіка. Статика і кінематика: навчальний посібник з методичними вказівками і контрольними завданнями для студентів заочної форми навчання / Ю. О. Єрфорт, С. В. Подлесний. – Краматорськ : ДДМА, 2007. – 164 с.
14. Эрдеди А. А. Техническая механика : теоретическая механика. Сопротивление материалов : учеб. для машиностр. спец. техникумов / А. А. Эрдеди, Ю. А. Медведев, Н. А. Эрдеди. – М. : Высшая школа, 1991. – 304 с.

Інформаційні ресурси та Інтернет

15. Технічна механіка для студентів спеціальності 186 Видавництво та поліграфія [Електрон. ресурс] : Сайт ПНС ХНЕУ ім. С. Кузнеця. – Режим доступу: <https://pns.hneu.edu.ua/enrol/index.php?id=2398>.