

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Гермомеханіка
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
Розробник(и)	Совенко Наталія Вікторівна
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 7-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг навчальної дисципліни становить 5 кредитів ЄКТС, 150 годин, з яких 80 годин становить контактна робота з викладачем (48 годин лекцій, 32 години практичних робіт), 70 годин становить самостійна робота.
Мова викладання	Українська

2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

Статус дисципліни	Обов'язкова навчальна дисципліна для освітньої програми "Комп'ютерний інжиніринг в механіці"
Передумови для вивчення дисципліни	Вища математика, Основи математичної фізики, Теорія коливань, Гідроаеромеханіка, Теорія пружності та пластичності
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні

3. Мета навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є ознайомлення з проблемами проектування, розрахунками і дослідженнями засобів і систем ущільнення, а також методами забезпечення їх експлуатаційної надійності.

4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Вступ. Предмет гермомеханіки.
Тема 2 Контактні ущільнення нерухомих з'єднань.
Тема 3 Сальникові ущільнення.

Тема 4 Механічні торцеві ущільнення.
Тема 5 Система врівноважування осьових сил, діючих на ротор відцентрового насоса, як комбіноване безконтактне ущільнення з автоматичним керуванням витокami.
Тема 6 Автоматичні імпульсні ущільнення.
Тема 7 Шпарові ущільнення.
Тема 8 Вплив гідродинамічних сил на вібраційний стан ротора.

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1	знати та використовувати основні поняття і закони гідроаеромеханіки, трібомеханіки, теорії пружності, теорії коливань при розв'язанні практичних задач, зв'язаних з областю гермотехніки
РН2	знати основні математичні моделі, що описують процеси, що протікають в вузлах, що забезпечують або задіяні у процесі герметизації відцентрових машин; зокрема поставити задачу гідродинаміки при аналізі цих явищ
РН3	знати розрахункові схеми реальних систем і процесів, що протікають у пристроях з області гермотехніки, та вирішувати відповідні математичні задачі

6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна.

Для спеціальності 131 Прикладна механіка:

ПР4	оцінювати надійність деталей і конструкцій машин в процесі статичного та динамічного навантаження;
ПР7	застосовувати нормативні та довідкові дані для контролю відповідності технічної документації, виробів і технологій стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам;
ПР10	знати конструкції, методики вибору і розрахунку, основи обслуговування і експлуатації приводів верстатного і робототехнічного обладнання;
ПР11	розуміти принципи роботи систем автоматизованого керування технологічним обладнанням, зокрема мікропроцесорних, вибирати та використовувати оптимальні засоби автоматики;
ПР13	оцінювати техніко-економічну ефективність виробництва;
ПР14	здійснювати оптимальний вибір обладнання та комплектацію технічних комплексів;

7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

7.1 Види навчальних занять

Тема 1. Вступ.
Лк1 "Предмет гермомеханіки." (денна) Коротка історична довідка. Актуальність проблем герметизації. Види насосів і їх класифікація. Класифікація ущільнень
Пр2 "Конструкції роторних машин" (денна) Ознайомлення з конструкціями роторних машин та їх вузлів. Класифікація ущільнень
Тема 2. Контактні ущільнення нерухомих з'єднань.
Лк2 "Конструкції і розрахунок металевих прокладок." (денна) Конструкції і розрахунок металевих прокладок. Визначення міцності шпильок за умови герметичності з'єднання.
Лк3 "Конструкції і розрахунок металевих прокладок." (денна) Манжетні ущільнення: конструкції і сфери застосування.
Пр2 "Конструкції і розрахунок металевих прокладок." (денна) Конструкції і розрахунок металевих прокладок.
Пр3 "Конструкції і розрахунок металевих прокладок." (денна) Розрахунок ущільнення кришки нагнітання живильного насоса
Тема 3. Сальникові ущільнення.
Лк4 "Конструкції, принцип роботи сальникових ущільнень" (денна) Конструкції, принцип роботи.
Лк5 "Розрахунок сальникових ущільнень" (денна) Розрахунок контактного тиску, температури в контакті і затрат потужності на тертя.
Пр4 "Розрахунок сальникових радіальних ущільнень" (денна) Розрахунок сальникових радіальних ущільнень на задані параметри
Пр5 "Розрахунок сальникових торцевих ущільнень" (денна) Розрахунок сальникових торцевих ущільнень на задані параметри
Тема 4. Механічні торцеві ущільнення.
Лк6 "Конструкції і принцип роботи. Класифікація." (денна) Конструкції і принцип роботи. Класифікація.
Лк7 "Розрахунок механічних ущільнень" (денна) Розрахунок контактного тиску. Режими тертя, діаграма Штрибека-Герсі. Визначення потужності тертя і температурного стану.

<p>Пр6 "Розрахунок контактної тиску." (денна) Розрахунок контактної тиску. Режими тертя, діаграма Штрибека-Герсі.</p>
<p>Пр7 "Розрахунок механічних ущільнень" (денна) Розрахунок торцевих ущільнень на задані параметри</p>
<p>Тема 5. Система врівноважування осьових сил, діючих на ротор відцентрового насоса, як комбіноване безконтактне ущільнення з автоматичним керуванням витокami.</p>
<p>Лк8 "Природа осьової сили" (денна) Причини виникнення осьової сили, що діє на ротор</p>
<p>Лк9 "Способи і принцип роботи систем врівноваження." (денна) Статичний розрахунок системи.</p>
<p>Лк10 "Розрахунок осьової сили, що діє на ротор" (денна) Розрахунок осьової сили, що діє на ротор насоса</p>
<p>Лк11 "Статичний розрахунок урівноважуючого пристрою" (денна) Статичний розрахунок урівноважуючого пристрою</p>
<p>Лк12 "Динаміка системи" (денна) Динаміка системи: рівняння автоматичного регулятора, об'єкту керування і системи в цілому. Аналіз динамічної стійкості, побудова амплітудних і фазових частотних характеристик.</p>
<p>Лк13 "Стійкість системи автоматичного керування" (денна) Стійкість системи автоматичного керування</p>
<p>Пр8 "Осьова сила, діюча на ротор" (денна) Обчислення осьової сили, діючої на ротор живильного насоса</p>
<p>Пр9 "Статичний розрахунок урівноважуючого пристрою" (денна) Статичний розрахунок урівноважуючого пристрою</p>
<p>Пр10 "Динамічний розрахунок" (денна) Побудова амплітудних і фазових частотних характеристик урівноважуючого пристрою</p>
<p>Тема 6. Автоматичні імпульсні ущільнення.</p>
<p>Лк14 "Конструкції і принцип роботи." (денна) Конструкції і принцип роботи.</p>
<p>Лк15 "Основні рівняння статичного розрахунку" (денна) Рівняння балансу витоків і визначення керуючої дії автоматичного регулятора. Умова рівноваги аксіально рухомого кільця, побудова статичної і витратної характеристик.</p>

<p>Лк16 "Основни динамічного розрахунку" (денна) Виведення лінеаризованих рівнянь балансу витоків у динаміці; передаточна функція автоматичного регулятора, рівняння динаміки системи. Аналіз стійкості, побудова амплітудних і фазових частотних характеристик.</p>
<p>Пр11 "Статичний розрахунок імпульсних ущільнень" (денна) Статичний розрахунок імпульсних ущільнень</p>
<p>Пр12 "Динамічний розрахунок" (денна) Аналіз стійкості, побудова амплітудних і фазових частотних характеристик імпульсних ущільнень.</p>
<p>Тема 7. Шпарові ущільнення.</p>
<p>Лк17 "Конструкції та призначення." (денна) Конструкції та призначення. Зв'язок з вібраційним станом ротора.</p>
<p>Лк18 "Гідродинаміка плоского каналу з конусністю" (денна) Гідродинаміка плоского каналу з конусністю. Розподіл тиску вздовж каналу, радіальна сила і момент.</p>
<p>Лк19 "Розрахунок кільцевого ексцентричного каналу." (денна) Вплив місцевих гідравлічних опорів. Перехід до кільцевого ексцентричного каналу.</p>
<p>Лк20 "Розрахунок характеристик шпаринного ущільнення" (денна) Розрахунок демпфуючої і циркуляційної сил у кільцевому каналі.</p>
<p>Пр13 "Гідродинаміка течії у шпаровому ущільненні." (денна) Гідродинаміка течії у шпаровому ущільненні - плоский канал</p>
<p>Пр14 "Розрахунок гідродинамічних сил, діючих на ротор у шпаринних ущільненнях" (денна) Розрахунок гідродинамічних сил, діючих на ротор у шпаринних ущільненнях</p>
<p>Тема 8. Вплив гідродинамічних сил на вібраційний стан ротора.</p>
<p>Лк21 "Математичної модель ротора в шпарових ущільненнях" (денна) Побудова математичної модель ротора в шпарових ущільненнях</p>
<p>Лк22 "Вплив шпаринного ущільнення на динаміку ротора" (денна) Врахування сил у шпаринними ущільненні на динаміку ротора</p>
<p>Лк23 "Вібраційний стан ротора" (денна) Розрахунок критичних швидкостей ротора в шпарових ущільненнях</p>
<p>Лк24 "Динамічні характеристики" (денна) Аналіз динамічної стійкості, побудова амплітудних і фазових частотних характеристик. Конструкції вібростійких ущільнень.</p>

Пр15 "Математичної модель ротора в шпаринних ущільненнях" (денна) Побудова математичної моделі ротора в шпаринних ущільненнях
Пр16 "Динамічні характеристики" (денна) Розрахунок критичних частот ротора в шпарових ущільненнях

7.2 Види навчальної діяльності

НД1	Підготовка до лекцій
НД2	Виконання практичних завдань
НД3	Виконання індивідуальних розрахунково-аналітичних завдань

8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Інтерактивні лекції
МН2	Проблемні лекції
МН3	Практико-орієнтоване навчання

МН1. інтерактивні та проблемні лекції - надають студентам широку теоретичну базу з гермомеханіки, що є основою для самостійного навчання здобувачів вищої освіти (РН 1, РН 2). МН2. практичні заняття, використовуючи індивідуальну та групову форму роботи над аналізом та розв'язанням загальних задач. Практичні заняття доповнюють лекційний матеріал і надають студентам можливість самостійно застосовувати теоретичні знання на практичних прикладах (РН 1, РН 2, РН3). МН3. практико-орієнтоване навчання (РР) передбачає розв'язок практичних задач (РН1 – РН3), що охоплює усі теми курсу. Самостійному навчанню сприятиме робота в невеликих групах, підготовки презентацій за результатами роботи, що будуть представлені іншим студентам, а потім проаналізовані та обговорені, та продемонстровані у звіті про виконання завдань практико-орієнтованого навчання. Це буде сприяти діалогові між викладачем і студентами, виявленню часом суперечливих проблем.

Вміння працювати в команді; критичне мислення; лідерство; вміння дотримуватися дедлайни; відповідальність та дисциплінованість.

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	Настанови викладача в процесі виконання практичних завдань
МФО2	Обговорення та самокорекція виконаної роботи студентами
МФО2	Опитування та усні коментарі викладача за його результатами
МФО3	Перевірка та оцінювання письмових завдань

9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

МСО1	Звіт за результатами виконання практичних робіт
МСО2	Виконання індивідуальних розрахунково-аналітичних завдань
МСО3	Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)
МСО4	Підсумковий контроль: екзамен

Контрольні заходи:

7 семестр		100 балів
МСО1. Звіт за результатами виконання практичних робіт		20
	5x4	20
МСО2. Виконання індивідуальних розрахунково-аналітичних завдань		20
	2x10	20
МСО3. Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)		20
	2x10	20
МСО4. Підсумковий контроль: екзамен		40
		40

Контрольні заходи в особливому випадку:

7 семестр		80 балів
МСО2. Виконання індивідуальних розрахунково-аналітичних завдань		20
	2x10	20
МСО3. Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)		20
	2x10	20
МСО4. Підсумковий контроль: екзамен		40
		40

Рейтингові бали шкали оцінювання з навчальної дисципліни розподіляються між модульними атестаціями і іспитом відповідно 60 та 40 балів. Захід іспиту проводиться в період екзаменаційної

сесії. До складання іспиту студент допускається за умови виконання усіх видів запланованої навчальної роботи та отримання з даної дисципліни не менше 12 рейтингових балів (20% від призначених 60 балів на модульні атестації). В іншому випадку студент не допускається до іспиту, отримує оцінку „незадовільно” (F за шкалою ECTS) і відраховується з університету. При отриманні за наслідками модульних атестацій та складання ДСК загального рейтингового балу, що відповідає незадовільній оцінці FX (не менше 35 балів), студентові надається право на дворазове складання (викладачеві та комісії) заходу підсумкового семестрового контролю (іспиту). Складання іспиту 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, 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 повторному складанні іспиту оцінювання здійснюється без урахування рейтингових балів модульних атестацій. 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.

10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

10.1 Засоби навчання

ЗН1	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартдошки тощо)
ЗН2	Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережі

10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література	
1	Опорний конспект (лекції та практики) з дисципліни «Гермомеханіка» [Електронний ресурс] / Н.В.Совенко.
2	Динамика роторов центробежных машин [Текст] : монография / В. А. Марцинковский. — Сумы : СумГУ, 2012. — 562 с.
3	Насосы атомных электростанций: расчет, конструирование, эксплуатация [Текст] : монография / В. А. Марцинковский, С. С. Шевченко ; под общ. ред. С.С. Шевченко. — Сумы : Университет. кн., 2018. — 472 с
Допоміжна література	
4	Повышение эффективности технологии изготовления подшипников скольжения высокоскоростных турбокомпрессорных агрегатов [Текст] : монография / В. Б. Тарельник, В. С. Марцинковский. — Сумы : Университетская книга, 2014. — 191 с.