



ОСНОВИ ТЕОРІЇ ЗМАЩУВАННЯ (ОТЗ)

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Автоматизовані та роботизовані механічні системи</i>
Статус дисципліни	<i>вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, викладається в одному семестрі (весняний)</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЕКТС (120 год) (лекції - 36 год., практичні роботи - 18 год., СРС - 66 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР</i>
Розклад занять	<i>http://roz.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доц. Муращенко Альона Миколаївна, Лабораторні асистент Синицина Єлизавета Юріївна. Пошта: a_kirya@i.ua Кафедра: корпус КПІ 1, кімната 299-11, тел. (044)204-82-55
Розміщення курсу	<i>https://do.ipk.kpi.ua/</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програма навчальної дисципліни «Основи теорії змащування» (далі ОТЗ) складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістра з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

Метою навчальної дисципліни є здатність використовувати методи фундаментальних і прикладних дисциплін у дослідницькій діяльності; здатність використовувати професійно-профільовані та фундаментальні знання для створення автоматизованих систем управління різних галузей використання.

В зв'язку з цим, метою курсу є навчити студентів вибирати конструкції і розраховувати зусилля в вузлах змащування поверхонь тертя (підшипниках, сферичні опори і інших); знаходити більш раціональні змащувальні рідини, що відповідають заданим технологічним процесам.

Програмні результати навчання:

Компетенції, що посилюються вибірковою дисципліною:

ФК2 Здатність описати, класифікувати та змодельовувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні теорій та практик механічної інженерії, а також знаннях суміжних наук.

ФК6 Об'єкт детально. Здатність використовувати базові уявлення про різноманітність технічних рішень та функцій механічних, електромеханічних, гідравлічних та пневматичних виконавчих пристроїв, пристроїв контролю і керування, що входять до складу автоматизованих і роботизованих механічних систем з адаптивними алгоритмами функціонування і керування

ФК10 Дослідження. Здатність досліджувати, оптимізувати, визначати раціональні параметри та режими функціонування і керування та оцінювати експлуатаційну ефективність автоматизованих та роботизованих технічних об'єктів та їх складових з використанням комплексних критеріїв та системних підходів

Результати навчання:

РН 16 Підвищувати ступінь та якість автоматизації існуючих об'єктів шляхом модернізації та реінжинірингу систем гідропневмоавтоматики, оптимізації режимів роботи і складу, використання інноваційних технічних рішень і підходів на засадах мехатроніки, робототехніки, штучного інтелекту, у тому числі за платформою INDUSTRY 4.0.

2. Пререквізити та місце дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Необхідне попереднє успішне оволодіння знаннями та вміннями, набутими при вивченні дисциплін «Теоретична механіка», «Загальна фізика», «Основи математичного моделювання фізично різномірних систем», «Механіка рідини і газу», «Основи гідроавтоматики»

Результати вивчення дисципліни «Основи теорії змащування» є корисними для проходження дисциплін «Практика» та «Виконання магістерської дисертації».

3. Зміст навчальної дисципліни

1. Фізична характеристики процесів змащування поверхонь тертя.
2. Змащувальні рідини та їх основні характеристики.
3. Загальна характеристика «Трибології» як науки та її структура. Режим змащування поверхонь та крива Штрибека.
4. Загальні уявлення про теорію гідродинамічного змащування. Умови переносу в гідравлічних системах. Основні показники робочих рідин як об'єктів переносу енергії.
5. Принципи розташування матеріалів в вузлах змащування.
6. Теорія змащування при ламінарному русі мастила (теорія Н.П. Петрова). Рух змащувальної рідини в підшипнику.
7. Рух змащувальної рідини в зазорах між коаксіальними підшипниками. Нестационарна теорія змащування.
8. Контактно-гідродинамічне змащування. Основні рівняння і теорії контактної-гідродинамічного змащування.
9. Принцип і схеми утворень граничних шарів. Граничне змащування.

10. Постановка експериментів при вивченні процесів змащування.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси

1. Яхно О.М., Узунов О.В., Луговський О.Ф., Ковалев В.А., Мовчанюк А.В., Коц І.І., Губарев О.П. Прикладна гідроаеромеханіка і механотроніка. Вінниця: ВНТУ, 2020. – 712с. id: 1683
2. Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Човнюк Ю.В. Мехатроніка. Навчальний посібник. – К., 2012. – 357с.
https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u132/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%9C%D0%B5%D1%85%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0.pdf
3. Яхно О.М. Технічна гідродинаміка та основи теорії змащування : навч. посібник / О. М. Яхно, В. М. Матієга, С. І. Одайський ; дар. М. С. Степанов. - Чернівці : Золоті литаври, 2010. - 326 с.
4. Яхно О.М. Технічна гідродинаміка та основи теорії змащування : навч. посібник / О. М. Яхно, В. М. Матієга, С. І. Одайський ; дар. М. С. Степанов. - Чернівці : Золоті литаври, 2010. - 326 с.
5. Пелевін, Леонід Євгенович. Гідравліка та приводи механотронних систем : у двох частинах : підручник для студентів вищих технічних навчальних закладів, які навчаються за спеціальностями 133 "Галузеве машинобудування", 015 "Професійна освіта", 151 "Автоматизація та комп'ютерні-інтегровані технології", 131 "Прикладна механіка" та 141 "Електрична інженерія" / Л.Є. Пелевін, Д.О. Міщук ; Міністерство освіти і науки України, Київський національний університет будівництва і архітектури. - Київ : КНУБА, 2016. - 2 ч. : іл., табл.
6. Основи теорії змащування: практичні та лабораторні [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освіт. програмою «Автоматизовані та роботизовані механічні системи» спец. 131 «Прикладна механіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: А.М. Муращенко, О.М. Яхно. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 111 с.

Додаткові інформаційні ресурси

7. The Mechatronics Handbook. Editor-in-Chief Robert H. Bishop. CRC Press, 2002. – 1229 p.
8. Mechatronics : an introduction / edited by Robert H. Bishop. CRC Press, 2006. – 285 p.
9. Гідравліка, гідромашини та гідропневмоавтоматика : підручник для студентів вищих навч. закладів, які навчаються за напрямками підготовки "Інженерна механіка", "Педагогічна освіта", "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології", "Прикладна механіка", "Електромеханіка" / Л.Є. Пелевін, С.Ю. Комоцька, М.М. Балака ; Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України, Київський національний університет будівництва і архітектури. - Київ : КНУБА, 2015. - 340 с.
10. Гідрогазомеханіка : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямком підготовки "Енергомашинобудування" / Р.О. Макаренко, О.Д. Коваль, О.І. Хлистун ; Міністерства освіти і науки України, Національний авіаційний університет. Київ: [НАУ], 2016. – 219 с.
11. Яхно, О. М.; Желяк, В. І. Гідравліка неньютонівських рідин. Київ: Вища школа, 1995

12. Хоменко, І., Кіндрачук, М., Яхно, О., & Кобринець, А. (2009). Гідродинаміка гідростатодинамічного радіального підшипника ковзання. *Машинознавство*, (4), 29-33.
рекомендації та роз'яснення:

- Всі базові літературні джерела є в бібліотеці КПІ та в методичному кабінеті кафедри;
- Жодне джерело, як і всі перелічені літературні джерела разом, не є достатнім для опанування дисципліни без виконання комплексу основних та кваліфікаційних лабораторних робіт та самостійного розв'язання типових задач моделювання і дослідження об'єктів мехатроніки;

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	Вступ. Фізична характеристики процесів змащування поверхонь тертя. Змащувальні рідини та їх основні характеристики. (Презентація. Завдання на СРС: Властивості рідини. Л-ра: 1 -9)
2.	Загальна характеристика «Трибології» як науки та її структура. Режим змащування поверхонь та крива Штрибека. (Презентація. Завдання на СРС: Застосування рівняння рівноваги рідини. Л-ра: 1-9)
3.	Загальні уявлення про теорію гідродинамічного змащування. Умови переносу в гідравлічних системах. Основні показники робочих рідин як об'єктів переносу енергії. (Презентація. Завдання на СРС: Поняття усталеного та не усталеного руху. Л-ра: 1, 3, 5, 8, 10, 11, 14)
4.	Принципи розташування матеріалів в вузлах змащування. Теорія змащування при ламінарному русі мастила (теорія Н.П. Петрова). (Презентація. Завдання на СРС: Функції потоку. Л-ра: 1-9)
5.	Рух змащувальної рідини в підшипнику. Рух змащувальної рідини в зазорах між коаксіальними підшипниками. (Презентація. Завдання на СРС: Прилади вимірювання.. Л-ра: 1-9)
6.	Нестационарна теорія змащування. Межі застосування класичної теорії змащування. (Презентація. Завдання на СРС: Нерозривність та рух ідеальної рідини. Л-ра: 1-9)
7.	Контактно-гідродинамічне змащування. Основні рівняння і теорії контактно-гідродинамічного змащування. Принцип і схеми утворень граничних шарів. Граничне змащування. (Презентація. Завдання на СРС: Одномірні потоки рідини і газу. Л-ра: 1-9)
8.	Постановка експериментів при вивченні процесів змащування. Вязкозіметрія. Методи очищення змащувальних рідин від забруднень. (Презентація. Завдання на СРС: Рівняння руху для в'язкості рідини. Л-ра: 1-9)
9.	Визначення зміни властивостей змащувальних рідин в процесі експлуатації. Експериментальні стенди по дослідженню змін внутрішнього тертя матеріалів в парах тертя. (Презентація.)

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Назва практичної роботи
1	Інструктаж з техніки безпеки. Поняття трибології. Аналіз графіка Штрибека і межі його застосування.

	Вирішення практичних задач. Моделювання системи змащування різних вузлів (пари тертя).
2	Будова змащувальних систем автомобілей (теоретична). Вирішення практичних задач. Розбирання, вивчення будови й роботи, складання приладів системи мащення (натурні макети гідроприводів).
3	Система мащення двигунів. Елементи змащувальних систем (теоретична). Розрахунок об'єму системи мащення. Моделювання.
4	Механічний вплив тертя. Вирішення практичних задач.
5	Реологічний вплив на змащувальні рідини на капілярному візкозиметрі. Вирішення практичних задач.
6	Обробка реологічних кривих.

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1.	<i>Підготовка до аудиторних занять</i>	56
2.	<i>Виконання МКР</i>	4
3.	<i>Підготовка до заліку</i>	6

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

Відвідування занять

Правила відвідування занять регламентується: «Положення про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/39>; «Положення про систему внутрішнього забезпечення якості вищої освіти в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/121>.

Правила поведінки на заняттях (активність, підготовка коротких доповідей чи текстів, відключення телефонів, використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в Інтернеті тощо) регламентується «Положення про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/39>.

правила захисту модульних контрольних робіт:

виконання та захист модульної контрольної роботи проходить на практичному занятті;

студент надсилає оформлене виконане завдання на електронну адресу викладача, Telegram канал або розміщені на платформі дистанційного навчання Moodle (при дистанційному навчанні);

у окремих випадках (за наявності документально підтверджених вагомих причин) допускається можливість індивідуального захисту;

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

штрафні бали призначаються за несвоєчасне подання інформації за темами практичних занять, заохочувальні – за виконання ускладнених завдань;

максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів визначається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контролю результатів навчання в

КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;

Політика дедлайнів та перескладань:

перескладання будь-яких контрольних заходів передбачено тільки за наявності документально підтверджених вагомих причин;

вчасним захист завдання вважається в межах одного заняття наступної теми (поточною вважається тема, завдання з якої хоче захистити студент) навчального часу відповідно до силабусу та/або календарного плану;

невчасним вважається захист завдання з затримкою більше ніж на одне практичне заняття наступної теми, порушення даного дедлайну призводить до зменшення кількості балів за роботи та оцінюється на 1 бал нижче, ніж вказано п.8 «Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання» за кожне наступне заняття наступних тем;

Політика округлення рейтингових балів:

округлення рейтингового балу відбувається до цілого числа;

при округленні до цілого числа всі цифри, що йдуть за наступним розрядом замінюються нулями;

якщо цифра розряду, що залишився, 5 або більша, то ціле число збільшується на одиницю, а розряд прирівнюється до нуля;

якщо цифра розряду, що залишився, менша за 5, то ціле число не змінюється, а розряд прирівнюється до нуля.

Політика оцінювання контрольних заходів:

оцінювання контрольних заходів відбувається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського; о нижня межа позитивного оцінювання кожного контрольного заходу має бути не менше 60% від балів, визначених для цього контрольного заходу; о негативний результат оцінюється в 0 балів.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень. Детальніше: НАКАЗ №НОН/228/2022 ВІД 21.07.2022 "Про затвердження нової редакції положення про апеляції в КПІ ім. Ігоря Сікорського", https://document.kpi.ua/2022_НОН-228.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code> та регламентуються «Положення про систему запобігання академічного плагіату в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/47>; положенням «Положення про вирішення конфліктних ситуацій в КПІ ім. Ігоря Сікорського» https://osvita.kpi.ua/2020_7-170.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code> та регламентуються «Положення про

систему запобігання академічного плагіату в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/47>; положенням «Положення про вирішення конфліктних ситуацій в КПІ ім. Ігоря Сікорського» https://osvita.kpi.ua/2020_7-170.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: експрес-опитування, робота на практичних/лабораторних заняттях, МКР.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за МКР, зарахування усіх практичних/лабораторних робіт.

Для оцінювання результатів навчання застосовується 100-бальна рейтингова система і університетська шкала.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
<i>100-95</i>	<i>Відмінно</i>
<i>94-85</i>	<i>Дуже добре</i>
<i>84-75</i>	<i>Добре</i>
<i>74-65</i>	<i>Задовільно</i>
<i>64-60</i>	<i>Достатньо</i>
<i>Менше 60</i>	<i>Незадовільно</i>
<i>Не виконані умови допуску</i>	<i>Не допущено</i>

Рейтинг студента розраховується виходячи із 100-бальної шкали (протягом семестру) і складається з балів, які студент отримує за:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;*
- відповіді під час лабораторних/практичних занять (14 занять);*
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).*

Відповіді на заліку оцінюються у 100.

Робота на практичних/лабораторних заняттях (максимум 42 бали):

- захищена творча робота – 3 бали;*
- захищена робота – 2,4 бали;*
- виконана робота – 1,8 бал;*
- пасивна робота – 0 балів.*

Виконання МКР:

- творчо виконана робота – 28 балів;*
- роботу виконано в повному обсягу – 25-27 балів;*
- роботу виконано з незначними недоліками – 24 бали;*
- роботу виконано з непринциповими помилками – 22-23 бали;*
- роботу виконано з незначними помилками – 20-21 бал;*
- роботу виконано з певними помилками – 17 балів;*
- роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 0 балів.*

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях (максимум 30 балів):

За правильні відповіді під час експрес-опитувань – 2 бали за основне питання, 1 бал за додаткове питання.

Штрафні та заохочувальні бали:

За несвоєчасне виконання модульної контрольної роботи та лабораторних занять – 1 штрафний бал за кожний тиждень запізнення (всього не більше 5 балів).

Студент отримує позитивну залікову оцінку без додаткових випробувань («автоматом») за результатами роботи в семестрі, якщо має підсумковий рейтинг за семестр не менше 60 балів.

Якщо студент виконав умови PCO щодо допуску до семестрового контролю, але має підсумковий рейтинг менше 60 балів або хоче підвищити поточну оцінку він виконує залікову роботу. При цьому здобувач отримує більшу з оцінок, що отримані за результатами залікової контрольної роботи або за рейтингом.

На заліку студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три запитання з різних тематичних розділів.

Критерії залікового оцінювання:

- вичерпні відповіді на всі питання завдання, а також на додаткові питання: 95 ... 100 балів;*
- вичерпні відповіді на всі питання завдання і на частину додаткових питань: 85-94 бали;*
- принципово вірні відповіді на всі питання завдання: 80-84 бали;*
- є всі відповіді, деякі відповіді неповні: 71-79 балів;*
- є всі відповіді але є помилки, які виправлено за додатковими питаннями: 66-70 балів;*
- є помилки у відповідях або відсутня відповідь на одне з питань залікової роботи: 60-65 балів.*
- роботу не виконано або є грубі помилки – 0 балів.*

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *в процесі опанування навчальної дисципліни використовуються теоретичний матеріал, який викладений на лекційних заняттях є основою для вирішення практичних інженерних завдань, що виконуються під час лабораторних занять на спеціалізованому дидактичному обладнанні. За час навчання студент виконує лабораторні роботи в лабораторних приміщеннях з гідравліки, на спеціальних установках до кожної лабораторної роботи. Це дозволяє поглибити знання з кожної теми. З метою вивчення дисципліни під час самостійної роботи та лабораторних занять необхідно використовувати підручники, посібники, електронний конспект лекцій та практикувати навички розв'язування реальних задач.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус): Основи теорії змашування

Складено:

доцент, к.т.н., доцент кафедри ПГМ

Альона МУРАЩЕНКО

асистент кафедри ПГМ

Єлизавета СИНИЦИНА

Ухвалено кафедрою _ПГМ_ (протокол № 6 від 13.12.2024)

Погоджено Методичною комісією інституту (протокол № 5 від 17.12.2024 року)