



ОСНОВИ ТЕОРІЇ ЗМАЩУВАННЯ (ОТЗ)

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	G Механічна інженерія
Спеціальність	G9 Прикладна механіка
Освітня програма	Автоматизовані та роботизовані механічні системи
Статус дисципліни	вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, викладається в одному семестрі (весняний)
Обсяг дисципліни	4 кредити ЄКТС (120 год) (лекції - 30 год., практичні роботи - 14 год., СРС - 76 год.)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік, практичні роботи, МКР
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доц. Муращенко Альона Миколаївна, Лабораторні: доктор філософії, асистент Синицина Єлизавета Юріївна. Пошта: a_kirya@i.ua Кафедра: корпус КПІ І, кімната 299-11, тел. (044)204-82-55
Розміщення курсу	https://pgm.kpi.ua/silabus/
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 G «Механічна інженерія» за спеціальністю G9 «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 змодельовати 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'ютерно-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. Хлестун ; 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. (Презентація. Завдання на СРС: Застосування рівняння рівноваги рідини. Л-ра: 1-9)
3.	Режим змащування поверхонь та крива Штрибека. (Презентація. Завдання на СРС: Застосування рівняння рівноваги рідини. Л-ра: 1-9)
4.	Загальні уявлення про теорію гідродинамічного змащування. Умови переносу в гідравлічних системах. (Презентація. Завдання на СРС: Поняття усталеного руху. Л-ра: 1, 3, 5, 8, 10, 11, 14)
5.	Основні показники робочих рідин як об'єктів переносу енергії. (Презентація. Завдання на СРС: Поняття не усталеного руху. Л-ра: 1, 3, 5, 8, 10, 11, 14)
6.	Принципи розташування матеріалів в вузлах змащування. (Презентація. Завдання на СРС: Функції потоку. Л-ра: 1-9)
7.	Теорія змащування при ламінарному русі мастила (теорія Н.П. Петрова). (Презентація. Завдання на СРС: Функції потоку. Л-ра: 1-9)
8.	Рух змащувальної рідини в підшипнику. (Презентація. Завдання на СРС: Прилади вимірювання.. Л-ра: 1-9)
9.	Рух змащувальної рідини в зазорах між коаксіальними підшипниками. (Презентація. Завдання на СРС: Прилади вимірювання.. Л-ра: 1-9)
10.	Нестационарна теорія змащування. Межі застосування класичної теорії змащування. (Презентація. Завдання на СРС: Нерозривність та рух ідеальної рідини. Л-ра: 1-9)
11.	Контактно-гідродинамічне змащування. Основні рівняння і теорії контактно-гідродинамічного змащування. (Презентація. Завдання на СРС: Одномірні потоки рідини. Л-ра: 1-9)
12.	Принцип і схеми утворень граничних шарів. Граничне змащування. (Презентація. Завдання на СРС: Одномірні потоки газу. Л-ра: 1-9)
13.	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)
14.	Визначення зміни властивостей змащувальних рідин в процесі експлуатації. (Презентація.)
15.	Експериментальні стенди по дослідженню змін внутрішнього тертя матеріалів в парах тертя. (Презентація.)

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Назва практичної роботи	Кількість годин
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
2	Будова змащувальних систем автомобілей (теоретична).	2

	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 змащення. <i>Моделювання.</i>	4
4	Механічний вплив тертя. Вирішення практичних задач.	2
5	Реологічний вплив на змащувальні рідини на капілярному візкозиметрі. Вирішення практичних задач.	2
6	Обробка реологічних кривих.	2

Лабораторні заняття не передбачені

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1.	<i>Підготовка до аудиторних занять</i>	66
2.	<i>Виконання РГР Не передбачено</i>	-
3.	<i>Виконання ДКР Не передбачено</i>	-
4.	<i>Виконання МКР</i>	4
5.	<i>Підготовка до заліку</i>	6
	<i>Всього:</i>	76

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;
- використання засобів пошуку інформації на Google-сторінці викладача, в інтернеті;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали;

- політика щодо академічної доброчесності встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц. мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

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

Поточний контроль: практичні заняття, МКР.

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

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: мінімальний семестровий рейтинг більше половини стартової шкали..

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

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

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

- відповіді під час практичних занять (14 занять);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР)
- Експрес-опитування.

Відповіді на заліку оцінюються в 100 балів.

Робота на практичних заняттях (максимум 56 бали):

- захищена робота – 8 балів;
- активна творча робота – 6 балів;
- плідна робота – 3 бали;
- пасивна робота – 0 балів.

Виконання МКР:

- творчо виконана робота – 34 бали;
- роботу виконано з незначними недоліками – 30 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 20 балів;
- роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 0 балів.

Штрафні та заохочувальні бали:

За правильні відповіді під час експрес-опитувань – максимум 10 балів.

За несвоєчасне виконання модульної контрольної роботи – 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 РСО щодо допуску до семестрового контролю, але має підсумковий рейтинг менше 60 балів та хоче підвищити поточну оцінку, виконує додаткову контрольну роботу.

На заліку студенти виконують письмову контрольну роботу за трьома запитаннями та розв'язують практичне завдання. Кожне завдання містить запитання з різних тематичних розділів.

Критерії залікового оцінювання:

- вичерпні відповіді на всі питання білету, вичерпний розв'язок практичного завдання, а також відповіді на додаткові питання: 96-100 балів;
- вичерпні відповіді на всі питання білету, вичерпний розв'язок практичного завдання, не повні відповіді на додаткові питання: 85-94 балів;
- принципові відповіді на всі питання білету, вичерпний розв'язок практичного завдання, не повні відповіді на додаткові питання: 80-84 бали;
- в деяких відповідях мають місце певні неточності: 71-79 балів;
- допускаються окремі помилки, але їх можливо виправити: 66-70 бали;
- помилки у відповідях або відсутня відповідь на одне з питань залікової роботи: 60-65 балів;
- припускаються суттєві помилки у відповідях або відсутня відповідь на одне з питань: робота не зарахована.

Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни (r_d):

Рейтингова оцінка (RD) з кредитного модуля, семестрова атестація з якого передбачена у вигляді заліку, формується як сума всіх рейтингових балів r_k , а також заохочувальних r_z та штрафних балів z_{III} :

$$RD = r \sum_k r_k + \sum r_z + \sum z_{III}$$

$R_c = 66 \text{ пр.лаб.оп.} + 34 \text{ МКР} = 100 \text{ балів.}$

Таблиця 2 відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

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

Студенти, які виконали всі умови допуску до семестрової атестації (не мають заборгованостей з практичних робіт) та набрали протягом семестру необхідну кількість балів ($RD \geq 60$), отримують залікову оцінку (залік) так званим «автоматом» відповідно до набраного рейтингу (табл. 2). У такому разі до заліково-екзаменаційної відомості вносяться бали RD та відповідні оцінки.

Студенти, які набрали протягом семестру менше ніж 60 балів та не мають заборгованостей, зобов'язані виконувати залікову контрольну.

З метою підвищення мотивації студентів до систематичної навчальної роботи в РСО може бути передбачено «пори́г» (мінімальна кількість балів) допуску студентів до залікової контрольної роботи.

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 змащування

Складено:

доцентом, к.т.н., доцент кафедри ПГМ

Альона МУРАЩЕНКО

асистентом, доктором філософії кафедри ПГМ

Єлизавета СИНИЦИНА

Ухвалено кафедрою _ПГМ_ (протокол № 17 від 25.06.2025)

Погоджено Методичною комісією інституту (протокол № 11 від 27 червня 2025 року).