



ОСНОВИ ТЕОРІЇ ЗМАЩУВАННЯ (ОТЗ)

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Прикладна механіка
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	1 курс, викладається в одному семестрі (осінній/весняний)
Обсяг дисципліни	5 кредити ЄКТС (150 год)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік, МКР
Розклад занять	http://roz.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., професор Яхно Олег Михайлович Лабораторні: к.т.н., доц. Муращенко Альона Миколаївна, к.т.н., ст.викл. Костюк Дмитро Вікторович Пошта: a_kirya@i.ua Кафедра: корпус КПІ 1, кімната 299-11, тел. (044)204-82-55
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/

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-наукової програми «**Прикладна механіка**» підготовки магістрів 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.

Компетентності, що посилюються вибірковою дисципліною:

Фахові компетентності

ФК 6 Здатність використовувати досягнення науки та передових технологій у галузі сучасних технологічних машин і обладнання, процесів їх проектування та виробництва, підвищення їх якості, автоматизації технологічних процесів; застосування комп'ютерних технологій.

ФК 7 Здатність застосовувати фундаментальні та прикладні знання та вміння в галузі інноваційних технологій машинобудування.

Та продемонструвати такі **програмні результати навчання**:

PH 14 Застосовувати фундаментальні та прикладні знання та вміння в галузі інноваційних технологій машинобудування.

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

Необхідне попереднє успішне оволодіння знаннями та уміннями, набутими при вивченні дисциплін освітнього рівня бакалавр. Результати вивчення дисципліни є корисними для подальшого проходження «Науково-дослідна 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 контактено-гідродинамічного змащування.
9. Принцип і схеми утворень граничних шарів. Граничне змащування.
10. Постановка експериментів при вивченні процесів змащування.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

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.*

Додаткова література

6. *The Mechatronics Handbook. Editor-in-Chief Robert H. Bishop. CRC Press, 2002. – 1229 p.*
7. *Mechatronics : an introduction / edited by Robert H. Bishop. CRC Press, 2006. – 285 p.*
8. *Гідравліка, гідромашини та гідропнеумоавтоматика : підручник для студентів вищих навч. закладів, які навчаються за напрямом 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.*
9. *Гідрогазомеханіка : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом підготовки "Енергомашинобудування" / Р.О. Макаренко, О.Д. Коваль, О.І. Хлистунок; Міністерства освіти і науки України, Національний авіаційний університет. Київ: [НАУ], 2016. – 219 с.*
10. *Яхно, О. М.; Желяк, В. І. Гідравліка ньютонівських рідин. Київ: Вища школа, 1995*
11. *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

	<i>Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)</i>
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. Віскозіметрія. 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.)

Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1.	Підготовка до лекційних занять	24
2.	Підготовка до практичних	44
3.	Виконання МКР	4
4.	Підготовка до заліку	6
5.	Всього	78

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

Відвідування занять

Правила відвідування занять регламентується документами: «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 не нараховуються, 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 контролі 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.

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

Поточний контроль: опитування за темою заняття, тести.

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

Семестровий контроль: залік.

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

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

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 (24 бали);
- відповіді під час лабораторних/практичних занять (48 балів);
- виконання модульної контрольної роботи (28 балів).

Відповіді на заліку оцінюються у 100.

Робота на практичних/лабораторних заняттях (максимум 48 балів):

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

Виконання МКР:

- творчо виконана робота – 28 балів;
- роботу виконано в повному обсягу – 26-27 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 24-25 бали;
- роботу виконано з непринциповими помилками – 22-23 бали;
- роботу виконано з незначними помилками – 20-21 бал;
- роботу виконано з певними помилками – 17-19 балів;
- роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 0 балів.

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях (максимум 24 бали):

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

Штрафні та заохочувальні бали:

Штрафні бали не нараховуються.

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 або хоче підвищити поточну оцінку він виконує залікову контрольну 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 залікової контрольної роботи:

- 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: 75-84 бали;
- є всі відповіді, деякі відповіді неповні: 65-74 балів;
- є помилки у відповідях або відсутня відповідь на одне з питань залікової роботи: 60-64 балів.
- роботу не виконано або є грубі помилки – 0 балів.

Таблиця 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

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус): Основи теорії змащування

Складено:

професор, д.т.н, професор кафедри ПГМ
к.т.н. доцент кафедри ПГМ

Олег ЯХНО
Альона МУРАЩЕНКО

Ухвалено кафедрою ПГМ (протокол № 4, від 11.11.2022 року)

Погоджено Методичною комісією НН ММІ (протокол №4 від 22.12.2022)