



ЯВИЩЕ ТЕПЛОМАСОПЕРЕНОСУ В ПРАКТИЧНІЙ ГІДРОМЕХАНІЦІ

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)
Рік підготовки, семестр	2 курс, викладається в одному семестрі (осінній)
Обсяг дисципліни	5 кредитів ЄКТС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен, практичні роботи, МКР.
Розклад занять	Лекцій 36 год, практичні 36 годин (2 години лекції та 2 години прак.р. на тиждень), СРС 78 год. http://rozklad.kpi.ua/Schedules
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектори: канд. техн. наук, доцент, КОВАЛЬ Олексій Дмитрович koval.oleksij@lil.kpi.ua
Розміщення курсу	https://meet.google.com

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Явище переносу в практичній гідромеханіці» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки магістрів з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей аналізу та вивчення гідромеханічних систем з погляду явищ тепло-, масо-, та енергопереносу що об'єднують механічні, гідравлічні та електронні компоненти в адаптивному режимі функціонування, розв'язання складних практичних задач шляхом використання інструментальних засобів аналізу гідромеханічних систем.

Предметом навчальної дисципліни є: основи механіки рідини і тепло-масообміну в процесах, що відбуваються в системах механотроніки і гідроприводу. До завдань курсу відноситься також питання пов'язані з розумінням природи і фізичних процесів в складних системах автоматики, розуміння методів моделювання і розрахунку енергетичних їх характеристик «розв'язання задач ексергійного напрямку. Ці питання в даному курсі розглядаються комплексно з урахуванням сучасних вимог до знань з технічних, технологічних і економічних аспектів машинобудівної галузі.

Завдання курсу:

- сформуванню розуміння законів збереження маси, імпульсу й енергії та їхнього застосування до аналізу руху реальних рідин та газів;
- вивчити механізми теплопровідності, конвекції, випромінювання та дифузії й показати аналогію між процесами переносу;

- дати навички розрахунку коефіцієнтів тепловіддачі, масопереносу та гідравлічного опору для різних режимів руху та середовищ (в'язкі, аномально в'язкі й стратифіковані потоки);
- навчити будувати математичні моделі (рівняння Нав'є–Стокса, рівняння енергії, закони Фур'є й Фіка) та використовувати розмірнісні критерії (Re , Pr , Nu , Sc , Sh , Gr);
- сформувати вміння працювати з сучасними CFD-пакетами (ANSYS Fluent, COMSOL, OpenFOAM) для чисельного моделювання процесів тепломасопереносу;
- забезпечити можливість виконати індивідуальне дослідження чи проєкт у сфері гідромеханіки та тепломасопереносу.

Очікувані результати навчання. Після завершення курсу студент повинен:

Знати:

- пояснювати фізичну природу теплопровідності, конвекції, теплового випромінювання та масопереносу;
- визначати основні характеристики процесів переносу (густина потоків, коефіцієнти переносу, безрозмірні критерії) та їх діапазон застосування;
- знати рівняння руху в'язкої рідини та аномально в'язких середовищ, закон Ньютона для в'язкості та принцип Германа – Ейлера – Д'Аламбера;
- розуміти умови стійкості стратифікованих потоків та особливості течій у відкритих руслах і каналах.

Уміти:

- будувати математичні моделі тепломасопереносу та розв'язувати їх аналітичними і чисельними методами;
- аналізувати ламінарні, турбулентні та пульсуючі потоки, оцінювати вплив конвективного прискорення і дисипації енергії;
- обчислювати коефіцієнти тепловіддачі, масовіддачі й гідравлічного опору для трубопроводів та теплообмінників;
- застосовувати безрозмірні критерії подібності (Re , Pr , Nu , Sc , Sh , Gr) для узагальнення експериментальних даних;
- користуватися сучасними CFD-пакетами для моделювання тепломасопереносу й оптимізації технічних пристроїв;
- планувати та виконувати лабораторні експерименти, обробляти результати та робити висновки.

Навички та досвід:

- пошук оптимальних рішень та раціональних параметрів технічних пристроїв за допомогою математичного, імітаційного та комп'ютерного моделювання;
- оцінювання ефективності існуючих систем гідропневмоавтоматики, розробка та модернізація компонентів, оптимізація режимів роботи;
- виконання індивідуальних досліджень і проєктів у сфері тепломасопереносу та підготовка письмових звітів і презентацій.

2. Пререквізити та постреквізити

Дисципліна є основою для виконання магістерського дослідження й реалізації інженерних проєктів у галузі гідро- та енергомеханіки. Вона тісно пов'язана з науково-дослідною роботою за темою магістерської дисертації, науково-дослідною практикою та виконанням магістерської роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Основи переносу та гідродинаміки

- 1.1. Фізичні уявлення про процеси переносу в гідромеханічних системах: закони збереження маси, імпульсу і енергії, дисипація.
- 1.2. Основні характеристики переносу: густина потоку, градієнти, коефіцієнти теплопровідності, дифузії та в'язкості; безрозмірні критерії (Re , Pr , Nu , Sc , Sh , Gr).
- 1.3. Аналогії між тепловим, масовим та імпульсним переносом; гіпотеза аналогії Рейнольдса.

1.4. Перенесення маси та кількості руху; закон Фіка та закон Ньютона; приклади масообміну в рідинах та газах.

1.5. Підходи до вибору раціональних напрямків тепло-масообміну та моделювання потоків у гідромеханічних системах.

Розділ 2. Механіка рідин і газів та закони гідродинаміки

2.1. Основні рівняння руху в'язких рідин: рівняння Нав'є–Стокса, рівняння безперервності, рівняння стану.

2.2. Рух аномально в'язких рідин під дією конвективних сил; нестискуваність і стисливість, принцип Германа – Ейлера – Д'Аламбера.

2.3. Поля швидкостей, тиски та напруження: закон Ньютона, напруження й швидкості деформації.

2.4. Режимы течії: ламінарний, турбулентний, пульсуючий; критерії переходу; вплив пульсацій на процеси переносу.

2.5. Гідродинамічні особливості руху рідини в трубопроводах, відкритих руслах і каналах; потенціали і втрати енергії; стратифіковані потоки та умови їхньої стійкості.

Розділ 3. Теплоперенос

3.1. Теплопровідність: закон Фур'є, диференціальні рівняння теплопровідності, стаціонарні та нестаціонарні задачі.

3.2. Конвективний тепловий перенос: природна та вимушена конвекція в трубах і каналах; теплообмін у ламінарних і турбулентних потоках; зовнішній обтік тіл.

3.3. Теплове випромінювання: основи радіаційного теплообміну, закони Планка, Стефана–Больцмана, правила комбінування механізмів переносу.

3.4. Дисипативний перенос енергії: перетворення механічної енергії у тепло в течії, вплив віскозного тертя; енергетичні рівняння для реальних потоків.

Розділ 4. Масоперенос

4.1. Дифузія: закон Фіка, молекулярна та турбулентна дифузія, залежність коефіцієнтів дифузії від температури та тиску.

4.2. Конвективний масообмін: аналогія з тепловим переносом, міжфазний масообмін, коефіцієнти масовіддачі.

4.3. Прикордонні шари: тепловий і концентраційний; дифузійні та термічні проникні шари; вплив стратифікації.

4.4. Особливості процесів масообміну в аеродинамічних потоках і руслових течіях; масоперенос у вікових (старіючих) руслах та каналах.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література (підручники, навчальні посібники)

1. Яхно О.М. та ін. Прикладна гідропневмомеханіка і мехатроніка. – Вінниця: ВНТУ, 2019.
2. Напірні потоки зі змінними характеристиками: монографія / О. М. Яхно, В. В. Чернюк, Р. М. Гнатів; Міністерство освіти і науки України, Національний університет "Львівська політехніка". — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2016. — 408 сторінок: ілюстрації. — ISBN 978-617-607-948-4.
3. Сидоренко, С. І. Теорія тепло- та масопереносу в матеріалах [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальності «Матеріалознавство», спеціалізації «Металофізичні процеси та їх комп'ютерне моделювання» / С. І. Сидоренко, С. М. Волошко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. — Електронні текстові дані (1 файл: 3,04 Мбайт). — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. — 228 с. — <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/72595>
4. Bird, R.B., Stewart, W.E. and Lightfoot, E.N. (2007). Transport Phenomena (Revised Second ed.). John Wiley & Sons. ISBN 978-0-470-11539-8..
5. Коваль, О. Д. Прикладні питання механіки рідини і газу [Електронний ресурс]: навчальний посібник / О. Д. Коваль, О. М. Яхно ; НТУУ «КПІ». — Електронні текстові дані (1 файл: 1,50 Мбайт). — Київ : НТУУ «КПІ», 2011. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/1503>

Додаткова література:

6. Калюня В.А. Обчислювальна гідромеханіка. Модельні задачі. – Київ: ВПЦ «Київський університет», 2011.
7. Приходько М.А. Гідротермодинаміка бульбашкових газо-паро-рідинних систем. – НАН України, 2007.
8. Колтунов Б., Кондрусевич В. Теоретична та прикладна гідромеханіка. – Київ: НАУ, 2004.
9. F. P. Incorpera, D. P. DeWitt, T. L. Bergman, and A. S. Lavine, “Fundamentals of Heat and Mass Transfer-6th Edition”, John Wiley, New York, 2006.

Рекомендації та роз'яснення

- Всі базові літературні джерела є в бібліотеці КПП та в методичному кабінеті кафедри, додаткові джерела спрямовані на поглиблене ознайомлення з окремими розділами;
- Жодне джерело, як і всі перелічені літературні джерела разом, не є достатніми для опанування дисципліни без конспекту лекцій, який побудовано за певною методикою, що враховує специфіку і об'єм лекційних занять відповідно до освітньої програми.
- Базові джерела містять теоретичні матеріали та приклади за темами дисципліни, що можна використовувати разом з матеріалами лекцій, але тільки під час лекцій пропонується їх інтегральний зв'язок з сучасними проблемами МРГ, з прикладами і методиками практичної реалізації, чого не можна отримати з жодного літературного джерела.

Навчальний контент**5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Методика опанування кожної теми складається з таких компонентів: теоретичні відомості за темою, методики їх застосування на практичних заняттях, приклади застосування методик і самостійне виконання модульної контрольної роботи (МКР).

ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
РОЗДІЛ 1. ОСНОВИ ПЕРЕНОСУ ТА ГІДРОДИНАМІКИ	
Лекція 1	1.1. Фізичні уявлення про процеси переносу в гідромеханічних системах: закони збереження маси, імпульсу і енергії, дисипація
Лекція 2	1.2. Основні характеристики переносу: густина потоку, градієнти, коефіцієнти теплопровідності, дифузії та в'язкості; безрозмірні критерії (Re, Pr, Nu, Sc, Sh, Gr)
Лекція 3	1.3. Аналогії між тепловим, масовим та імпульсним переносом; гіпотеза аналогії Рейнольдса
Лекція 4	1.4. Перенесення маси та кількості руху; закон Фіка та закон Ньютона; приклади масообміну в рідинах та газах
Лекція 5	1.5. Підходи до вибору раціональних напрямків тепло-масообміну та моделювання потоків у гідромеханічних системах
Завдання на СРС:	Диференціальні рівняння тепломасопереносу та методи їхнього розв'язання: аналітичні (метод розділення змінних, інтегрування, перетворення Фур'є/Лапласа) і чисельні (кінцевих різниць, скінченних елементів, об'ємів).
РОЗДІЛ 2. МЕХАНІКА РІДИН І ГАЗІВ ТА ЗАКОНИ ГІДРОДИНАМІКИ	
Лекція 6	2.1. Основні рівняння руху в'язких рідин: рівняння Нав'є–Стокса, рівняння безперервності, рівняння стану.
Лекція 7	2.2. Рух аномально в'язких рідин під дією конвективних сил; нестискуваність і стисливість, принцип Германа – Ейлера – Д'Аламбера.

Лекція 8	2.3. Поля швидкостей, тиски та напруження: закон Ньютона, напруження й швидкості деформації.
Лекція 9	2.4. Режими течії: ламінарний, турбулентний, пульсуючий; критерії переходу; вплив пульсацій на процеси переносу.
Лекція 10	2.5. Гідродинамічні особливості руху рідини в трубопроводах, потенціали і втрати енергії; стратифіковані потоки та умови їхньої стійкості.
Завдання на СРС:	<i>CFD-моделювання: базові принципи дискретизації й апроксимації рівнянь Нав'є–Стокса та енергії; налаштування граничних умов; пост-обробка результатів; використання ANSYS Fluent, OpenFOAM, COMSOL.</i>
РОЗДІЛ 3. ТЕПЛОПЕРЕНОС	
Лекція 11	3.1. Теплопровідність: закон Фур'є, диференціальні рівняння теплопровідності, стаціонарні та нестаціонарні задачі
Лекція 12	3.2. Конвективний тепловий перенос: природна та вимушена конвекція в трубах і каналах; теплообмін у ламінарних і турбулентних потоках; зовнішній обтік тіл
Лекція 13	3.3. Теплове випромінювання: основи радіаційного теплообміну, закони Планка, Стефана–Больцмана, правила комбінування механізмів переносу. 3.4. Дисипативний перенос енергії: перетворення механічної енергії у тепло в течії, вплив віскозного тертя; енергетичні рівняння для реальних потоків.
Лекція 14	Модульна контрольна робота
Завдання на СРС:	<i>Процеси кипіння, випаровування й конденсації: режими кипіння, коефіцієнти тепловіддачі, плівкова та крапельна конденсація.</i>
РОЗДІЛ 4. МАСОПЕРЕНОС	
Лекція 15	4.1. Дифузія: закон Фіка, молекулярна та турбулентна дифузія, залежність коефіцієнтів дифузії від температури та тиску
Лекція 16	4.2. Конвективний масообмін: аналогія з тепловим переносом, міжфазний масообмін, коефіцієнти масовіддачі
Лекція 17	4.3. Прикордонні шари: тепловий і концентраційний; дифузійні та термічні проникні шари; вплив стратифікації
Лекція 18	4.4. Особливості процесів масообміну в аеродинамічних потоках і руслових течіях; масоперенос у вікових (старіючих) руслах та каналах
Завдання на СРС:	<i>Біо- та екологічні приклади: масоперенос у біореакторах, тепловіддача у процесах очищення води, вплив гідродинаміки на транспорт реагентів. Інноваційні напрямки: енергозбереження, композитні матеріали для підвищення теплопровідності, нанофлюїди, інтенсифікація тепло- і масообміну.</i>

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

<i>№ з/п</i>	<i>Назва теми заняття та перелік основних завдань на СРС</i>	<i>Кількість годин</i>
Практична робота 1-2	Визначення основних характеристик переносу: густини потоку, градієнта, коефіцієнтів теплопровідності, дифузії та в'язкості.	8
Завдання на СРС:	<i>Розмірний аналіз і теорія подібності: вибір масштабів, виведення критеріїв подібності, моделювання реальних процесів.</i>	
Практична робота 3-4	Методи моделювання явищ переносу. Проектування стенду для вивчення явища переносу	8
Завдання на СРС:	<i>Валідація моделей: порівняння з експериментальними даними, оцінка похибок, оптимізація параметрів.</i>	

Практична робота 5-6	Дослідження процесу теплопровідності. Дослідження процесу теплопровідності в циліндричній стінці за стаціонарного режиму	8
Завдання на СРС:	<i>Гідромеханічні системи з тепломасопереносом: трубопроводи енергетичних установок, системи охолодження та підігріву, багатофазні та стратифіковані потоки, аномально в'язкі й неньютонівські рідини.</i>	
Практична робота 7-8	Теплообмінні апарати. Основи розрахунку теплообмінних апаратів	8
Завдання на СРС:	<i>Теплообмінні апарати: типи теплообмінників (трубчасті, кожухотрунні, пластинчасті), критерії вибору, розрахунок площі поверхні, коефіцієнтів тепловіддачі та опору</i>	
Практична робота 9	Заключне заняття	4

ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ НЕ ПЕРЕДБАЧЕНІ

6. Самостійна робота студента

Метою самостійної роботи є засвоєння наданих на лекціях теоретичних матеріалів. Самостійна робота студентів складається з підготовки до аудиторних занять, розв'язання завдань, які відображають окремі фрагменти лекційного матеріалу щодо його поглибленої проробки, підготовки до лабораторних робіт, підготовки до модульної контрольної роботи.

150 – 36 – 36 = 78.

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1.	<i>Підготовка до лекцій</i>	14
2.	<i>Підготовка до практичних занять</i>	30
3.	<i>Підготовка до лабораторних занять Не передбачено</i>	-
4.	<i>Виконання РГР Не передбачено</i>	-
5.	<i>Виконання ДКР Не передбачено</i>	-
6.	<i>Виконання МКР</i>	4
7.	<i>Підготовка до заліку Не передбачено</i>	-
8.	<i>Підготовка до екзамену</i>	30
	<i>Всього:</i>	78

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

7.1. Правила відвідування занять

Вивчення навчальної дисципліни відбувається згідно графіку навчального процесу. Відвідування всіх видів занять рекомендовано для успішного засвоєння навчальних матеріалів.

7.2. 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>. Під час аудиторних занять студенти повинні дотримуватись діючих правил охорони праці, безпеки життєдіяльності і правил пожежної безпеки, а у разі навчання за дистанційною формою виконувати вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я під час роботи з екранними пристроями.

7.3. Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

Студенти зобов'язані дотримуватися термінів виконання усіх видів робіт, передбачених навчальною дисципліною. Порушення термінів виконання певного виду робіт враховується згідно рейтингової системи оцінювання.

Загальний рейтинг з дисципліни включає штрафні та заохочувальні бали, які додаються до суми вагових балів усіх контрольних заходів.

Нарахування штрафних балів не передбачено.

Заохочувальні бали можуть нараховуватися за виконання творчих робіт: робота у наукових гуртках з підготовкою матеріалів доповідей або статей для публікації, участь у наукових і науково-практичних конференціях і семінарах, олімпіадах з дисципліни, конкурсах робіт, рефератів та оглядів наукових праць, аналіз сучасної нормативно-правової бази з дисципліни у країні та її відповідність вимогам міжнародних стандартів тощо. Кількість нарахованих балів залежить від отриманих результатів.

Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати 10% від рейтингової шкали, тобто $60 \cdot 0,1 = 6$ балів.

7.4. Політика дедлайнів та перескладань

Всі контрольні заходи мають бути складені у терміни, які передбачені навчальним планом і графіком освітнього процесу. Пропущені контрольні заходи та/або завдання, які виконані студентом із незадовільною оцінкою, можуть додатково складатися для виконання та/або отримання задовільної оцінки (для підвищення оцінки) під час навчання до завершення термінів графіку освітнього процесу.

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>

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_HON-228.

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

Поточний контроль: відповіді на питання до лекційних занять, виконання індивідуального (практичного) завдання та відповіді на контрольні питання за темою практичного заняття, МКР.

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

Семестровий контроль: екзамен.

8.1. Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, які він отримує за:

- відповіді на теоретичні питання та відповіді на тестові (контрольні питання) до лекційних занять;
- виконання індивідуальних (практичних) завдань або презентацію результатів наскрізного завдання;
- контрольну модульну роботу;
- відповідь на екзамені.

Види контролю та бали за кожен елемент контролю:

№	Контрольний захід	Ваговий бал, max	Кількість	Всього
1.	відповідь на теоретичні питання за розділами та відповідь на тестові або контрольні питання	2	7	14

2.	виконання індивідуальних (практичних) завдань	3,5	8	28
3.	контрольна модульна робота	8	1	8
Всього (за результатами семестрової роботи) п.1-3				50
4.	Екзамен	50	1	100

Результати виставляються в АІС Електронний Кампус.

8.2. Критерії нарахування балів

8.2.1. Відповідь на теоретичні питання та відповідь на тестові (контрольні питання) до лекційних занять оцінюються максимум в 2 бали:

- відповідь на теоретичні питання та відповідь на тестові (контрольні питання) до лекційних занять у повному обсязі – 2 бали;
- відповідь на теоретичні питання без відповіді на тестові (контрольні питання) до лекційних занять у повному обсязі – 1,2 бали;
- відповідь тільки на тестові (контрольні питання) до лекційних занять у повному обсязі – 0,8 балів.

Таким чином, максимальна кількість балів, що може бути отримана за виконання теоретичних завдань 14 балів.

8.2.2. Виконання індивідуального (практичного) завдання та відповіді на контрольні питання за темою практичного заняття оцінюються максимум в 3,5 бали:

- індивідуальне (практичне) завдання виконане вчасно і у повному обсязі – 3,5 бали;
- індивідуальне (практичне) завдання виконане у повному обсязі, але з несуттєвими помилками – 2 бал;
- індивідуальне або групове (практичне) завдання виконане в не повному обсязі, або з суттєвими помилками – 1 бал.

Таким чином, максимальна кількість балів, що може бути отримана за виконання індивідуальних (практичних) завдань 28 балів.

8.2.3. Виконання модульної контрольної роботи оцінюється максимально в -8 балів:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 7 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними зауваженнями – 6 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) – 5 балів;
- незадовільна відповідь (менше 60% потрібної інформації) – 0 балів.

Таким чином, максимальна кількість балів, що може бути отримана за виконану модульну контрольну роботу складає 8 балів.

Календарний контроль

Календарний контроль з навчальної дисципліни (освітнього компонента) проводиться, як правило, на 7-8 та 14-15 тижнях кожного семестру. Умовою отримання позитивної оцінки календарного контролю з навчальної дисципліни є значення поточного рейтингу здобувача не менше, ніж 50 % від максимально можливого на час проведення такого контролю. Результати календарного контролю заносяться у модуль «Календарний контроль» Електронного кампусу.

Умови допуску до екзамену

1. Здані усі практичні завдання.
2. Стартовий рейтинг $r_c \geq 36$ балів. Екзамен відбувається за розкладом екзаменаційної сесії. Екзаменаційний білет складається з трьох завдань: два теоретичні питання і один кейс з практичним завданням. Правильна відповідь на кожне теоретичне питання оцінюється в 10 балів, за правильне представлення кейсу нараховується 20 балів. Максимальна кількість балів за екзамен складає 50 балів.

Рейтингові бали за завдання білету

Бали за теор. питання	Бали за кейс	Критерій оцінювання
-----------------------	--------------	---------------------

10	20	Відмінна відповідь (не менше 95% інформації), можливе несуттєве зауваження або неточність
9	18	Дуже добра відповідь (не менше 85% інформації), помилок немає, відповідь на переважну більшість питань.
8	16	Добра відповідь (не менше 75% інформації), помилок немає, відповідь на більшість питань, окремі недоліки
7	14	Достатня відповідь (не менше 65% інформації), є зауваження, відповідь тільки на частину питань
6	12	Задовільна відповідь (не менше 60% інформації), суттєві помилки, відповідь на поодинокі питання
0	0	Відповідь не вірна або менше 60% інформації, або відсутня

Екзамен в умовах дистанційного навчання проводиться on-line в Google Classroom.

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

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Склав:

доцентом кафедри ПГМ, к.т.н., доц.

Коваль Олексій Дмитрович

Ухвалено кафедрою ПГМ НН ММІ (протокол № 17 від 25.06.2025р.).

Погоджено Методичною комісією навчально-наукового механіко-машинобудівного інституту (протокол № 11 від 27 червня 2025 року).