



ДИНАМІКА ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНИХ МАШИН

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	5 кредитів ЄКТС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен / МКР / лабораторні роботи/ практичні роботи
Розклад занять	Лекції 30 год., практичні 14 год., лабораторні 16 год. (2 години лекцій, 1 година практич., 1 година лаб.р. на тиждень)
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент, Неженцев Олексій Борисович , nezhentsev007@gmail.com Практичні / Семінарські: відсутні Лабораторні: к.т.н., доцент, Неженцев Олексій Борисович , nezhentsev007@gmail.com
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode

Програма навчальної дисципліни

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

Для сучасного машинобудування характерні тенденції до підвищення продуктивності машин, яка пов'язана зі збільшенням робочих швидкостей та скороченням тривалості перехідних процесів, що призводить до зростання динамічних навантажень. З метою зниження останніх необхідно вивчати динамічні процеси в механізмах машин, методи розрахунків і досліджень динамічних навантажень, що діють на елементи приводів і металоконструкції машин. Навчитися формувати оптимальні за динамічними навантаженнями та часом режими пуску та гальмування підйомно-транспортних машин.

Дисципліна «Динаміка підйомно-транспортних машин» викладається відповідно до освітньої програми підготовки здобувачів вищої освіти освітньо-кваліфікаційного рівня магістр за спеціальністю «131 Прикладна механіка», напрям «Автоматизовані логістичні системи».

Основними завданнями вивчення дисципліни «Динаміка підйомно-транспортних машин» є ознайомлення студентів з методами: побудови розрахункових схем (динамічних моделей) підйомно-транспортних машин (механізмів); розрахунків параметрів динамічних моделей підйомно-транспортних машин (зведених мас, характеристик пружних та дисипативних сил елементів механізмів і металоконструкцій підйомно-транспортних машин, статичних та динамічних характеристик електроприводів); складання диференціальних рівнянь руху підйомно-транспортних машин, представлених багатомасовими моделями; а також - користуватися програмними продуктами (в тому числі - в середовищі Delphi) для чисельного інтегрування систем диференціальних рівнянь руху вантажопідйомних кранів та визначення переміщень, швидкостей, прискорень зведених мас, зусиль в елементах приводів і металоконструкцій вантажопідйомних

машин; аналізувати результати моделювання перехідних процесів в електромеханічних системах підйомно-транспортних машин; формулювати висновки і рекомендації щодо зниження динаміки підйомно-транспортних машин.

Метою викладання дисципліни є формування у студентів здатностей: розробляти математичні моделі машин і їх приводів; виконувати аналіз навантаженості елементів машин в перехідних режимах роботи; визначати динамічні зусилля в механізмах і металоконструкціях підйомно-транспортних машин; запобігати резонансам в механізмах і конструкціях підйомно-транспортних машин при вимушених і параметричних коливаннях; визначати методи зниження динамічної навантаженості підйомно-транспортних машин.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є: сукупність знань і коло задач, пов'язаних з проблемами визначення та зниження динамічних зусиль в механізмах і металоконструкціях підйомно-транспортних машин

Отримані **компетентності** дозволять:

- складати розрахункові схеми (динамічні моделі) підйомно-транспортних машин (механізмів);
- виконувати розрахунки параметрів динамічних моделей машин (зведених мас, характеристик пружних та дисипативних сил елементів механізмів і металоконструкцій підйомно-транспортних машин, статичних та динамічних характеристик електроприводів);
- складати диференціальні рівняння руху підйомно-транспортних машин, представлених багатомасовими моделями;
- користуватися програмними продуктами (в тому числі - в середовищі Delphi) для чисельного інтегрування систем диференціальних рівнянь руху вантажопідйомних кранів та визначення переміщень, швидкостей, прискорень зведених мас, а також зусиль в елементах приводів і металоконструкцій вантажопідйомних машин;
- аналізувати результати моделювання перехідних процесів в електромеханічних системах підйомно-транспортних машин;
- формулювати висновки і рекомендації щодо зниження динаміки підйомно-транспортних машин.

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

Необхідне попереднє успішне оволодіння знаннями та вміннями, набутими при вивченні дисциплін «Теоретична механіка», «Механіка матеріалів і конструкцій», «Теорія механізмів і машин», «Деталі машин», «Основи промислового електроприводу», «Вантажопідіймальні машини», «Транспортувальні машини».

Результати вивчення дисципліни «Динаміка підйомно-транспортних машин» є необхідними для подальшого вивчення дисциплін: «Надійійність обладнання логістичних систем», «Оптимізація логістичних процесів», а також виконання випускної магістерської дисертації за напрямом «Автоматизовані логістичні системи».

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Загальні відомості про динаміку підйомно-транспортних машин.

Тема 2. Параметри динамічних моделей машин, їх розрахунок і приведення.

Тема 3. Розрахунок і приведення зовнішніх сил в математичних моделях підйомно-транспортних машин.

Тема 4. Коливальні процеси в машинах. Динамічні характеристики систем.

Тема 5. Динамічні процеси в механізмах пересування вантажопідйомних кранів (візків).

Тема 6. Багатопараметричні дослідження динаміки вантажопідйомних кранів.

Тема 7. Динамічні процеси в механізмах підйому вантажів.

Тема 8. Динамічні процеси в механізмах повороту стрілових кранів.

Тема 9. Динамічні процеси в ліфтах.

Тема 10. Динаміка конвеєрів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О. Динаміка машин. – К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2013. – 227 с.
2. Моделювання динаміки механізмів вантажопідйомних машин / [Ловейкін В.С., Човнюк Ю.В., Діктерук М.Г., Пастушенко С.І.]. – К. - Миколаїв: РВВ МДАУ, 2004. – 286 с.
3. Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підіймальних і транспортувальних машин: підручник / В.С. Бондарев та ін. – К.: Вища шк., 2009. – 734 с.
4. Ловейкін В.С. Динаміка і оптимізація режимів руху мостових кранів / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич – К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2016. – 310 с.
5. Динамічні навантаження у вантажопідйомних машинах : навч.-метод. посібник / О.В. Григоров, В.В. Офій, А.С. Рахманий. - Х. : НТУ "ХПІ", 2006. - 68 с

Додаткова література

6. Огурицов А.П., Сарандачов В.І., Солод В.Ю. Діагностика, динаміка, надійність підйомно-транспортних машин. - Дніпропетровськ: Системні технології, 2002. - 367 с.
7. Ловейкін В.С. Аналіз та синтез режимів руху механізмів вантажопідйомних машин: монографія / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич. – К.: Компрінт, 2012. – 298 с.
8. Огурицов А.П., Мамаєв Л.М., Скрипник Е.Т., Зінченко В.І. Механіка віброактивності та віброзахисту машин. - К.: НМЦ ВО МОНУ, 2002. - 368с.

Рекомендації та роз'яснення:

- Всі базові літературні джерела є в бібліотеці КПП. Додаткові джерела спрямовані на більш глибоке ознайомлення з методами: побудови розрахункових схем (динамічних моделей) машин (механізмів); розрахунків параметрів динамічних моделей машин; складання диференціальних рівнянь руху машин та чисельного інтегрування цих диференціальних рівнянь; розробки рекомендацій щодо зниження динаміки машин.
- Жодне джерело, як і всі перелічені літературні джерела разом, не є достатнім для опанування дисципліни без виконання лабораторних робіт та самостійного розв'язання типових задач з динаміки підйомно-транспортних машин.
- Базові джерела містять теоретичні матеріали та приклади за всіма темами дисципліни і їх можна використовувати так само, як матеріал лекцій, але під час лекцій надається їх зв'язок з фрагментами методик та практичним і лабораторним використанням, чого не можна отримати з жодного літературного джерела.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Методика опанування кожної теми складається з наступних компонентів: теоретичні відомості за темою, методики їх застосування, приклади вирішення задач, лабораторні роботи, самостійна робота.

ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, завдання на СРС з посиланням на літературу)
1	Тема 1. Загальні відомості про динаміку підйомно-транспортних машин. Лекція 1. Вступ. Предмет і мета курсу. Основні задачі динаміки підйомно-транспортних машин (ПТМ). Основні типи динамічних систем (механічні, електромеханічні, електрогідромеханічні; з зосередженими параметрами, з розподільними параметрами, комбіновані). Розрахункові схеми машин і основні рівняння динаміки. Методи складання рівнянь динаміки машин.
2	Лекція 2. Формування математичних моделей підйомно-транспортних машин. Основні режими коливань динамічних систем (перехідні процеси, примусові невинні випадкові і випадкові коливання, автоколивання, параметричні коливання; приклади).
3	Тема 2. Параметри динамічних моделей машин, їх розрахунок і приведення. Лекція 3. Приведення мас і моментів інерції складових частин динамічних моделей машин: роторів двигунів, муфт, зубчастих коліс, барабанів, блоків, шківів, ходових коліс, вантажонесучих органів, канатів, балок, стріл, рам. Складання рівнянь динаміки жорстких

	систем. Рівняння динаміки вантажопідіймальних кранів як жорстких систем. Складання рівнянь динаміки пружних систем з обмеженим числом мас. Пружні характеристики з'єднань мас системи. Жорсткості передач, валів, муфт, канатів, ланцюгів.
4	Лекція 4. Дисипативні сили, в'язке і сухе тертя. Визначення і приведення коефіцієнтів демпфірування коливань в механізмах.
5	Тема 3. Розрахунок і приведення зовнішніх сил в математичних моделях ПТМ. Лекція 5. Параметри приводних двигунів підйомно-транспортних машин. Врахування в математичних моделях вантажопідйомних кранів зведеної сили приводу. Механічні характеристики асинхронного кранового електроприводу. Механічні характеристики кранового електроприводу в режимах противмикання двигуна, динамічного і комбінованого гальмування.
6	Лекція 6. Реостатне керування крановим електроприводом. Гальмування вантажопідйомних машин за допомогою двигунів (противмикання, динамічне гальмування, генераторне гальмування, комбіноване гальмування двигуном і колодковими гальмами). Електромеханічна модель мостового крана з урахуванням всіх основних параметрів системи «привод – металоконструкція - вантаж».
7	Тема 4. Коливальні процеси в машинах. Динамічні характеристики систем. Лекція 7. Природа коливальних процесів. Оцінка рівня детермінованої і випадкової компонент. Детерміновані коливання (періодичні коливання, модульовані коливання, демодуляція коливань, неперіодичні коливання). Оцінка стаціонарності і ергодицичності випадкових коливань. Оцінка рівня коливального процесу (розмах, пікове значення, середнє квадратичне значення, середнє квадратичне відхилення, дисперсія, математичне очікування). Закони розподілення. Функція щільності ймовірності.
8	Лекція 8. Оцінка частотного складу процесу. Непараметричний спектральний аналіз. Амплітудний та фазовий спектри, спектральні вікна і їх використання, кореляційна функція, спектральна щільність. Характеристики частотного складу. Динамічні характеристики коливальних систем. Оцінки якості перехідного процесу. Частотні динамічні характеристики коливальної системи: АЧХ, ФЧХ, АФЧХ. Методи визначення частотних характеристик коливальних систем, оцінка форм коливань.
9	Тема 5. Динамічні процеси в механізмах пересування вантажопідйомних кранів (візків). Лекція 9. Структура і основні елементи механізмів пересування вантажопідйомних кранів (візків). Кінематичні схеми механізмів пересування кранів. Розрахункові три- та чотиримасові динамічні моделі кранів мостового типу при роботі механізму пересування. Диференційні рівняння руху багатомасових електромеханічних систем. Розрахунок коефіцієнтів диференціальних рівнянь руху вантажопідйомного крана.
10	Лекція 10. Динамічні навантаження в кранах мостового типу при їх пересуванні в руховому та гальмівних режимах. Аналіз режимів пуску (розгону) механізму пересування кранів при реостатному та частотному управлінні двигуном. Перехідні процеси кранів (візків) в режимах гальмування противмиканням, динамічного гальмування, генераторного гальмування, а також за допомогою механічного гальма. Зниження динамічних навантажень в елементах приводу пересування та металоконструкції крана при роботі механізму пересування кранів (візків).
11	Тема 6. Багатопараметричні дослідження динаміки вантажопідйомних кранів. Лекція 11. Концепція багатопараметричних досліджень динаміки вантажопідйомних кранів. Багатопараметричний багатофакторний аналіз динаміки вантажопідйомних кранів. Методика оптимізації характеристик механізмів пересування вантажопідйомних кранів.
12	Лекція 12. Алгоритм розрахунку оптимальних гальмівних характеристик механізму пересування мостового крана. Незалежні змінні (фактори), які однозначно визначають гальмівну характеристику електропривода. Вибір узагальненого критерію "якості" гальмівного процесу. Розрахунок оптимальної гальмівної характеристики механізму пересування крана методом крутого сходження. Приклади розрахунків оптимальних гальмівних характеристик приводів пересування мостових кранів (в режимі динамічного

	гальмування, при двоступінчастому гальмуванні противмиканням, в режимі комбінованого гальмування двигуном і колодковими гальмами).
13	Тема 7. Динамічні процеси в механізмах підйому вантажів. Лекція 13. Кінематичні схеми механізму підйому вантажу мостового крана. Характеристики приводу механізму підйому. Розрахункова динамічна модель мостового крана при роботі механізму підйому вантажу. Диференційні рівняння руху мостових кранів при роботі механізму підйому вантажів. Розрахунок коефіцієнтів диференціальних рівнянь руху вантажопідйомного крана.
14	Лекція 14. Рівняння руху електромеханічної системи з розподіленими параметрами. Динамічні навантаження в кранах мостового типу при роботі механізму підйому. Аналіз режимів пуску і гальмування механізму підйому при різних способах керування двигунами. Динамічна модель та динамічні навантаження мостового крана при опусканні вантажів. Плавна «посадка» вантажів мостовим краном.
15	Тема 8. Динаміка конвеєрів. Лекція 15. Пуск і зупинка конвеєрів. Динаміка конвеєрів з ланцюговим тяговим органом. Взаємодія става і робочого органу конвеєра. Взаємодія приводних пристроїв з тяговим ланцюгом. Рівняння руху конвеєрів. Математична модель конвеєра для сталого режиму роботи. Розв'язання рівнянь руху скребкового конвеєра та пластинчастого конвеєра. Способи обмеження динамічних сил в елементах конвеєра.

ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

Метою лабораторних/практичних робіт з курсу «Динаміка підйомно-транспортних машин» є закріплення у студентів знань та формування навичок з визначення та дослідження:

- розрахункових схем (динамічних моделей) підйомно-транспортних машин (механізмів);
- параметрів динамічних моделей машин (зведених мас, характеристик пружних та дисипативних сил елементів механізмів і металоконструкцій підйомно-транспортних машин, статичних та динамічних характеристик електроприводів);
- диференціальних рівнянь руху підйомно-транспортних машин, представлених багатомасовими моделями;
- програмних продуктів (в тому числі - в середовищі Delphi) для чисельного інтегрування систем диференціальних рівнянь руху вантажопідйомних кранів та визначення переміщень, швидкостей, прискорень зведених мас, а також зусиль в елементах приводів і металоконструкцій вантажопідйомних машин;
- результатів моделювання перехідних процесів в електромеханічних системах підйомно-транспортних машин;
- висновків і рекомендацій щодо зниження динаміки підйомно-транспортних машин.

№ з/п	Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)	Кількість ауд. годин
1.	Інструктаж з техніки безпеки. Лабораторна робота 1. Знайомство з елементною базою апаратури для експериментального дослідження механізмів та металоконструкцій підйомно-транспортних машин.	2
2.	Лабораторна робота 2. Розрахунки масових і інерційних показників механізмів та конструкцій підйомно-транспортних машин і їх приведення.	2
3.	Лабораторна робота 3. Розрахунки жорсткісних і демпфіруючих показників механізмів і конструкцій підйомно-транспортних машин і їх приведення.	2
4.	Лабораторна робота 4. Приведення зовнішніх навантажень. Розрахунок і побудова механічних характеристик електродвигунів кранових механізмів у рухових режимах.	2
5.	Лабораторна робота 5. Розрахунок і побудова механічних характеристик електродвигунів кранових механізмів в гальмових режимах.	2

6.	Лабораторна робота 6. Підготовка для досліджень розрахункових динамічних схем (тримасової та чотиримасової) мостового крана та програмного забезпечення (в середовищі Delphi) при його пересуванні.	2
7.	Лабораторна робота 7. Дослідження динамічних навантажень при пересуванні мостового крана в режимах розгону за тримасовою та чотиримасовою розрахунковими схемами з використанням статичних та динамічних характеристик асинхронного електроприводу.	2
8.	Лабораторна робота 8. Дослідження динамічних навантажень при пересуванні мостового крана в режимах гальмування (колодковими гальмами, противимканням, динамічного гальмування) за тримасовою та чотиримасовою розрахунковими схемами.	2

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Назва практичної роботи (комп'ютерного практикуму)	Кількість ауд. годин
1.	Підготовка для досліджень розрахункової динамічної схеми мостового крана та програмного забезпечення (в середовищі Delphi) при підйомі вантажів в різних режимах.	2
2.	Дослідження динамічних навантажень мостового крана при підйомі вантажів в режимах розгону та гальмування.	4
3.	Підготовка розрахункової динамічної схеми мостового крана та програмного забезпечення (в середовищі Delphi) при опусканні вантажів в різних режимах.	4
4.	Дослідження динамічних навантажень мостового крана при опусканні вантажів в різних режимах.	4

6. Самостійна робота студента

150 – 30 – 30 = 90.

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1.	Підготовка до лекцій	15
2.	Підготовка до практичних занять	17
3.	Підготовка до лабораторних занять	24
4.	Виконання РГР Не передбачено	-
5.	Виконання ДКР Не передбачено	-
6.	Виконання МКР	4
7.	Підготовка до заліку Не передбачено	-
8.	Підготовка до екзамену	30
	Всього:	90

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Зазначається система вимог, які викладач ставить перед студентом:

Основними засобами діагностики успішності навчання є модульна контрольна робота, поточний контроль на лабораторних роботах та письмово-практичний «іспит», який містить теоретичні та практичні завдання.

Для належного засвоєння матеріалів дисципліни потрібно:

- повне відвідування лабораторних занять та більше за 2/3 лекцій;
- правила поведінки на заняттях передбачають активний діалог з викладачем, швидка підготовка рішень по практичним завданням, використання прикладів попередніх рішень;
- заохочувальні бали надаються у відповідності до «системи оцінювання результатів», штрафні бали є засобом протидії плагіату та несамостійному виконанню робіт;
- політика дедлайнів полягає в завчасному виконанні всіх поточних лабораторних робіт та виконання всіх контрольних робіт до початку залікової сесії;
- політика щодо академічної доброчесності відповідає загальним положенням, прийнятим в «КПІ ім. Сікорського»;
- політика навчальної дисципліни спрямована на розвиток індивідуальних здібностей в напрямку набуття компетенцій щодо ознайомлення студентів з методами: складання розрахункових схем (динамічних моделей) підйомно-транспортних машин; виконання розрахунків параметрів динамічних моделей машин (зведених мас, характеристик пружних та дисипативних сил елементів механізмів і металоконструкцій підйомно-транспортних машин, статичних та динамічних характеристик електроприводів); складання диференціальних рівнянь руху підйомно-транспортних машин, представлених багатомасовими моделями; користування програмними продуктами (в тому числі - в середовищі Delphi) для чисельного інтегрування систем диференціальних рівнянь руху вантажопідйомних кранів та визначення переміщень, швидкостей, прискорень зведених мас, а також зусиль в елементах приводів і металоконструкцій вантажопідйомних машин; аналізу результатів моделювання перехідних процесів в електромеханічних системах підйомно-транспортних машин; розробки висновків і рекомендацій щодо зниження динаміки підйомно-транспортних машин.

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

Вказуються всі види контролю та бали за кожен елемент контролю: поточний контроль: опитування за темою заняття (або тести), перевірка модульної контрольної роботи. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу.

Семестровий контроль: іспит.

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за модульні контрольні роботи, зарахування усіх лабораторних робіт, семестровий рейтинг більше 50 балів.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- відвідування, виконання та захист лабораторних робіт – від 12 до 42 балів;
- правильне виконання модульної контрольної роботи – від 2 до 8 балів;
- відповідь на іспиті - до 50 балів.

СИСТЕМА РЕЙТИНГОВИХ (ВАГОВИХ) БАЛІВ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

8.1. Лабораторні/практичні роботи (r_1)

Необхідною умовою допуску до іспиту є відпрацювання 100% поточних лабораторних робіт. Ваговий бал однієї лабораторної роботи становить від 1 до 3,5 балів (табл. 1). Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи: $r_1 = 12 \text{ роб.} \times 3,5 \text{ балів} = 42 \text{ бали}$.

Максимальна кількість штрафних балів мінус 2 бали, або заохочувальних +2 бали за всі поточні лабораторні заняття. Бали додаються за оригінальні рішення. Бали втрачаються за некоректне використання обладнання та запозичення чужих рішень.

Рейтингові бали за одну лабораторну роботу

Таблиця 1

Бали	Критерій оцінювання
3,5	Зауважень до результату нема, є відповіді на всі запитання
2,5	Зауважень до результату нема, але не на всі запитання є відповіді
1	Лабораторну роботу виконано не до кінця
0	Лабораторну роботу не виконано

8.2. Модульна контрольна робота (r_4)

Ваговий бал МКР становить до 8 балів.

Рейтингові бали МКР

Таблиця 2

Бали	Критерій оцінювання
8	Рішення правильне, зауважень до рішення модульної контрольної роботи немає
6	Рішення в цілому правильне, але є несуттєві зауваження до модульної контрольної роботи
4	Хід рішення правильний, але є помилки
0	Модульна контрольна робота не вирішена

8.3. Штрафні та заохочувальні бали

Загальний рейтинг з дисципліни включає штрафні та заохочувальні бали (табл.3). Загальна сума штрафних балів не може перевищувати 5 балів. Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 балів.

Штрафні та заохочувальні бали

Таблиця 3

Дія	Бали
Відсутність на лабораторному занятті без поважної причини	мінус 0,2 бали (але в сумі не більш ніж мінус 2)
Не своєчасне відпрацювання лабораторної роботи (термін виконання роботи - два тижні).	мінус 0,5 бали (але в сумі не більш ніж мінус 1)
Оригінальне рішення за завданням лабораторних робіт	плюс 2 бали
Допомога відстаючим під час виконання поточних лабораторних робіт	плюс 1 бал

8.4. Календарний контроль

На 8-й тиждень навчання (перша атестація). Для отримання «задовільно» з першої рубіжної атестації студент повинен мати сумарно не менше ніж $(12 \times 0,5) + (30 \times 0,5) = 21$ бал.

На 14-й тиждень навчання (друга атестація). Для отримання «задовільно» з другої рубіжної атестації студент також повинен мати не менше ніж $(12 \times 0,5) + (30 \times 0,5) = 21$.

8.5. Критерії оцінювання іспиту

Іспит складається з двох теоретичних питань та практичного завдання. Вага кожного теоретичного питання від 5 до 10 балів, практичного завдання від 15 до 30 балів. Таким чином, кількість балів за відповідь на іспиті може становити від $(5 + 5) + 15 = 25$ балів до $(10 + 10) + 30 = 50$ балів (таблиця 5).

Критерій оцінювання відповіді на іспиті визначається як сума якості відповідей на кожне запитання і рішення практичного завдання (за таблицями 4 і 5).

Кількість балів за одне теоретичне питання на іспиті

Таблиця 4

Бали	Критерій оцінювання
10,0	Відмінна відповідь (не менше 95% інформації), можливі несуттєві зауваження до схем та неточності у відповідях
7,0	Дуже добра відповідь (не менше 85% інформації), помилок майже немає, відповідь на переважну більшість питань, творче мислення
5,0	Добра відповідь (не менше 75% інформації), грубих помилок немає, вірна відповідь на всі принципові питання, є окремі недоліки
0,0	Відповідь не вірна або менше 60% інформації, або відсутня

Кількість балів за практичне завдання на іспиті

Таблиця 5

Бали	Критерій оцінювання
30,0	Рішення повністю відповідає завданню, можливі несуттєві зауваження до схем та графіків
25,0	Рішення повністю відповідає завданню, можливі несуттєві зауваження до схем та графіків, несуттєві неточності у відповідях
20,0	Рішення повністю відповідає завданню, можливі несуттєві зауваження до схем та графіків, неточності у відповідях

15,0	Рішення повністю відповідає завданню, можливі зауваження до схем та графіків, неточності у відповідях
0,0	Рішення не відповідає завданню або відсутнє

8.6. Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни (r_d):

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає: $R_c = \sum_i r_i$

де r - рейтингові або вагові бали за кожний вид робіт з дисципліни (табл. 1 - 5).

$R_c = 42 \text{ балів} + 8 \text{ МКР} = 50 \text{ балів}$.

відповідь на іспиті R_E шкали дорівнює: $R_E = 50 \text{ балів}$.

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає $R_D = R_c + R_E = 50 + 50 = 100 \text{ балів}$.

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

Необхідною умовою допуску до іспиту є виконання МКР, виконання 100% поточних лабораторних, передбачених програмою, а також стартовий рейтинг R_c не менше 50% від R_c . Тобто, не менш $R_c = 0,5 \times 42 = 21 \text{ бал}$.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з дисципліни більше $0,5 \times R_c = 30 \text{ балів}$, допускаються до іспиту.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (наприклад, як додаток до силабусу);
- можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою;
- інша інформація для студентів/аспірантів щодо особливостей опанування навчальної дисципліни.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено

доцентом кафедри ПГМ, к.т.н., доц. **Нєженцевим Олексієм Борисовичем**

Ухвалено кафедрою ПГМ (протокол № 17 від 25.06.2025)

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