

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор

Сергій ОКОВИТИЙ

« 30 » 05 2025 р.



ПОГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи

Олег МАРЕНКОВ

« 30 » 05 2025 р.

ПРОГРАМА
ВСТУПНОГО ІСПИТУ ДО АСПІРАНТУРИ
для здобуття ступеня доктора філософії
на основі освітнього ступеня магістра (освітньо-кваліфікаційного рівня
спеціаліста)
за спеціальністю G9 Прикладна механіка
освітньо-наукова програма – Прикладна механіка



Розглянуто на засіданні вченої ради
фізико-технічного факультету
від «25» березня 2025 р., протокол № 9

Голова вченої ради  Анатолій САНІН

Дніпро-2025

Внесено: кафедрою механотроніки фізико-технічного факультету.

Розробники:

1. Ащепкова Н. С., кандидат технічних наук, доцент кафедри механотроніки, гарант освітньо-наукової програми підготовки докторів філософії за спеціальністю G9

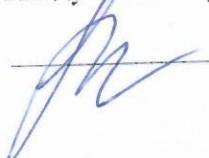
Прикладна механіка;

2. Сокол Г. І., доктор технічних наук, професор кафедри механотроніки;

3. Юшкевич О.П., кандидат технічних наук, доцент кафедри механотроніки.

Програма схвалена на засіданні кафедри механотроніки.
(прот. № 7 від 14 03. 2025 р.)

Завідувачка кафедри механотроніки
(назва кафедри)

 (Тетяна КАДИЛЬНИКОВА)

Ухвалено на засіданні вченої ради фізико-технічного факультету
(прот. № 9 від 25.03.2025 р.).

Голова ВР ФТФ

 Анатолій САНІН

ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

Програма визначає обсяг знань і умінь, якими повинен оволодіти вступник для продовження навчання за третім освітньо-науковим рівнем для здобуття ступеня доктора філософії (PhD) за спеціальністю G9 Прикладна механіка.

Програма включає перелік тем і дисциплін, які можуть бути включені в білети на вступному екзамені, а також перелік рекомендованої літератури для засвоєння необхідних знань і умінь.

Кількість питань в білеті – 3.

Тривалість екзамену – 2 години. Склад комісії затверджуються наказом ректора.

До вступу в аспірантуру здобувач повинен мати диплом магістра за даною або суміжними спеціальностями.

Оцінку за екзамен виставляє комісія в протоколі встановленого зразку по кожному питанню за 200 бальною шкалою за встановленими критеріями і визначає загальну оцінку як середньо зрішену за 200 бальною шкалою.

Критерії оцінки знань:

Кожна відповідь на питання оцінюється за 200 - бальною шкалою:

0-99 бали виставляються випускнику, який не засвоїв програмний матеріал в мінімальному обсязі і виклав відповіді в недостатньому обсязі.

100-119 бали виставляється вступнику, який у свої відповідях демонструє знання в обмеженому обсязі і не повністю розкриває відповіді на поставлені питання.

120-139 бали виставляється вступнику, який у своїх відповідях показав знання основного матеріалу, але не засвоїв його деталей і нездатний до аналізу та узагальнення різних явищ.

140-159 бали виставляється вступнику, який твердо знає програмний матеріал, але допускає незначні помилки по суті його викладання.

160-179 бали виставляється вступнику, який твердо знає програмний матеріал, по суті його викладає, але допускає незначні помилки або неточності у відповідях.

180-200 балів виставляється вступнику, який глибоко та міцно засвоїв програмний матеріал, вичерпне, послідовно, грамотне й логічне його викладає.

Оцінка, яку отримує студент за вступному екзамен, визначається в табл. 1.

Таблиця 1

Відмінно/Excellent	180-200
Good / Добре/	160-179
	140-159
Задовільно/Satisfactory	120-139
	100-119
Незадовільно/Fail	0-99

ЗМІСТ РОЗДІЛІВ ТА ТЕМИ ДИСЦИПЛІН

РОЗДІЛ 1. ТЕОРІЯ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН

1. Загальні поняття про машину та плоскі і просторові механізми.
2. Ланки, кінематичні ланцюги. Приклади просторових схем роботів – маніпуляторів.
3. Визначення ступенів рухомостей плоских механізмів за формулою П. Л. Чебишева та просторових механізмів маніпуляторів за формулою Сомова – Малишева.
4. Найпростіші механізми, що широко використовуються у машинобудуванні та робототехніці: кривошипно-повзунний, шарнірний чотириланник, кулісний.
5. Структурний аналіз плоских механізмів за методикою Л.В. Асура.
6. Визначення збиткових зв'язків у схемах механізмів та методи їх усунення.

7. Кінематичний аналіз важільних механізмів. Задачі кінематичного аналізу. Побудова планів плоских механізмів у масштабі
8. Аналітичний та графо-аналітичні методи у визначенні переміщень, швидкостей та прискорень точок плоских механізмів.
9. Побудова планів швидкостей та прискорень плоских механізмів у масштабі.
10. Використання сучасних програмних середовищ типу AutoCad для побудови планів механізмів.
11. Метод Зинов'єва для аналітичного визначення швидкостей та прискорень кривошипно-повзунного механізму.
12. Дві задачі динаміки у теорії механізмів і машин.
13. Силевий аналіз механізмів. Сили, що діють у машинах. Зовнішні і внутрішні сили. Використання законів Ньютона для визначення зовнішніх і внутрішніх сил у механізмах.
14. Метод визначення реакцій у кінематичних парах за І.І. Артоболевським.
15. Побудова планів сил для визначення реакцій у 3-х видах двоповідцевих груп.
16. Визначення врівноважуючого моменту у роботі механізмів. 2 методи: М.Є. Жуковського та І.І. Артоболевського.
17. Теорема М.Є. Жуковського. Доказ.
18. Визначення врівноважуючого моменту методом М.Є. Жуковського. Важіль Жуковського, його використання.
19. Визначення врівноважуючого моменту методом І.І. Артоболевського.
20. Механізми з вистоями: кулачкові, храпові, мальтійський хрест.
21. Синтез кулачкових механізмів. Побудова діаграми переміщення штовхача. Використання принципу обратимого руху.
22. Синтез зубчастих механізмів. Типи зубчастих передач.
23. Рядові зубчасті передачі: послідовний ряд, паралельний ряд.
24. Епіциклічні та планетарні передачі. Хвильовий редуктор.
25. Основні елементи зубчастих колес: початкове та делільне коло, крок, міжцентрова відстань, кут зачеплення, крок зачеплення.
26. Основна теорема зачеплення.
27. Якісні показники зубчастих передач.
28. Динаміка механізмів. Роль маховика у машині.
29. Нерівномірність руху машин. Коефіцієнт нерівномірності руху, поняття, значення для різних класів машин і механізмів.
30. Дві моделі машинного агрегату.
31. Визначення зведених характеристик механізмів: зведених сили, моменту, маси, моменту інерції.
32. Рівняння руху механізму в енергетичній формі. Поняття робот сил та моментів.
33. Рішення рівняння механізму згідно кутової швидкості ведучої ланки.
34. Діаграма Віттенбауера. Значення збиткових роботи та енергії.
35. Рівняння динамічного синтезу механізму. Його використання для розрахунку моменту інерції маховика. Механічні двигуни у космічних апаратах на основі маховиків.
36. Промислові роботи-маніпулятори. Кінематичні схеми, пари, класи кінематичних пар у просторових механізмах. Переваги використання перед працею людини.
37. Типи приводів у механізмах роботів. Переваги та недоліки гідравлічних, пневматичних та електричних приводів.
38. Системи керування у промислових роботах.
39. Характеристики та показники роботів – маніпуляторів: ступінь рухомості, робочий об'єм, робоча зона, точка позиціонування, грузопідйомність.
40. Коливання та вібрації у машинах і механізмах. Основні показники та характеристики.

Рекомендована література

1. Кіницький Я.Т. Короткий курс теорії механізмів і машин: Підручник для інж. – техн. спец. – 2-е вид., перероб. – Львів: Афіша, 2004. – 272 с.
2. Кіницький Я.Т. Теорія механізмів і машин. – К.: Наукова думка, 2002. – 660 с.
3. Сокол Г.І. Теорія механізмів робототехнічних систем. Кінематика. Навчальний посібник. друк. Д.: РВВ ДНУ. – 2002. – 92 с.
4. Джур Є.О., Сокол Г.І., Горбенко Є. В., Рибалка Т.В. Розрахунок коливань та дослідження динамічних процесів у системі металорізальних верстатів. Навчальний посібник. – Дніпропетровськ, ДНУ, 2012 – 72с.
5. Сокол Г.І., Дудніков В.С., Алексеєнко С.В., Давидова А.В., Хоріщенко О.А. Проектування та розрахунки зубчастих передач з використанням комп'ютерних технологій. Навчальний посібник. – Дніпропетровськ, Поліграфія, 2015 – 215с.
6. Сокол Г.І., Дудніков В.С. Проектування плоских важільних механізмів з використанням AUTOCad. Навчальний посібник. – Поліграфія, 2014. – 208 с.
7. Сокол Г.І., Кіріченко С.Ю., Кучер Р.С. Стислий конспект лекцій із дисципліни «Акустика та дослідження вібрацій у машинах. Друк. Навчальне видання – Дніпро: РВВ ДНУ, 2020. – 40 с.
8. Сокол Г. І., Алексеєнко С. В. Презентація до курсу «Динамічний аналіз механізмів». Навчальний посібник із складання інтерактивної презентації [Текст] / Г. І. Сокол, С. В. Алексеєнко □ Дніпро: Поліграфцентр «Формат», 2021. □ 54 с.
9. Сокол Г.І., Алексеєнко С.В., Юшкевич О.П., Дудніков В.С. Навчальний посібник із дисципліни «Теорія механізмів і машин». Сили, що діють у машинах. Розрахунки з використанням AUTOCAD. Дніпро, «Ліра», 2022. – 61 с.
10. Сокол Г.І., Дудніков В.С. Проектування плоских важільних механізмів з використанням AUTOCad. Друк. Навчальний посібник – Д.: Поліграфія, 2014. – 208 с. ISBN 978-617-7146-43-7
11. Кореняко О. С. Теорія механізмів і машин. – К.: Вища школа, 1987. – 206 с.

РОЗДІЛ 2. ГІДРАВЛІКА, ГІДРО- ТА ПНЕВМОПРИВОДИ

1. Конструктивні особливості розподілювачів, принципи їх дії.
2. Схеми гідроприводів з дросельним та об'ємно-дросельним регулюванням. Принципи дії.
3. Схеми гідроприводу з об'ємним регулюванням, принципи дії.
4. Аксиальні роторні поршневі насоси та гідромотори. Кінематичні та конструктивні схеми. Продуктивність аксіальних машин.
5. Радіальні роторні поршневі насоси та гідромотори. Кінематичні та конструктивні схеми. Продуктивність роторних машин.
6. Пластинчасті, шестеренні насоси і гідромотори. Кінематичні та конструктивні схеми. Продуктивність роторних машин.
7. Електромеханічні перетворювачі. Рівняння руху.
8. Розподілювачі типу “сопло - заслінка”. Рівняння руху якоря пристрою. 9. Рівняння руху поршня.
10. Рівняння витрат рідини.
11. Термодинамічні процеси в газах.
12. Динаміка потоку газу. Рівняння Ейлера.
13. Рівняння масової витрати повітря. Визначення пропускної здатності пневмолінії.

Рекомендована література

1. Ковальов, І. О. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи : навч. посіб. / І. О. Ковальов, О. В. Ратушний. – Суми : СумДУ, 2016. – 250 с.

2. Гідроприводи та гідропневмоавтоматика : підручник / В. О. Федорець, М. Н. Педченко, В. Б. Струтинський та ін. ; за ред. В. О. Федорця. – Київ : Вища шк., 1995. – 463 с.
3. Гідравліка, гідро- та пневмопривод : підручник / за ред. О. О. Федорця, О. Ф. Саленка. – 2-ге вид., переробл. і допов. – Київ : Знання, 2009. – 502 с.
4. Константінов Ю. М. Технічна механіка рідини і газу : підручник / Ю. М. Константінов, О. О. Гіжа. – Київ : Вища шк., 2002. – 277 с.
5. Машинобудівна гідравліка. Задачі та приклади розрахунків / В. І. Мандрус, Н. П. Лещій, В. М. Звягін. – Львів : Світ, 1995. – 264 с.

РОЗДІЛ 3. ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

1. Структура і устрій робота.
2. Структура і устрій маніпулятора.
3. Кінематичні схеми маніпуляторів.
4. Вплив кількості і типа кінематичних пар на розміри, вид робочих зон маніпулятора і системи координат.
5. Механізми поступального переміщення в конструкціях роботів.
6. Зубчасті механізми в конструкціях роботів.
7. Захоплюючі пристрої роботів.
8. Джерела та види похибок робочих механізмів роботів.
9. Врівноважуючі механізми роботів.
10. Методи збільшення точності механізмів роботів.

Рекомендована література

1. Костюк В.І. Робототехніка/ В.І. Костюк, Г.О. Спину, Л.С. Ямпольський і ін./ – К.: Вища школа, 1994. – 447 с.
2. Кошель С.О., Ковальов Ю.А., Манойленко О.П. Проектування промислових роботів та маніпуляторів. Видавництво «Центр навчальної літератури», 2019. – 256 с.
3. Морзе Н.В. Основи робототехніки: навч. посібник/ Н.В. Морзе, Л.О. Варченко-Троценко, М.А. Гладун. -Кам'янець-Подільський: ПП Буйницький О. А., 2016. – 184 с.
4. Проць Я.І. Захоплювальні пристрої промислових роботів. Навч. посібник. – Тернопіль, Тернопільський державний технічний університет ім. І. Пулюя, 2008. – 232 с.
5. Цвіркун А.І. Робототехніка та мехатроніка: навч. посібник/Л.І. Цвіркун, Г. Грулер; під. заг. ред. Л.І. Цвіркуна; Мін-во освіти і науки України, Національний гірничий університет. – 3-те вид., переробл. і доповн. – Дніпро: НГУ, 2017. – 224 с.
6. Михайлов Є.П., Лінгур В.М. Навчальний посібник з дисципліни «Маніпулятори та промислові роботи» для студентів-бакалаврів/ Одеський національний політехнічний університет. – Одеса, 2019. – 233 с.
7. Пелевін Л.Є. Синтез робототехнічних систем в машинобудуванні: підручник/ Л.Є. Пелевін, К.І. Почка, О.М. Гаркавенко, Д.О. Мищук, І.В. Русан. – К.: ТОВ «НВП» «Інтерсервіс», 2016. – 258 с.

РОЗДІЛ 4. ДИНАМІКА МАНІПУЛЯТОРІВ

1. Прямі і зворотні задачі кінематики маніпулятора.
2. Кінематичні показники якості маніпулятора (сервіс, мобільність).
3. Кінематичні показники якості маніпулятора (точність, піддатливість).

4. Межі досяжності робочого органа маніпулятора. Робочий простір маніпулятора. Теорема Лі-Янга.
5. Планування траєкторій маніпулятора. Метод поліномів третього ступеню.
6. Планування траєкторій маніпулятора. Метод лінеаризації рівнянь кінематики.
7. Основні положення метода Лагранжа – Ейлера. Рівняння Ейлера.
8. Рівняння Лагранжа – Ейлера для неконсервативних систем.
9. Принцип і канонічні рівняння Гамільтона.
10. Кінетична і потенційна енергія маніпулятора.
11. Функція Лагранжа і рівняння динаміки маніпулятора.
12. Основні положення методу Ньютона – Ейлера. Рівняння сил і моментів, діючих на ланки маніпулятора.
13. Принцип Д'Аламбера та рекурсивні рівняння динаміки маніпулятора.
14. Матричні методи складання рівнянь динаміки маніпулятора.
15. Узагальнені сили у захоплювачі та еквівалентні моменти у сполученнях ланок маніпулятора.
16. Віртуальна робота та принцип Д'Аламбера.
17. Аналіз піддатливості та піддатливий рух маніпулятора.
18. Аналіз частотних властивостей маніпулятора. Загальні рівняння для аналізу.
19. Динамічна та статистична похибки позиціонування робочого органу маніпулятора.
20. Аналіз вільних коливань маніпулятора.
21. Аналіз вимушених коливань маніпулятора.
22. Метод розрахунку амплітуди коливань маніпулятора.
23. Дискретна модель динаміки об'єкта управління. Теорема Котельникова.
24. Безперервна модель динаміки об'єкта управління. Метод невизначених коефіцієнтів.
25. Модель системи “привод - ланка” з урахуванням пружної піддатливості механічної передачі.
26. Модель системи “привод - ланка” з урахуванням розподіленої піддатливості ланки маніпулятора.
27. Модель системи “двигун – передача - ланка” з урахуванням характеристик виконуючого двигуна приводу.

Рекомендована література

1. Elatta A.Y., Gen L.P., Zhi F.L. An Overview of Robot Calibration //Information Technology Journal 3 (1), Asian Network for Scientific Information. 2004. P. 74-78.
2. Ruggeri S., Vertuan A., Legnani G., Visioli A. Kinetostatic calibration of a SCARA robot// XIX Congresso AIMETA, Associazione Italiana di meccanica teorica e applicate (Ancona, 14-17 Settembre, 2009). 10 p.
3. Морзе Н.В. Основи робототехніки: навч. посібник/ Н.В. Морзе, Л.О. Варченко-Троценко, М.А. Гладун. -Кам'янець-Подільський: ПП Буйницький О. А., 2016. – 184 с.
4. Кошель С.О., Ковальов Ю.А., Манойленко О.П. Проектування промислових роботів та маніпуляторів. Видавництво «Центр навчальної літератури», 2019. – 256 с.
5. Михайлов Є.П., Лінгур В.М. Навчальний посібник з дисципліни «Маніпулятори та промислові роботи» для студентів-бакалаврів/ Одеський національний політехнічний університет. – Одеса, 2019. – 233 с.

Завідувачка кафедри механотроніки



Тетяна КАДИЛЬНИКОВА