

**ПРОГРАМА**  
вступного іспиту зі спеціальності  
**131 «Прикладна механіка»**  
для здобувачів вищої освіти  
третього (освітньо-наукового) рівня

**Вступне слово**

Метою вступних тестувань є комплексна перевірка знань вступників в аспірантуру, які вони отримали в результаті вивчення циклу дисциплін, передбачених освітньо-професійною програмою та навчальними планами у відповідності з ступенем магістра чи спеціаліста. Вступні випробування охоплюють дисципліни професійної підготовки магістра чи спеціаліста. Вступник повинен продемонструвати фундаментальні і професійно-орієнтовані уміння та знання щодо узагальненого об'єкта праці і здатність вирішувати типові професійні завдання, передбачені для відповідного рівня.

Під час підготовки до тестування необхідно звернути увагу на те, що абітурієнт повинен:

**знати:** основні методи конструювання та виготовлення деталей машин; основні теоретичні підходи до розрахунку виробів машинобудування; основи експлуатації та обслуговування машин; принципи формування експлуатаційних характеристик виробів машинобудування технологічними методами, взаємозамінність, стандартизацію та технічні вимірювання в машинобудуванні, загальні положення охорони праці та екологічної безпеки;

**вміти:** застосовувати сучасні методи статичного, кінематичного та динамічного аналізу і синтезу механізмів і машин; проектувати технологічні процеси машинобудування; використовувати на основі фізичних, хімічних і механічних властивостей матеріали, що використовуються в машинобудуванні; застосовувати основи технології конструкційних матеріалів; проводити розрахунок окремих деталей машин; застосовувати методи проектування при створенні конструкцій машин, деталей, вузлів.

Організація вступного тестування здійснюється відповідно до Правил прийому до аспірантури Національного університету «Львівська політехніка» у 2021 році та Положення про приймальну комісію НУЛП.

# ЗМІСТ ПРОГРАМИ

## Розділ 1. Динаміка та міцність машин

1. Рівняння Лагранжа другого роду для голономних систем.
2. Потенціальні, гіроскопічні і дисипативні сили.
3. Дисипативна функція Релея.
4. Коливання лінійних систем зі скінченним числом ступенів вільності. Властивості власних частот і форм коливань. Головні (нормальні) координати.
5. Вимушені коливання лінійних систем. Критерії стійкості лінійних систем. Стійкість періодичних розв'язків. Визначення областей нестійкості.
6. Параметричні коливання.
7. Автоколивні системи.
8. Границі циклів та їх стійкість.
9. Вимушені і параметричні коливання лінійних систем.
10. Тензори напружень і деформацій. Рівняння рівноваги.
11. Визначення переміщень за деформаціями. Рівняння сумісності деформацій.
12. Закон Гука для ізотропного та анізотропного тіла. Основні задачі теорії пружності.
13. Плоска деформація і плоский напружений стан. Функція напружень.
14. Диференціальні рівняння і крайові умови для функції напружень.
15. Методи розв'язування задач (тригонометричних рядів, перетворення Фур'є).
16. Допущення класичної теорії пластин і оболонок і зв'язані з ними похибки.
17. Основні розв'язки рівняння згину пластин. Крайові умови.
18. Згин пластин, що мають у плані форму прямокутника, круга, кругового кільця.
19. Криволінійні координати на серединній поверхні оболонки.
20. Рівняння теорії пружних оболонок. Внутрішні сили і моменти. Співвідношення пружності.
21. Потенціальна енергія деформації. Крайові умови.
22. Моделі пружно-пластичного тіла. Критерії текучості. Поверхня текучості.
23. Асоційований закон текучості. Теорія текучості у випадку ізотропного і анізотропного зміцнення.
24. Деформаційна теорія. Порівняння теорій пластичності. Постановка задач в теорії пружно-пластичного матеріалу без зміцнення.
25. Залишкові напруження. Граничний стан і граничне навантаження. Визначення верхньої і нижньої меж для граничного навантаження.
26. Гіпотези старіння, зміцнення і спадковості в теорії повзучості.
27. Постановка і методи розв'язування задач теорії повзучості. Усталена повзучість при згині. Повзучість дисків, що обертаються.
28. Фізичні основи міцності матеріалів. В'язкий і крихкий типи руйнування.
29. Міцність при складному напруженому стані.
30. Втомне руйнування, його фізична природа. Малоциклова втома. Тривка міцність.
31. Статистичні аспекти руйнування і масштабний ефект. Вплив концентрації напружень на міцність.
32. Теорія квазікрихкого руйнування. Напруження поблизу тріщини в пружному тілі.
33. Енергетичний і силовий підходи до механіки руйнування.
34. Вимушені коливання пружних систем.
35. Пружні хвилі в необмеженому пружному середовищі.

36. Поздовжні і поперечні хвилі. Дисперсійні рівняння.
37. Фазова і групова швидкості.
38. Сили, що діють у машинах і їх передача на фундамент.
39. Коливання валів з дисками під час обертання.
40. Вплив основних чинників (податливість опор, форма перерізу вала, гіроскопічні ефекти, сили ваги, різні види тертя тощо) на критичні швидкості.
41. Методи зниження віброактивності машин і механзмів.
42. Зрівноважування роторних машин.
43. Методи статичного і динамічного балансування роторів.
44. Віброізоляція машин, приладів і апаратури.
45. Активні і пасивні системи віброзахисту. Каскадна віброізоляція.
46. Динамічне гасіння коливань. Захист від ударних навантажень. Дія вібрації на людину-оператора.
47. Задачі статистичної динаміки.
48. Лінійні системи і методи їх аналізу.

#### ***Рекомендована література:***

1. Кузьо І. В. Теоретична механіка. Статика. Кінематика: навч. посіб. студ. ВНЗ / І. В. Кузьо, Т.-Н. М. Ванькович, Я. А. Зінько. — Львів: Растр-7, 2010. — 324 с.
2. Кузьо І. В. Теоретична механіка. Динаміка: навч. посіб. для вищ. техн. навч. закл. III—IV рівнів акредитації. Кн. 1 / І. В. Кузьо, Т.-Н. М. Ванькович, Я. А. Зінько. — Львів: Растр-7, 2012. — 444 с.
3. Кузьо І. В. Теоретична механіка. Динаміка: навч. посіб. для вищ. техн. навч. закл. III—IV рівнів акредитації. Кн. 2 / І. В. Кузьо, Т.-Н. М. Ванькович, Я. А. Зінько. — Львів: Растр-7, 2012. — 338 с.
4. Шевченко І.А., Васильченко Т.О. Динаміка машин : Навчальний посібник. Запоріжжя: ЗДІА, 2018. 160 с.
5. Павленко І. В. Метод скінченних елементів в задачах коливань механічних систем : навч. посібник для внз. Суми : Вид-во СумДУ, 2007. 178 с.
6. Павловський М.А. Теоретична механіка: Підручник / Павловський М.А. – К.: Техніка, 2002. – 512 с.
7. Василенко М.В., Алексейчук О.М. Вища шк., Теорія коливань і стійкості руху: Підручник. – К.: 2004. – 525с.: іл.
8. Vinogradov.O. Fundamentals of Kinematics and Dynamics of Machines and Mechanisms. CRC Press, London, 2020 -340 p.
9. James L Meriam, L G Kraige, J N Bolton. Engineering Mechanics: Dynamics. Willay, London, 2015 – 233 p.
10. Lynn Faulkner, Jr., Earl Logan. Handbook of Machinery Dynamics. Taylor & Francis, 2000, 442 p.

#### **Розділ 2. Машинознавство**

1. Основні показники якості машин.
2. Показники працездатності, надійності, довговічності, ремонтпридатності.
3. Класифікація машин за основними експлуатаційними ознаками. Особливості впливу різних чинників на працездатність машин.
4. Періоди експлуатації машин.
5. Класифікація машин за циклічністю їх роботи.
6. Спектри експлуатаційних навантажень. Збирання і обробка експлуатаційної інформації.
7. Джерела та причини змін початкових параметрів машини.

8. Допустимі та недопустимі види пошкоджень. Ознаки пошкоджень.
9. Поступові і раптові відмови. Відмови функціонування і параметричні.
10. Стратегія технічної експлуатації. Відновлення працездатності машин в процесі експлуатації.
11. Ремонт і технічне обслуговування. Принципи побудови систем ремонту і технічного обслуговування машин і механізмів.
12. Класифікація ремонтних робіт. Вплив розсіювання терміну служби на зміст періодичних ремонтів.
13. Формування структури ремонтного циклу. Визначення оптимального міжремонтного періоду.
14. Структура і періодичність робіт планового технічного обслуговування і ремонту обладнання. Емпіричні залежності визначення тривалості ремонтних циклів.
15. Типові структури ремонтних циклів обладнання. Технічне обслуговування обладнання.
16. Роботи планового технічного обслуговування обладнання. Цикл технічного обслуговування обладнання. Структура циклу технічного обслуговування обладнання.
17. Міжопераційний період і його тривалість. Основні експлуатаційні показники обладнання.
18. Планові роботи технічного обслуговування обладнання.
19. Порядок уведення машин в експлуатацію. Особливості уведення в експлуатацію верстатів різних класів.
20. Встановлення та закріплення обладнання. Випробування та приймання обладнання.
21. Експлуатація системи змащування.
22. Експлуатація системи охолодження.
23. Налаштування металорізального обладнання.
24. Порядок роботи на металорізальному обладнанні.
25. Задачі та види технічної діагностики машин і механізмів. Аналіз діагностичного сигналу.
26. Ремонтопридатність машин і її оцінка. Кількісні показники ремонтнопридатності. Чинники, що визначають ремонтнопридатність машин.
27. Вплив трудомісткості механоскладальних робіт на параметри ремонтної системи.
28. Забезпечення машин запасними частинами. Ремонтна складність машин.
29. Методи забезпечення стабільності функціонування обладнання.
30. Критерії стабільності технологічного процесу.
31. Стабільність технологічного процесу при автоматичному отриманні розміру.
32. Оцінка стабільності технологічного процесу.
33. Дослідження стабільності технологічного процесу.
34. Налаштування обладнання в процесі експлуатації.
35. Оптимальний розмір налагодження і переналагодження обладнання, рівень фактичного налагодження. Види налагоджень.
36. Контроль якості продукції в процесі її виготовлення.
37. Статистичні методи контролю якості продукції.

***Рекомендована література:***

1. Основи машинознавства: навч. посіб. / М.С.Корець [та ін.]. К.: Вид-во НПУ імені М.П.Драгоманова, 2001. 144 с. ISBN 966-660-035-8.

2. Основи машинознавства: навч. посіб. / П.Л.Носко, В.П.Шишов, В.В.Бурко [та ін.]. Луганськ: Вид-во СХУ імені В.Далі, 2009. 123 с. ISBN 978-966-590-749-7.
3. Бучинський М.Я., Горик О.В., Чернявський А.М., Яхін С.В. Основи творення машин / [За редакцією О.В. Горика, доктора технічних наук, професора, заслуженого працівника народної освіти України]. – Харків : Вид-во «НТМТ», 2017. — 448 с. : 52 іл. ISBN 978-966-2989-39-7
4. Севост'янов І. В. Експлуатація та обслуговування машин. Лабораторний практикум / Севост'янов І. В. - Вінниця: ВНТУ, 2004. - 88 с.
5. Севост'янов І. В. Експлуатація верстатних комплексів. Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2005. - 125 с.
6. Опір матеріалів. Конспект лекцій / Олександр Володимирович Мильніков. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2010. – 257 с.
7. Опір матеріалів: Навч. посіб. для студентів ВНЗ. Рекомендовано МОН / Шваб'юк В. І. — К., 2009. — 380 с.
8. Опір матеріалів. Підручник / Г. С. Писаренко, О. Л. Квітка, Е. С. Уманський. За ред. Г. С. Писаренка — К.: Вища школа, 1993 .- 655 с.
9. Robert L Norton. Design of Machinery (4th edition). CRC Press, NY, 2019 -430 p.
10. Zehnder, Alan T. Fracture Mechanics. Springer Netherlands, Amsterdam, 2012, 212 p.
11. Wriggers, P. Nonlinear Finite Element Methods. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2008, 560p.

### **Розділ 3. Технологія машинобудування**

1. Завдання, що стоять перед сучасним машинобудуванням.
2. Технологія машинобудування як галузь науки.
3. Виробничий процес.
4. Технологічний процес. Робоче місце. Операція, перехід, прохід, установ та позиція.
5. Одиничне, серійне та масове виробництво.
6. Якість машини. Системи показників якості машини. Показники якості деталей: геометрична точність, якість обробленої поверхні, міцність тощо.
7. Собівартість машини та її деталей. Методи обчислення собівартості.
8. Вибір економічного варіанту технологічного процесу.
9. Основи базування. Теоретичні основи визначення положення твердого тіла у просторі. Комплект баз, опорна точка. Види баз.
10. Принципи єдності та постійності баз.
11. Теорія розмірних ланцюгів. Основні поняття та визначення. Методика побудови та виявлення технологічних розмірних ланцюгів.
12. Вплив окремих чинників на статистичні сталі та випадкові характеристики якості виробу. Сумарна дія систематичних та випадкових чинників. Крива розсіювання.
13. Точкові діаграми як засіб відображення стану процесу у часі.
14. Похибка замикаючої ланки розмірного ланцюга. Шляхи підвищення точності замикаючої ланки.
15. Основи досягнення точності машин при складанні.
16. Похибки складальних процесів та причини їх виникнення.
17. Технологічні розмірні ланцюги у складальних процесах.
18. Використання принципів уніфікації і нормалізації деталей і вузлів.
19. Включення деталі у розмірні та кінематичні ланцюги системи ВПД при виготовленні.

20. Похибка обробки. Зменшення похибки статичного настроювання системи ВПД. Зменшення похибки динамічного настроювання системи ВПД.
21. Вплив технологічних чинників на точність деталі. Жорсткість системи ВПД. Методи її визначення.
22. Сукупний вплив різних чинників на точність деталей при механічній обробці. Технологічні методи забезпечення необхідної якості поверхневого шару матеріалу.
23. Скорочення витрат на матеріали. Коефіцієнт використання матеріалу.
24. Шляхи наближення якості заготовок до якості готових деталей.
25. Роль і значення пристосувань механічного оброблення виробів.
26. Групова обробка деталей.
27. Використання верстатів-автоматів і верстатів з ЧПК.
28. Автоматизація виробничих процесів. Задачі і методи автоматизації окремих технологічних систем. Автоматизовані і автоматичні виробництва.
29. Гнучкі автоматизовані виробничі комплекси. Використання ЕОМ для управління ходом виробничих і технологічних процесів.
30. Задачі, що покладаються на мікропроцесорну техніку: автоматичне настроювання та переналагодження виробничого обладнання, вибір оптимальних режимів роботи, управління циклом операцій, адаптивне управління, оцінка точності тощо.
31. Основи проектування складальних автоматів. Визначення умов, за якими здійснюється автоматичне складання.
32. Умови та доцільність використання складальних промислових роботів.
33. Організаційні види та форми виробничого процесу складання виробів.
34. Непотоковий та потоковий вид складання.
35. Стационарне та рухоме складання.

#### ***Рекомендована література:***

1. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт. Юрчишин І.І., Литвиняк Я.М., Грицай І.Є та інш.– Львів, видавництво НУ “Львівська політехніка”, 2009, 528 с.
2. Божидарнік В.В., Григор’єва Н.С., Шабайкович В.А. Технологія виготовлення деталей виробів. Навчальний посібник: Луцьк: “Надстир’я”, 2006, 592 с.
3. Жолобов О.О. Технологія автоматизованого виробництва : підручник / О.О. Жолобов, В.А. Кирилович, П.П. Мельничук, В.А. Яновський. – Житомир : ЖДТУ, 2008. – 1014 с.
4. Робочі процеси високих технологій у машинобудуванні: Підручник / Грабченко А.І., Везезуб М.В., Внуков Ю.М. та ін. – Житомир: ЖДТУ, 2003.- 455с.
5. Бондаренко С.Г. Технології механоскладального виробництва: Монографія/ С.Г.Бондаренко. – Ніжин: ТОВ “Видавництво “Аспект-Поліграф”, 2008. – 358 с.
6. Захаркін О.У. Технологічні основи машинобудування (основні способи обробки поверхонь та сучасні системи для їх реалізації): навчальний посібник./ О.У. Захаркін.– Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – 137 с.
7. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник./П.О.Руденко. – Київ: Вища школа, 1993. – 414 с.
8. Технологія конструкційних матеріалів : підручник для студ. мех. спец. вищ. навч. закл. / [М. А. Сологуб, І. О. Рожнецький, О. І. Некоз, та ін.] під ред. М. А. Сологуба., 2-е вид., перероб. і доп. — Київ : Вища школа, 2002. — 374 с.

9. Altintas Y. Manufacturing Automation: Metal Cutting Mechanics, Machine Tool Vibrations, and CNC Design/Y.Altintas. — Cambridge University Press, 2012. — 380p.
10. Klocke F. Manufacturing Processes, Cutting/ Fritz Klocke. — New York : Springer, 2011. — 504 p.
11. Klocke F. Modeling and Planning of Manufacturing Processes. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2021 – 420 p.

## **ФОРМИ КОНТРОЛЮ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ**

Організування та проведення вступних випробувань до аспірантури здійснюється відповідно до Правил прийому до аспірантури Національного університету «Львівська політехніка» у відповідному році.

Вступний іспит зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» проводиться у письмово-усній формі згідно з окремим графіком, який затверджується Ректором Університету та оприлюднюється на інформаційному стенді відділу докторантури та аспірантури й офіційному веб-сайті Університету не пізніше, ніж за 3 дні до початку прийому документів.

Екзаменаційні білети вступного іспиту зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» формуються в обсязі програми рівня вищої освіти магістра зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» та затверджуються на засіданні Вченої ради Навчально-наукового інституту механічної інженерії та транспорту.

Результати вступного іспиту зі спеціальності оцінюються за 100-бальною шкалою.

Екзаменаційний білет вступного іспиту до аспірантури зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» містить:

- письмову компоненту з чотирьох питань: по одному питанню з розділів «Динаміка та міцність машин», «Машинознавство» і «Технологія машинобудування» і додатково одне питання за профільюючим науковим напрямом з вищеназваних розділів (кожне із чотирьох питань екзаменаційного білета оцінюється максимально в 20 балів, максимальна сумарна кількість балів письмової компоненти – 80 балів);
- усну компоненту вступного іспиту з чотирьох питань (кожне із чотирьох питань усної компоненти оцінюється максимально в 5 балів, максимальна сумарна кількість балів усної компоненти – 20 балів).

Критерії оцінювання кожного питання письмової та усної компоненти вступного іспиту зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» є такими:

Оцінка «відмінно» (18-20 балів для питань письмової компоненти та 5 балів для питань усної компоненти): вступник в аспірантуру бездоганно засвоїв теоретичний матеріал щодо змісту питання; самостійно, грамотно і послідовно з вичерпною повнотою відповів на питання; демонструє глибокі та всебічні знання, логічно будує відповідь; висловлює своє ставлення до тих чи інших проблем; вміє встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, логічно та обґрунтовано будувати висновки.

Оцінка «добре» (14-17 балів для питань письмової компоненти та 4 бали

для питань усної компоненти): вступник в аспірантуру добре засвоїв теоретичний матеріал щодо змісту питання, аргументовано викладає його; розкриває основний зміст питання, дає неповні визначення понять, допускає незначні порушення в послідовності викладення матеріалу та неточності при використанні наукових термінів; нечітко формулює висновки, висловлює свої міркування щодо тих чи інших проблем, але припускається певних похибок у логіці викладу теоретичного змісту.

Оцінка «задовільно» (10-13 балів для питань письмової компоненти та 3 бали для питань усної компоненти): вступник в аспірантуру в основному засвоїв теоретичний матеріал щодо змісту питання; фрагментарно розкриває зміст питання і має лише загальне його розуміння; при відтворенні основного змісту питання допускає суттєві помилки, наводить прості приклади, непереконливо відповідає, плутає поняття.

Оцінка «незадовільно» (0-9 балів для питань письмової компоненти та 0-2 бали для питань усної компоненти): вступник не засвоїв зміст питання, не знає основних його понять; дає неправильну відповідь на запитання.

Виконання завдань вступного іспиту зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» передбачає необхідність неухильного дотримання норм та правил академічної доброчесності відповідно до Положення про академічну доброчесність у Національному університеті «Львівська політехніка». За порушення зазначених норм та правил вступники в аспірантуру притягаються до відповідальності згідно вимог чинного законодавства.