

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної роботи

Віктор ЛОПАТОВСЬКИЙ

квітня

2025 р.

ПРОГРАМА ФАХОВОГО ІСПИТУ

для вступу на навчання для здобуття ступеня вищої освіти «доктор філософії»
на основі раніше здобутого ступеня вищої освіти магістра
(освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста)

Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність: G9 Прикладна механіка

Спеціалізація (за наявності):

Освітня програма: Прикладна механіка

Схвалено на засіданні кафедри технології машинобудування

протокол № 7 від 23 квітня 2025 р.

Завідувач кафедри

Віталій ТКАЧУК

Гарант освітньої програми

В'ячеслав ХАРЖЕВСЬКИЙ

Програма розглянута та схвалена на засіданні вченої ради факультету
інженерії, транспорту та архітектури

протокол № 8 від 25 квітня 2025 р.

Голова вченої ради факультету

Олег ПОЛЩУК

Хмельницький – 2025

ЗМІСТ

1. Мета вступного фахового випробування	3
2. Характеристика змісту програми (опис основних розділів та їх короткий зміст)	3
3. Вимоги до здібностей і підготовленості вступників	6
4. Порядок проведення вступного фахового випробування	6
5. Рекомендована література для підготовки	7

1. Мета вступного фахового випробування

Метою вступного фахового випробування 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 відповідних об'єктів механічної інженерії і здатність вирішувати типові професійні завдання, передбачені для відповідного рівня.

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

знати: чорні метали, тверді сплави, кольорові метали, сплави кольорових металів; випробування матеріалів, методи зміцнення матеріалів; пластмаси, допоміжні і змащувальні матеріали; основні методи конструювання приводів машин; основні теоретичні підходи до розрахунку деталей машин; основи експлуатації та обслуговування машин;

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.

2. Характеристика змісту програми (опис основних розділів програми та їх короткий зміст)

Програма вступних випробувань охоплює коло питань, які в сукупності характеризують вимоги до знань і вмінь особи, що бажає навчатись у Хмельницькому національному університеті з метою одержання освітньо-наукового рівня «доктор філософії» за спеціальністю G9 «Прикладна механіка».

Вступ

Роль машин в підвищенні продуктивності праці. Основні напрямки розвитку машинобудування в Україні. Класифікація деталей машин. Розвиток теорії деталей машин.

«Динаміка та надійність машин»

Корисні навантаження. Розподіл навантажень за часом. Динамічні навантаження, які виникають при роботі деталей машин. Коливання лінійних систем. Вільні та вимушені коливання. Параметричні коливання та автоколивання. Концентрація навантажень, в тому числі, що викликаються пружними деформаціями деталей, похибками виготовлення, зусиллями тертя, нерівномірним зносом. Зміна концентрації навантажень з часом. Основні положення та показники надійності. Надійність в періоди приробітку, сталої експлуатації, фізичного зносу. Надійність відновлених виробів. Оцінка надійності машинних систем в залежності від надійності окремих елементів

«Міцність та жорсткість деталей машин»

Несуча здатність деталей машин при статичному, малоцикловому та багатоцикловому навантаженні. Міцність при змінних, сталих та несталих напруженнях. Статистичні закономірності руйнування від втоми. Ймовірнісні розрахунки деталей машин на міцність. Шляхи підвищення міцності. Зміцнення деталей машин. Контактні напруження. Контактна жорсткість. Метод скінченних

елементів в розрахунках міцності, жорсткості та коливання деталей машин. Використання ЕОМ при розрахунках та проектуванні деталей машин.

«Вибір матеріалів. Стандартизація. Взаємозамінність»

Класифікація умов роботи деталей машин з точки зору вибору матеріалів. Критерії вибору матеріалів. Термічні, хіміко-термічні, механічні, термомеханічні методи зміцнення матеріалів. Нові матеріали та перспективи їх використання. Технологічні вимоги до конструкції деталей машин. Основні умови забезпечення технологічності деталей машин. Стандартизація деталей машин та її значення. Система стандартів. Типізація та уніфікація деталей машин. Агрегатування машин. Взаємозамінність. Допуски та посадки.

«З'єднання деталей машин»

Розрахунки на міцність при змінних навантаженнях. Шляхи підвищення міцності зварних швів від втоми. Пресові посадки та область їх використання в машинобудуванні. Несуча здатність циліндричних з'єднань. Способи підвищення несучої здатності. Конічні з'єднання. Технологія складання. Класифікація різьбових з'єднань та різьб. Силові залежності з різьби. Самогальмування, коефіцієнт корисної дії гвинтової пари.

«Передачі»

Призначення та роль передач в машинах.. Передачі для сталого та змінного передаточного відношення. Передачі для ступеневого та безступеневого регулювання. Загальні кінематичні та енергетичні співвідношення для механічних передач обертового руху. Конструкція пасів та шківів. Геометрія і кінематика пасових передач. Сили, які діють на вали в пасових передачах. Розрахунок основних елементів шківів. Зубчасто-пасові передачі. Теорія роботи нерегульованих та регульованих фрикційних передач. Види зубчастих зачеплень (евольвентні, циклоїдальні, кругогвинтові). Силовий розрахунок зубчастих передач, матеріали для виготовлення. Основні типи редукторів. Розрахунок та конструювання. Розрахунок черв'яка на міцність та жорсткість. Конструкція черв'ячних редукторів. Змашування. Призначення та область використання. Передачі «гвинт-гайка» з різьбою ковзання. Типи різьб. Основи розрахунку на ЕОМ різьб, гвинтів та гайок. Передачі «гвинт-гайка» з різьбою кочення. Конструкція. Основи розрахунку. Класифікація та конструкція ланцюгових передач. Область використання та конструкція ланцюгів. Розрахунок валів на міцність. Розрахунок валів на жорсткість. Розрахунок валів на коливання. Пружні муфти, особливості їх роботи при змінних та ударних навантаженнях. Демпфуюча здатність, конструкція та розрахунок.

«Підшипники та опори»

Особливості роботи підшипників ковзання. Способи забезпечення рідинного тертя. Підшипники без мастильного матеріалу. Підшипники рідинного тертя: гідродинамічні, гідростатичні, газорідинні підшипники. Направляючі ковзання. Направляючі кочення. Умови навантаження та робота з'єднання. Критерії розрахунку. Розрахунок на міцність, жорсткість, а також на забезпечення рідинного тертя. Мастильні матеріали. Спосіб подачі їх в змашувальні вузли. Типові конструкції пристроїв для контролю подачі, очищення та охолодження мастильних матеріалів. Розрахунок мастильних систем. Оптимізація параметрів деталей та вузлів. Вибір оптимальних параметрів. Стадії проектування. Автоматизоване проектування. Запровадження евристичних методів в конструюванні. Структура та матеріально-технічні основи САПР. Принципи будови САПР.

«Теорія різання та різальний інструмент»

Основні закономірності процесів формоутворення робочих поверхонь деталей

машин, що виготовляються із різноманітних конструкційних матеріалів механічною обробкою різанням лезовими та абразивними інструментами.

Конструктивні особливості різальної частини інструмента, закономірності кінематики та фізики процесу різання, фізичні процеси втрати працездатності інструменту та алгоритми розрахунку режимів різання для найбільш поширених видів лезової обробки, які відрізняються поступовим ускладненням конструкцій інструментів - точіння, свердління, фрезерування. Закономірності кінематики та механіки процесу шліфування, фізичні причини втрати працездатності інструмента та засоби її відновлення, а також алгоритм розрахунку режимів різання. Характеристика сучасних мастильно-охолоджувальних середовищ та їх вплив на процеси обробки різанням.

Шляхи розвитку теорії і практики створення інструментів, напрямки підвищення технічного рівня і конкурентноздатності, застосування системи автоматичного проектування конструкцій інструментів з нових інструментальних матеріалів, перспективи і основні напрямки подальшого розвитку теорії проектування різальних інструментів.

«Технологія машинобудування»

Машина та її елементи. Виріб. Виробничий та технологічний процеси. Типи виробництва. Заготовки деталей машин. Способи обробки заготовок. Припуски. Типові плани обробки поверхонь. Обробка заготовок на токарних, свердлувальних, розточувальних, фрезерних, шліфувальних, стругальних, довбальних верстатах. Типові технологічні процеси виготовлення деталей. Основи технології складання машин.

Основні напрямки розвитку верстатів з ЧПК, основні поняття та визначення, класифікація, техніко-економічні показники верстатів з ЧПК. Системи програмного керування верстатами: типові системи та засоби ЧПК, системи із зворотним зв'язком, особливості адаптивного керування, системи РС-NC. Проектування технологічних процесів механічної обробки та складання машин. Класифікацію технологічних процесів і обладнання з позиції автоматизації. Основи проектування автоматичних завантажувальних пристроїв, процеси автоматизації контролю, методи рахування та розфасовки деталей. Методи створення

автоматичних ліній і керування автоматичним обладнанням з допомогою ЕОМ. Види ремонтів: текучий, середній, капітальний ремонт. Відновлення та виготовлення деталей обладнання при ремонті. Планування робіт з технічного обслуговування та ремонту. Основні положення і задачі автоматизації проектування. Структура САПР. Типові варіанти впровадження САПР.

«Тертя та зношування в машинах»

Механічні властивості матеріалів. Пружна і пластична деформація. Види руйнування. Релаксація напружень. Повзучість, втома. Фізична адсорбція і хемосорбція. Адгезія і когезія. Дифузія в твердих тілах і на поверхні. Характеристики мікрогеометрії поверхонь. Методи виміру мікрогеометрії. Номінальна, контурна і фактична площі торкання. Механіка контактної взаємодії твердих тіл з шорсткими поверхнями. Теорії зовнішнього тертя твердих тіл: адгезійна, молекулярна, молекулярно-кінетична, молекулярно-механічна. Тертя ковзання, кочення. Тертя спокою. Попередній зсув твердих тіл при зовнішньому терті. Сили і коефіцієнти зовнішнього тертя. Класифікація видів зношування. Кількісні характеристики зношування. Зносостійкість і класи зносостійкості. Основні закономірності зношування. Моделі і кінетика руйнування фрикційного контакту. Вплив різних чинників на зносостійкість. Види мащення в трибосистемах. Вплив змащувального матеріалу, температури, швидкості ковзання, шорсткості поверхонь тертя на процеси при граничному змащуванні. Класифікація змащувальних матеріалів: по агрегатному стану, походженню, призначенню. Функціональні присадки, антифрикційні добавки до мастил. Основи розрахунку вузлів тертя на знос. Методи випробувань на тертя і знос. Трибометрія і трибодіагностика.

Випробувальна техніка для трибологічних випробувань і досліджень пар тертя.

3. Вимоги до здібностей і підготовленості вступників

Для успішного засвоєння освітньо-професійних освітніх програм доктора філософії вступники мають мати вищу освіту (диплом спеціаліста чи магістра за вказаним напрямом) та здібності до оволодіння знаннями, уміннями і навичками в галузі технічних наук. Обов'язковою умовою є вільне володіння державною мовою. Відбір аспірантів для зарахування здійснюється на конкурсній основі.

4. Порядок проведення вступного фахового випробування

Вступні випробування охоплюють фахові предмети, які передбачені навчальними планами освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» за напрямками підготовки «Прикладна механіка», «Галузеве машинобудування», «Матеріалознавство». Вступні випробування проводяться у формі тестування із комп'ютерною обробкою результатів. Система проведення вступних іспитів є оригінальною розробкою ХНУ і захищена свідоцтвом про авторське право № 39534 від 08.08.2011 р. Вона розроблена на підставі таких документів: Закону України «Про вищу освіту», «Положення про приймальну комісію ХНУ», Порядку прийому до вищих навчальних закладів України та Правил прийому до Хмельницького національного університету.

Основні положення системи тестування із комп'ютерною обробкою результатів викладені нижче. Бази даних тестових завдань створюються для всіх дисциплін, з яких проводиться тестування, щорічно поповнюються і вдосконалюються.

Бази даних тестових завдань або навчальні програми, за якими вони створені, є відкритими. Університет щорічно оприлюднює їх у паперовому або в електронному вигляді. Відповідальність за зміст і якість тестових завдань покладається на голову предметної комісії.

Екзаменаційний білет може містити тестові завдання одного або різних рівнів складності. Для автоматизованого формування білетів використовують комплекс комп'ютерних програм, які компонують бази даних тестових завдань з кожної дисципліни, формують екзаменаційні білети за допомогою випадкової вибірки та роздруковують їх.

Екзаменаційні білети, що включають тестові завдання, формують і тиражують комп'ютерними засобами перед початком тестування. Сформовані білети засвідчуються печаткою приймальної комісії.

Номер кожного екзаменаційного білета збігається з номером талона відповідей, який додається до нього.

Організація автоматизованого формування комплекту екзаменаційних білетів до вступних іспитів, контроль за ним покладається на відповідального секретаря Приймальної комісії або його заступника.

Тестування проводиться відповідно до розкладу в аудиторіях, що обладнані необхідними технічними засобами.

Пропуск вступників до аудиторії тестування проводить відповідальний секретар ПК та його заступники. При цьому перевіряється паспорт та перепустка, у якій вказана особа вступника, дата і час тестування. Кожний учасник тестування витягує номер, який вказує його місце в аудиторії. Всі місця за столами пронумеровані.

Після отримання екзаменаційних білетів вступники працюють над розв'язанням завдань протягом встановленого часу. Талони відповідей надаються кожному вступнику в одному екземплярі. Забороняється видача вступнику другого талона. Талон відповідей заповнюється вступником відповідно до роз'яснення щодо їх заповнення. Після закінчення роботи над тестами, або добігання до кінця часу, відведеного на тестування, вступники здають підписані роботи разом з талонами відповідей, які до початку сканування знаходяться на столі екзаменатора.

Сканування талонів відповідей починається після здачі робіт всіма вступниками у їх присутності. Процес сканування талонів відповідей демонструється за допомогою проектору на великому екрані.

Після закінчення сканування та комп'ютерної обробки талонів відповідей результати тестування демонструються на екрані у вигляді екзаменаційної відомості, в якій відсутні прізвища вступників, а є лише номер екзаменаційного білета. Далі персонал приймальної комісії вносить в комп'ютер інформацію про відповідність номера екзаменаційного білета прізвищу вступника. На екрані демонструється екзаменаційна відомість з прізвищами вступників, яка роздруковується і завіряється відповідальним секретарем приймальної комісії.

Критерії оцінювання вступних іспитів затверджуються на засіданні Приймальної комісії та наводяться в додатку до Правил прийому.

5. Рекомендована література для підготовки

1. Рудь Ю. С. Основи конструювання машин : підручник / Ю. С. Рудь. - Кривий Ріг : вид. ФОП Чернявський, 2015. – 492 с.
2. Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О. Динаміка машин. К.: КОМПРИНТ, 2013. - 227 с.
3. Карвацький А.Я. Механіка суцільних середовищ. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. 292 с.
4. Карвацький А. Я. Метод скінченних елементів у задачах механіки суцільних середовищ. Програмна реалізація та візуалізація результатів. Київ : НТУУ «КПІ», 2015. 391 с.
5. Дмитриченко М. Ф. Триботехніка та основи надійності машин : навч. посіб. / М. Ф. Дмитриченко, Р. Г. Мнацаканов, О. О. Мікосянчик. – К.: ІНФОРМАВТОДОР, 2006. –216 с.
6. Кіндрачук М.В. Трибологія : підруч. / М. В. Кіндрачук, В. Ф. Лабунець, М. І. Пашечко, Є. В. Корбут. – К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк». – 2009. – 392 с.
7. Ankush Raina. Nanomaterials for Sustainable Tribology. CRC Press, Year: 2023.
8. Sarfraz Ahmed, Vinayak S. Dakre. Tribology and Characterization of Surface Coatings. Wiley- Scrivener, Year: 2022.
9. Majid Yaghoubi, Hamed Tavakoli. Mechanical Design of Machine Elements by Graphical Methods. Series: Materials Forming, Machining and Tribology. Springer, Year: 2022.
10. Katiyar K. Industrial Tribology: Sustainable Machinery and Industry 4.0. Manufacturing Design and Technology. CRC Press, Year: 2022.
11. Tomasz Liskiewicz, Daniele Dini. Fretting Wear and Fretting Fatigue: Fundamental Principles and Applications. Elsevier, Year: 2022.
12. Pruncu C. Aherwar A. Tribology and Surface Engineering for Industrial Application. CRC Press, Year: 2021.
13. J. Paulo Davim. Mechanical and Industrial Engineering: Historical Aspects and Future Directions (Materials Forming, Machining and Tribology). Springer, Year: 2021.
14. John J. Uicker, Jr., Gordon R. Pennock, Joseph E. Shigley. Theory of Machines and Mechanisms. Oxford University Press. 2017. - 962 p.
15. Uwe Muhlich. Enhanced Introduction to Finite Elements for Engineers. Springer, 2023. - 205 p.
16. Кіндрачук М.В. Трибологія : підруч. / М. В. Кіндрачук, В. Ф. Лабунець, М. І. Пашечко, Є. В. Корбут. - К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк». – 2009. – 392 с.
17. Дмитриченко М. Ф. Триботехніка та основи надійності машин : навч. посіб. / М. Ф. Дмитриченко, Р. Г. Мнацаканов, О. О. Мікосянчик. - К.: ІНФОРМАВТОДОР, 2006. - 216 с.
18. Закалов О.В. Основи тертя і зношування в машинах: Навчальний посібник / О.В. Закалов І.О. Закалов. — Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. – 322 с.

19. Копей В., Одосій З., Онисько О.. Технологія машинобудування : навчальний посібник. Частина 1. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2021. 217 с.
20. Yinquan Yu, Sam Zhang. Materials in Advanced Manufacturing. Series: Advances in Materials Science and Engineering. CRC Press, Year: 2023.
21. Khan W.A. Machine Tools: An Industry 4.0 Perspective. Computers in Engineering Design and Manufacturing. CRC Press, Year: 2023
22. Mamduh M., Awd M. Machine Learning Algorithm for Fatigue Fields in Additive Manufacturing. Springer, Year: 2023.
23. Kyratsis P. , Tzotzis A. 3D FEA Simulations in Machining. Manufacturing and Surface Engineering. Springer, Year: 2023.
24. Kumar K., Kakandikar G., Davim P. Computational Intelligence in Manufacturing. Woodhead Publishing Reviews: Mechanical Engineering Series. Woodhead Publishing, Year: 2022.
25. Garg R., Singh R., Trehan R., Singh R. Modern Manufacturing Systems: Trends and Developments. Series: Frontiers of Mechanical and Industrial Engineering. CRC Press/Apple Academic Press, Year: 2022.