

Донбаська державна машинобудівна академія

Кафедра Підйомно-транспортних і металургійних машин

Затверджую:

Декан факультету машинобудування

_____ Кассов В.Д.

«27» травня 2024 р.

Гарант освітньої програми:

доктор техн. наук, професор

_____ Ковальов В.Д.

«24» травня 2024 р.

Розглянуто і схвалено

на засіданні кафедри підйомно-

транспортних і металургійних машин

Протокол № 19 від 21 травня 2024 р.

В.о. завідувача кафедри

_____ Дорохов М.Ю.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Теоретичні основи створення та дослідження сучасних машин та обладнання»

галузь знань 13 – «Механічна інженерія»

спеціальність 133 – «Галузеве машинобудування»

ОНП «Галузеве машинобудування»

Факультет Машинобудування

Розробник: професор, доктор технічних наук Ковальов В.Д.

м. Краматорськ-Тернопіль, 2024 р.

Робоча навчальна програма дисципліни «Теоретичні основи створення та дослідження сучасних машин та обладнання» для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня за ОНП 133 «Галузеве машинобудування» галузі знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування». - 13 с.

Розробник Ковальов В.Д., д.т.н., професор

Погоджено з проектною групою спеціальності

Керівник проектної групи спеціальності

_____Віктор КОВАЛЬОВ, д.т.н., професор

Розглянуто і затверджено на засіданні кафедри «Підйомно-транспортні і металургійні машини», протокол № 19 від _21_ травня 2024 року.

Зав кафедри ПТММ:

_____Микола ДОРОХОВ, к.т.н., доцент

Розглянуто і затверджено на засіданні Вченої ради факультету машинобудування, протокол №_10-24/05_ від 27_травня 2024 року

Голова Вченої ради факультету:

_____Валерій КАССОВ, д.т.н., професор

©Ковальов В.Д., 2024 рік

©ДДМА, 2024 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Показники		Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
			денна	заочна
Кількість кредитів		ОНП <u>Галузеве машинобудування</u>	Обов'язкова	
3	—			
Загальна кількість годин				
90	—			
Модулів – 1			Рік підготовки	
Змістових модулів – 4			1	—
Індивідуальне науково-дослідне завдання			Семестр	
_____			2	—
(назва)			Лекції	
Тижневих годин для <u>денної</u> форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента - 3		Освітньо-кваліфікаційний рівень: <u>доктор філософії</u>	18	—
			Практичні/Лабораторні	
			18 пр	—
			Самостійна робота	
			54	—
			Вид контролю	
		іспит	—	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить для денної форми навчання - 36/54

2. Загальні відомості, мета і завдання дисципліни

Україна є однією з індустріально розвинених країн світу, що володіє повним технологічним циклом виготовлення різноманітних перспективних видів наукомісткої машинобудівної продукції. Тому створення сучасного машинобудівного комплексу є пріоритетним напрямом розвитку економіки України. Для вирішення даної проблеми необхідні висококваліфіковані фахівці, які добре володіють технічними й економічними знаннями, здатні вивести машинобудівний комплекс на якісно новий рівень, достатній для успішного виходу створюваної в Україні машинобудівної продукції на світові ринки. Потреби розвитку машинобудівного комплексу на сучасному етапі вимагають широкого використання досягнень фундаментальних та загально інженерних наук для вирішення теоретичних проблем та практичних завдань технологій машинобудування.

Навчальна дисципліна «Теоретичні основи створення та дослідження сучасних машин та обладнання» належить циклу обов'язкових дисциплін за освітньо-науковою програмою «Галузеве машинобудування».

Предметом навчальної дисципліни «Теоретичні основи створення та дослідження сучасних машин та обладнання» є вивчення теоретичних та практичних основ машинобудування для забезпечення виробництва конкурентоспроможної машинобудівної продукції.

Метою вивчення дисципліни є формування у студентів:

- фундаментальних знань і практичних навичок про принципи побудови та функціонування сучасних технологічних систем в машинобудуванні;
- розуміння закономірностей створення та використання математичних моделей для раціонального проектування конструкцій машин;
- основних системних знань про умови забезпечення високих показників якості, точності, продуктивності та економічності при виготовленні машинобудівної продукції;
- підходів та загальної методології раціонального проектування та дослідження типових конструкцій сучасного машинобудівного виробництва в умовах забезпечення конкурентоспроможності продукції, енерго- і ресурсозбереження та екології;
- навиків щодо наукової роботи в галузі машинобудування.

Основні завдання вивчення дисципліни:

- отримати усвідомлене уявлення про сучасну машинобудівну виробничу систему, її структуру, функції та перспективні можливості;
- мати уявлення про принципи побудови систем машинобудування;
- отримати загальне уявлення про техніко-економічне оцінювання та вибір ефективних технологічних рішень на машинобудівному підприємстві;
- розуміти основні принципи і методологічну основу проектування раціональних процесів виготовлення машин та складання машин для створення прогресивних ресурсозберігаючих, безвідхідних, екологічно чистих машинобудівних технологій;
- усвідомити різносторонні напрями підвищення конкурентоспроможності продукції;
- усвідомити і розуміти основні напрямки розвитку високих технологій в машинобудуванні;
- отримати практичні навички щодо оцінки рівня конкретно існуючих технологій сучасного виробництва, уміти їх коректно сформулювати, а також запропонувати заходи вдосконалення;
- отримати практичні навички дослідження сучасних машин та обладнання.

При вивченні дисципліни необхідно усвідомити її основні завдання і зв'язок з іншими загальнотехнічними і спеціальними дисциплінами. Навчальна дисципліна базується на знаннях, отриманих студентами з загальноосвітніх, а також при попередньому вивченні дисциплін вільного вибору за професійними спрямуваннями. У процесі навчання студенти отримують необхідні знання під час лекційних занять і виконання практичних завдань. Також велике значення в процесі вивчення та закріплення знань має самостійна робота студентів.

Отримані студентами такі компетентності, як професійна готовність фахівця машинобудівного виробництва до організації, конструювання, дослідження конструкцій машин, потенційної здатності досягнення максимальних результатів в найбільш сприятливих умовах, дозволять ефективно застосовувати в практичній діяльності знання та вміння, сформовані в результаті засвоєння дисципліни.

Компетентності, що потрібно набути при вивченні дисципліни:

загальні компетентності:

ЗК1 - здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

ЗК2 - здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, генерувати нові ідеї та розв'язувати комплексні проблеми галузевого машинобудування;

ЗК4 - здатність розв'язувати проблеми у сфері галузевого машинобудування на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору, з дотриманням принципів академічної доброчесності;

ЗК8 - здатність опановувати, інтегрувати та використовувати сучасні знання з різних галузей;

спеціальні компетентності:

СК1 - здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у механічній інженерії та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з механічної інженерії та суміжних галузей;

СК3 - здатність критично аналізувати, оцінювати і синтезувати нові та комплексні ідеї у сфері галузевого машинобудування та з дотичних міждисциплінарних питань;

СК6 - здатність генерувати нові ідеї щодо розвитку теорії та практики галузевого машинобудування, виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень;

СК7 - здатність забезпечувати створення прогресивних конструкцій машин та обладнання на основі сучасних наукових принципів;

СК9 - здатність використовувати у практиці дослідницької та інженерної діяльності в галузевому машинобудуванні передові наукові концепції, теорії, принципи механічної інженерії.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

РН1 - мати концептуальні та методологічні знання з механічної інженерії і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових та прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій;

РН3 - формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані;

РН5 - застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи;

РН7 - вміти планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з галузевого машинобудування та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних інструментів та дотриманням норм професійної і академічної етики, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми;

РН8 - застосовувати загальні принципи та методи математики, природничих та технічних наук, а також сучасні методи та інструменти, цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для провадження досліджень у сфері механічної інженерії;

РН9 - глибоко розуміти загальні принципи та методи механічної інженерії, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері галузевого машинобудування та у викладацькій практиці;

РН13 - знати та глибоко розуміти теоретичні основи створення сучасних машин та обладнання, вміти вирішувати практичні завдання проектування прогресивних конструкцій машин та обладнання на базі сучасних наукових принципів.

Студент також повинен знати:

- структуру машинобудування, функції, властивості, можливості, умови формування та розвитку;
- характерні особливості функціонування заготівельного, металооброблювального та складального виробництва в машинобудуванні;
- сутність фізичних явищ у процесах виготовлення машин;
- сутність фізичного та математичного моделювання, оптимізації в машинобудуванні;
- структуру проектування технологічних процесів;
- умови досягнення високих показників якості, точності, продуктивності та економічності при виготовленні машинобудівної продукції;
- підходи до техніко-економічного обґрунтування оптимальних технологічних рішень по виготовленню конкурентоспроможної машинобудівної продукції;
- сутність технологічної підготовки машинобудівного виробництва;
- проблемні питання розвитку машинобудування;
- особливості робочих процесів машин, що досліджуються;
- основні шляхи підвищення якості, надійності та безпеки експлуатації машин;
- основні шляхи зниження енергоємності та підвищення продуктивності машин;
- принципи аналізу основних якісних та кількісних показників експлуатації машин;
- сучасні технології створення нових ефективних машин;
- основні шляхи вдосконалення конструкції та процесу конструювання машин та їх складових частин;
- принципи автоматизації проектування машин та їх складових частин;
- правила оформлення проектно-технічної документації та вимоги ЄСКД.

Вивчення дисципліни ведеться в 2 семестрі. В програмі передбачені лекції, практичні заняття та самостійна робота. Знання, отримані при вивченні дисципліни «Теоретичні основи створення та дослідження сучасних машин та обладнання» використовується при виконанні досліджень за темою дисертаційної роботи.

3. Програма та структура навчальної дисципліни

Вид навчальних занять або контролю	Розподіл між учбовими тижнями																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Лекції	2		2		2		2		2		2		2		2		2	
Пр. роботи		2		2		2		2		2		2		2		2		2

Сам. робота	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
Консультації																		К
Контр. роботи																		
Модулі	М1																	
Контроль по модулю																		К1

ВК – вхідний контроль; ПР - захист практичної роботи; К1– письмова контрольна робота; ЗСР – захист самостійної роботи; К – консультація; А – атестація.

4 Лекції. Модуль 1

Змістовний модуль 1. Основи систем технологій в машинобудуванні

Лекція 1.

Тема 1. Загальна характеристика технологічних систем

Загальні відомості про технологічні системи.

Стадії розвитку індустріальних цивілізацій.

Література: 1; 3; 19 - 22.

Тема 2. Сучасні системи технологій машинобудування

Сучасні технології механічної та фізико-технічної обробки деталей машин.

Сучасні технології заготівельного виробництва.

Література: 1; 2; 12; 19.

Лекція 2.

Тема 3. Створення ресурсозберігаючих та безвідхідних технологій в машинобудуванні

Модель технологічного процесу виготовлення деталі.

Характеристики ефективного використання матеріальних ресурсів.

Література: 5; 9; 16; 17; 21; 23.

Тема 4. Основні поняття та визначення технологій машинобудування.

Загальні поняття про технологію машинобудування.

Загальні поняття про виробничий та технологічний процеси.

Література: 5; 9; 12; 16; 17; 22.

Змістовний модуль 2. Ефективність застосування технологій в машинобудуванні

Лекція 3.

Тема 5. Якість машинобудівної продукції.

Загальні відомості про якість продукції та її оцінку.

Точність обробки деталей машин.

Література: 2; 9; 16; 17; 21.

Тема 6. Конструкторсько-технологічне забезпечення машинобудівного виробництва

Поняття про бази та базування заготовок на верстатах.

Проектування заготовок.

Література: 1; 19; 20 - 23.

Лекція 4.

Тема 7. Основи проектування технологічних процесів в машинобудуванні

Загальні відомості про проектування технологічних процесів

Основні етапи проектування одиничного технологічного процесу та їх характеристики.

Література: 3; 6; 7; 9; 14 - 16.

Тема 8. Техніко-економічне обґрунтування технологічних рішень

Сутність технічного нормування.

Вибір економічно-ефективних рішень на підприємстві.

Література: 12; 13; 17; 19 - 21; 23.

Змістовний модуль 3. Перспективні напрями розвитку машинобудування

Лекція 5.

Тема 9. Основи технологій заготівельного виробництва

Загальні відомості про системи технологій заготівельного виробництва.

Напрями розвитку технологій формотворчих операцій.

Література: 1 - 3; 18; 20; 23.

Тема 10. Основи технологій металооброблювального виробництва

Обробка деталей класу валів та вісей.

Обробка деталей з внутрішніми циліндричними та плоскими поверхнями.

Особливості обробки деталей з різбовими, зубчатыми, шліцевими та шпоночними поверхнями.

Література: 3; 11; 12; 16; 17; 23.

Лекція 6.

Тема 11. Основи технологій складального виробництва

Характеристика складальних процесів машинобудування.

Вихідні дані та послідовність проектування технологічних процесів складання.

Література: 1; 9; 16; 17; 20; 21; 23.

Тема 12. Основи високих технологій та інноваційних технологій

Основні відмінності високих технологій від традиційних технологій.

Спеціальні методи обробки та інноваційні технології.

Література: 1 - 3; 6; 7; 12.

Лекція 7.

Тема 13. Типові технологічні процеси в машинобудуванні

Технологія виготовлення корпусних деталей, шпинделів станків, ходових винтів, циліндричних зубчастих коліс.

Технологія виготовлення деталей з пластмас та металокераміки.

Література: 9; 14 - 16.

Тема 14. Сучасні технології механічної та фізико-технічної обробки деталей машин

Перспективні технології механічної обробки отворів, циліндричних та плоских поверхонь.

Сутність фізико-технічної обробки деталей машин.

Література: 9; 14 - 16.

Лекція 8.

Тема 15. Сучасне обладнання та інструменти в машинобудуванні

Загальна характеристика і технічні можливості сучасних високообертових верстатів із ЧПУ.

Прогресивні конструкції монолітних і збірних ріжучих інструментів зі зносостійкими покриттями.

Література: 3; 9; 14; 15.

Змістовний модуль 4. Сучасні методи досліджень машин та обладнання

Лекція 9.

Тема 16. Методи пізнання дійсності

Логічна схема пізнання дійсності

Методи пізнання дійсності як способи отримання знань

Література: 1; 16; 17 - 23.

Тема 17. Основні етапи побудови математичних моделей та інструментальні засоби моделювання

Основні етапи побудови математичних моделей.

Інструментальні засоби моделювання.

Література: 1; 17 - 23.

Тема 18. Обробка результатів досліджень, визначення помилок та методи обробки результатів

Обробка результатів досліджень, визначення помилок.

Методи обробки результатів.

Література: 1; 17 - 23.

5. Практичні роботи

Практична робота 1. Визначення показників надійності у галузевому машинобудуванні при нормальному законі розподілу.

Мета роботи - ознайомитись методикою визначення показників надійності технологічних систем при нормальному законі розподілу.

Питання для контролю:

1 Проблеми надійності технологічних систем.

2 Основні поняття працездатності машин.

3 Відмови машин - раптові і поступові.

Практична робота 2. Побудова дерева відмов у галузевому машинобудуванні.

Мета роботи - ознайомитись з методикою побудови дерева відмов технологічних систем.

Питання для контролю:

1 Методи аналізу відмов і ризиків.

2 Метод дерева відмов.

3 Концепція дерева відмов.

Практична робота 3. Визначення ймовірності безвідмовної роботи машини.

Мета роботи - визначити ймовірність безвідмовної роботи технологічної системи.

Питання для контролю:

1 Загальна схема розрахунку машини на надійність.

2 Критерії граничного стану деталей з'єднань складальних одиниць та механізмів обладнання.

3 Загальні принципи підвищення надійності, види резервування.

Практична роботи 4. Оволодіння навиками досліджень машин та обладнання.

Мета роботи - оволодіння навичками формування мети, задач досліджень, опанування методів планування експериментальних досліджень з використанням математичного апарату.

Питання для контролю:

1 Методи теоретичного дослідження.

2 Методи, які використовуються на етапі формування наукової гіпотези.

3 Що не належить до видів абстрагування.

5. Контрольні роботи та тести

Методологічні основи тестування в навчальному процесі

Застосування тестів дозволяє активізувати всі форми навчального процесу і підтримувати зворотний зв'язок викладача зі студентами. Крім того, тестування дає змогу студентам виробляти самооцінку своїх знань у період навчання, ще до початку залікової та екзаменаційної сесії.

За допомогою навчальних та контрольних тестів доцільно перевіряти наступні аспекти виучуваної дисципліни:

- засвоєння технічної термінології і її використання у повсякденній інженерній практиці, в тому числі й у відповідях на контрольні питання;

- засвоєння основних аналітичних та емпіричних залежностей, використовуваних при розробленні й експлуатації машин;

- рівень розуміння принципів роботи машин і обладнання, взаємодії вузлів та механізмів, їх функціональне призначення, характер руху робочих органів, їх взаємодії з оброблювальним середовищем, що при відповідях на питання може відображатися у вигляді конструктивних схем з вказанням і найменуванням позиції вузлів і деталей;

- уміння розв'язувати окремі практичні питання при експлуатації машин і т.п.

Вступний контроль знань із загальноінженерних дисциплін для оцінки загальної підготовленості студентів до сприйняття спеціальної дисципліни проводиться один раз на першому практичному занятті, якому відводиться дві академічні години.

Поточний контроль якості здобутих знань і вмінь може здійснюватися двома методами:

по-перше, шляхом проведення коротких (до 10 хвилин) письмових опитувань за допомогою індивідуальних білетів, які включають 1 - 2 конкретні запитання із певної теми на початку кожного і лабораторного або практичного заняття. Відповіді оцінюються за чотирибальною системою і виставляються в журнал академгрупи. Незадовільні оцінки повинні бути виправлені впродовж тижня в години, відведені для консультацій за сіткою розкладу з даної дисципліни;

по-друге, з метою підвищення ефективності лекційних занять шляхом експрес-опитування з теми лекції, коли весь склад академічного потоку або групи письмово відповідає на одне загальне усне запитання лектора, задане з теми лекції, але в дещо іншій площині за 5 хвилин до дзвоника на перерву. При цьому важливо попередити студентів, що, виходячи з аудиторії, кожний персонально кладе свою роботу на стіл викладачеві протягом не більш ніж 2 хвилини, поки він розписується в журналах академгрупи. Оцінки експрес - опитувань також виставляються в журналах і служать одночасно перевіркою відвідування занять без переклички, яка займає багато часу.

6. Критерії оцінювання контрольних заходів з дисципліни

Рейтингова система оцінювання дисципліни «Теоретичні основи створення та дослідження сучасних машин та обладнання»

№ КТ	Форма контролю	Модуль	Неділя	Максимальна кількість балів	Мінімальна кількість балів
1	ПР 1	М1	4	20	10
2	ПР 2		8	20	10
3	ПР 3		12	20	10
4	ПР 4		16	20	10
5	КР 1		18	20	15
Всього			-	100	55

1. Загальні положення.

Практичні та контрольні роботи оцінюються згідно наведеної таблиці. Оцінка виконаного завдання за бальною системою в залежності від повноти та глибини розкритих питань, правильності відповіді на поставленні запитання, самостійності та творчості виконання, вміння технічно грамотно обґрунтовувати прийняті рішення, вміння логічно і послідовно викладати матеріал та оформляти письмові відповіді з дотриманням вимог державних стандартів України. **У разі невиконання будь-якого із контрольних заходів модуль, до якого він належить, не зараховується.**

2 Оцінювання практичних робіт.

Оцінка «20...16 балів» виставляється студенту, який глибоко і надійно засвоїв програмний матеріал, вміє, вільно володіє науковою термінологією, без труднощів читає креслення вузлів і механізмів та впевнено використовує одержані знання для вирішення практичних задач. Можливі 1-2 неточності з другорядних питань, які не притягують за собою помилкових рішень. Допускається прийняти не більше одного неоптимального рішення, яке суттєво не впливає на кінцевий результат.

Оцінка «15...14 балів» виставляється студенту, який твердо засвоїв програмний матеріал та закономірності технологічних процесів, без особливих труднощів володіє науковою термінологією, вільно читає креслення, вміє використовувати одержані знан-

ня для вирішення практичних задач, але у відповідях допустив не більше 3-х неточностей в неістотних рішеннях, помилки в арифметичних підрахунках, в тім числі прийняв не більше 2-х неоптимальних рішень, які не притягнуть за собою одержання непрацездатної конструкції.

Оцінка «13-11 балів» виставляється студенту, який в цілому засвоїв програмний матеріал, але виявляє не системне і не глибоке знання матеріалу, у відповідях допускає окремі неточності та помилки, зазначає труднощі у використанні наукової термінології, невпевнено використовує одержані знання для вирішення конкретних практичних питань, при викладенні змісту не завжди дотримується послідовності, допускає окремі помилки при роботі з кресленням, та окремі відхилення від вимог стандартів при оформленні екзаменаційної роботи. Допускається не більше 2-х нижче перерахованих помилок принципового значення:

- помилки в при роботі із табличними параметрами;
- помилки в розрахунках механізмів, що суттєво впливає на працездатність і надійність.

Оцінка «10...1 бал» виставляється студенту, який у більшій частині не засвоїв програмного теоретичного матеріалу, з великими труднощами використовує не міцні знання для вирішення практичних задач, слабо володіє технікою читання креслень, схем, ескізів, практично не розкрив питання, зробив грубі помилки в обчислюванні, що привели до прийняття помилкових рішень, зазнає труднощі у вирішенні принципових питань при розробці конструкції.

У випадку, якщо студент не приступив до виконання роботи, йому виставляється оцінка «0 балів».

У разі несвоєчасного захисту роботи отримана оцінка зменшується на 1 бал.

При повторному захисті роботи отримана оцінка зменшується на 2 бали.

7. Навчально-методичні матеріали

1. Руденко П. О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні : навч. посібн. / П. О. Руденко. - К. : Вища шк., 1993. - 414 с.

2. Технологія конструкційних матеріалів : підручник / М. А. Сологуб, І. О. Рожнецький, О. І. Некоз та ін. ; за ред. М. А. Сологуба. - К. : Вища школа, 1993. - 300 с.

3. Надійність техніки. Системи технологічні. Терміни та визначення: ДСТУ 2470 -94. - К.: Держстандарт України, 1995. - 28 с.

4. Надійність сільськогосподарської техніки: Підручник. / М.І. Черновол, В.Ю. Черкун, В.В. Аулін та ін.; За заг. ред. М.І. Чер-новола.- Кіровоград: ТОВ «КОД», 2010. - 320 с.

5. Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними: ДСТУ 3004 -95.-К.: Держстандарт України, 1995. - 51 с.

6. Канарчук В.С. Надійність машин: Підручник. / В.С. Канарчук, С.К. Полянський, М.М. Дмітрієв - Либідь, 2003 - 424 с.

7. Зенкін М.А. Методи підвищення надійності та довговічності деталей та вузлів машин легкої промисловості: Підручник. / М.А. Зен-кін, Б.Ф. Піпа - К.: КНУДТД, 2004 -264с.

8. Холодов А.М. Технічні основи створення машин: Підручник / Холодов А.М., Руднев В.К., Гарнець В.М. – К.: УМК ВО, 1992. – 288 с.

9. Математичне моделювання технологічних процесів у машинобудуванні / А.І. Гордієнко, Л.Г. Полонський, П.П. Мельничук, М.Л. Хейфець. – Житомир: ЖІТІ, 20 01 . – 190 с.

10. Гавриш П.А. Математичне моделювання систем і процесів / П.А. Гавриш, Л.В.Васильєва // Навчальний посібник с грифом МОНУ, ДДМА, 20 06 - 10 0с. ISBN 966-379-060-1.