

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до самостійної роботи з дисципліни
«Теоретичні основи створення та дослідження
сучасних машин та обладнання»

Розглянуто і схвалено
на засіданні кафедри підйомно-
транспортних і металургійних машин
Протокол № 21 від 20 червня 2023 р.

м. Краматорськ-Тернопіль, 2023р.

УДК 621.873

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Теоретичні основи створення та дослідження сучасних машин та обладнання» / Укл. Є.В. Мироненко. - Краматорськ: ДДМА, 2023. - 14 с.

Містять перелік тем, що вивчаються в дисципліні «Теоретичні основи створення та дослідження сучасних машин та обладнання» та контрольні питання для перевірки знань. Приведено короткі теоретичні відомості, порядок виконання та варіанти завдань для самостійної роботи з основних напрямків курсу.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри підйомно-транспортних і металургійних машин
Протокол № 21 від 20 червня 2023 р.

Електронне навчальне видання

Укладач: професор, доктор технічних наук Мироненко Є.В.

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Теоретичні основи створення та дослідження сучасних машин та обладнання» належить циклу вибіркових 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 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 необ-

хідні 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.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати:

- структуру машинобудування, функції, властивості, можливості, умови формування та розвитку;
- характерні особливості функціонування заготівельного, металообробувального 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 проєктно-технічної документації та вимоги ЄСКД.

Компетентності, що потрібно набути при вивченні дисципліни:

- здійснювання планування та організацію виробництва сучасних конкурентно-спроможних машин на підставі технічного та технологічного оновлення, що забезпечується поєднанням економічних та технічних знань;
- розробка технічних та технологічних заходів для підвищення ефективності виробництва та продуктивності праці;

- визначення перспективних напрямків технічного переозброєння виробництва та модернізацію підприємств з метою підвищення конкурентоспроможності на внутрішньому та зовнішньому ринках;
- володіти термінологією, прийнятою в машинобудуванні, і вміти використовувати спеціальну літературу;
- оцінювати можливості сучасних машинобудівних підприємств;
- виконувати вибір оптимальних шляхів конструювання машин;
- виконувати економічну оцінку ефективності технологічних систем в машинобудуванні;
- орієнтуватися у виборі найбільш оптимальних технологічних рішень на підприємстві;
- обґрунтовувати шляхи підвищення якості продукції й продуктивності конструювання машин;
- формулювати завдання і критерії необхідні для проведення досліджень;
- використовувати результати досліджень при створенні нових конструкцій машин;
- використовувати сучасні технології при створенні машин та їх складових частин;
- розробляти та оформляти конструкторську, проєктно-технічну та науково-дослідницьку документацію при створенні нових або модернізації існуючих машин та обладнання;
- користуватись спеціалізованим програмним забезпеченням.

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 дисертаційних робіт.

1 САМОСТІЙНА РОБОТА З ВИВЧЕННЯ ТЕОРЕТИЧНОГО КУРСУ

Необхідним елементом успішного засвоєння матеріалу навчальної дисципліни є самостійна робота студентів з вітчизняною та закордонною спеціальною технічною літературою, періодичними виданнями. Самостійна робота є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Основні види самостійної роботи, які запропоновані студентам:

Вивчення лекційного матеріалу.

Робота з вивчення рекомендованої літератури.

Вивчення основних термінів та понять за темами дисципліни.

Підготовка до практичних занять, дискусій, роботи в малих групах.

Контрольна перевірка кожним студентом особистих знань за запитаннями для самоконтролю.

Перелік питань для самостійного опрацювання

Змістовний модуль 1. Основи систем технологій в машинобудуванні

Тема 1. Загальна характеристика технологічних систем

- 1.1. Основні визначення поняття «технологія».
 - 1.2. Чим відрізняються примітивні технології від високих технологій?
 - 1.3. Назвіть приклади базових та часткових технологій.
 - 1.4. Сутність та відмінності стадій розвитку індустріальних цивілізацій.
 - 1.5. Який відсоток відходів допускається в маловідхідних та безвідхідних технологіях?
 - 1.6. Чим відрізняється технопарк від технополіса?
- Література: [1; 3; 19 - 22].

Тема 2. Сучасні системи технологій машинобудування

- 2.1. Ефективність застосування верстатів з числовим програмним управлінням.
 - 2.2. Чим відрізняється електрофізична обробка від електрохімічної обробки?
 - 2.3. Сутність алмазно-іскрового шліфування.
 - 2.4. Сутність порошкової металургії.
 - 2.5. Приклади процесів пластичного деформування матеріалів.
- Література: [1; 2; 12; 19].

Тема 3. Створення ресурсозберігаючих та безвідхідних технологій в машинобудуванні

- 3.1. Сутність понять «вхід» і «вихід» у моделі технологічного процесу виготовлення деталі.
 - 3.2. Послідовність розробки конкретного технологічного процесу в машинобудуванні.
 - 3.3. Одиниці виміру трудомісткості в технології машинобудування.
 - 3.4. Шляхи зменшення матеріалоемності машинобудівної продукції.
 - 3.5. Основні напрями вирішення проблеми ресурсозбереження.
- Література: [5; 9; 16; 17; 21; 23].

Тема 4. Основні поняття та визначення технологій машинобудування.

- 4.1. Визначення поняття "технологія машинобудування".
 - 4.2. Чим відрізняється деталь від складової одиниці?
 - 4.3. Що таке агрегат?
 - 4.4. Які типи верстатів застосовуються в масовому виробництві?
 - 4.5. Чим відрізняється технологічна операція від технологічного переходу?
- Література: [5; 9; 12; 16; 17; 22].

Змістовний модуль 2. Ефективність застосування технологій в машинобудуванні

Тема 5. Якість машинобудівної продукції.

- 5.1. Чим відрізняються поняття «якість деталі» та «точність деталі».
 - 5.2. Назвіть основні параметри шорсткості поверхні.
 - 5.3. Методи визначення твердості матеріалів.
 - 5.4. Сутність єдиної системи допусків та посадок.
 - 5.5. Шляхи зменшення похибок обробки, пов'язаних з пружними деформаціями технологічної системи.
- Література: [2; 9; 16; 17; 21].

Тема 6. Конструкторсько-технологічне забезпечення машинобудівного виробництва

- 6.1. Поняття «технологічні бази» та класифікація технологічних баз.
 - 6.2. Призначення пристосувань при обробці заготовок та їх структура.
 - 6.3. Чим відрізняється заготовка від готової деталі?
 - 6.4. Що таке операційний припуск?
 - 6.5. Сутність технологічності конструкції виробу.
- Література: [1; 19; 20 - 23].

Тема 7. Основи проектування технологічних процесів в машинобудуванні

- 7.1. Чим відрізняється робочий проект від технічного проекту?
 - 7.2. Основні вимоги до розроблюваного технологічного процесу виготовлення деталі.
 - 7.3. Сутність розробки маршруту обробки деталі.
 - 7.4. Задачі, які вирішуються при розробці технологічної операції.
- Література: [3; 6; 7; 9; 14 - 16]

Тема 8. Техніко-економічне обґрунтування технологічних рішень

- 8.1. Для чого розраховується технічна норма часу?
 - 8.2. Формула для розрахунку основного (технологічного) часу обробки деталі.
 - 8.3. Сутність поняття «економічний ефект».
 - 8.4. Визначення строку допоміжного капіталовкладення.
 - 8.5. Формула для розрахунку повної технологічної (цехової) собівартості продукції.
- Література: [12; 13; 17; 19 - 21; 23].

Змістовний модуль 3. Перспективні напрями розвитку машинобудування

Тема 9. Основи технологій заготівельного виробництва

- 9.1. У чому різниця між заготовкою і готовою деталлю?
 - 9.2. Основні методи отримання заготовок?
 - 9.3. Чим відрізняється обробка матеріалів тиском від обробки металів різанням?
 - 9.4. Сутність інтегрального робочого процесу прискореного формовироблення виробу чи його прототипу.
- Література: [1 - 3; 18; 20; 23].

Тема 10. Основи технологій металооброблювального виробництва

- 10.1. Класифікація металорізальних інструментів і верстатів.
- 10.2. Чим відрізняються лезові інструменти від абразивних інструментів?
- 10.3. Параметри режиму різання для різних видів механічної обробки.
- 10.4. Приклади ефективного застосування інструментів, виготовлених із твердих сплавів.
- 10.5. Технологічні можливості процесів свердління, зенкерування, розгортання отворів.
- 10.6. Відмінність процесів круглого урізного й безцентрового шліфування.
- 10.7. Особливості застосування верстатів із числовим програмним керуванням.
- 10.8. Основні джерела теплоутворення при різанні металів.
- 10.9. Призначення й ефективність застосування мастильно-охолоджувальних рідин.
- 10.10. Що таке стійкість різального інструменту?
- 10.11. Які види механічної обробки виконуються на токарному верстаті?
- 10.12. Абразивна обробка та її значення для сучасної промисловості.
Література: [3; 11; 12; 16; 17; 23].

Тема 11. Основи технологій складального виробництва

- 11.1. Дайте коротку характеристику організаційних форм складання.
- 11.2. Методи досягнення необхідної точності при складанні.
- 11.3. Дайте коротку характеристику основних з'єднань.
- 11.4. Основні методи зварювання.
Література: [1; 9; 16; 17; 20; 21; 23].

Тема 12. Основи високих технологій та інноваційних технологій

- 12.1. Відмінності високих технологій у машинобудуванні від традиційних технологій.
- 12.2. Приклади високих технологій у машинобудуванні.
- 12.3. Сутність інноваційного процесу в машинобудівних технологіях.
Література: [1 - 3; 6; 7; 12].

Тема 13. Типові технологічні процеси в машинобудуванні

- 13.1. Назвіть маршрути технологій виготовлення корпусних деталей, шпинделів станків, ходових винтів, циліндричних зубчастих коліс.
- 13.2. Роль термічної обробки при виготовленні шпинделя станка.
- 13.3. Які особливості технології виготовлення деталей з пластмас та металокераміки?
Література: [9; 14 - 16].

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

14.1. Основні напрями підвищення ефективності механічної обробки отворів, циліндричних та плоских поверхонь.

14.2. Назвіть переваги фізико-технічної обробки по відношенню до механічної обробки деталей машин.

Література: [9; 14 - 16].

Тема 15. Сучасне обладнання та інструменти в машинобудуванні

15.1. Основні переваги сучасних високооберткових верстатів із ЧПУ типу "оброблювальний центр".

15.2. Чим відрізняються конструкції монолітних і збірних ріжучих інструментів зі зносостійкими покриттями?

Література: [3; 9; 14; 15].

Змістовний модуль 4. Сучасні методи досліджень машин та обладнання

Тема 16. Методи пізнання дійсності

16.1. Ієрархія систем.

16.2. Проблеми та проблематика у моделюванні.

16.3. Літературний аналіз як метод пізнання.

Література: [1; 16; 17 - 23].

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

17.1. Реальне моделювання.

17.2. Задача оптимізації моделей.

17.3. Статистичні програмні пакети.

Література: [1; 17 - 23].

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

18.1. Методи усунення похибок експериментів.

18.2. Лінеаризація функцій.

18.3. Апроксимація декількох незалежних змінних.

Література: [1; 17 - 23].

Контрольні запитання для самодіагностики

Змістовний модуль 1. Основи систем технологій в машинобудуванні

Тема 1. Загальна характеристика технологічних систем

1.1. Поняття "технологічна система".

1.2. Три стадії розвитку індустріальних цивілізацій.

1.3. Основні напрямки розвитку сучасних технологій.

Література: [1; 3; 19 - 22].

Тема 2. Сучасні системи технологій машинобудування

- 2.1. Основні переваги високошвидкісного різання матеріалів.
 - 2.2. Ефективність застосування збірних конструкцій металорізальних інструментів із зносостійкими покриттями.
 - 2.3. Основні характеристики та сфери застосування алмазних інструментів.
 - 2.4. Сутність технології порошкової металургії.
- Література: [1; 2; 12; 19].

Тема 3. Створення ресурсозберігаючих та безвідхідних технологій в машинобудуванні

- 3.1. Модель технологічного процесу виготовлення деталі.
 - 3.2. Оцінка використання матеріальних ресурсів.
 - 3.3. Основні шляхи ресурсозбереження в промисловості.
 - 3.4. Основні фактори й напрямки економії ресурсів.
- Література: [5; 9; 16; 17; 21; 23].

Тема 4. Основні поняття та визначення технологій машинобудування

- 4.1. Виріб і його основні види. Класифікація машин.
 - 4.2. Виробничий і технологічний процеси. Класифікація технологічних процесів.
 - 4.3. Елементи технологічного процесу.
 - 4.4. Типи виробництв. Значення коефіцієнта закріплення операцій для різних типів виробництва.
- Література: [5; 9; 12; 16; 17; 22].

Змістовний модуль 2. Ефективність застосування технологій в машинобудуванні

Тема 5. Якість машинобудівної продукції.

- 5.1. Якість деталі і її показники.
 - 5.2. Відмінність між досяжною й економічною точністю деталі.
 - 5.3. Хвилястість та шорсткість поверхні деталі.
 - 5.4. Види похибок обробки деталей. Методи розрахунку похибок обробки деталей.
- Література: [2; 9; 16; 17; 21].

Тема 6. Конструкторсько-технологічне забезпечення машинобудівного виробництва

- 6.1. Поняття "базування" та основні види баз.
 - 6.2. Класифікація пристосувань, які застосовуються у виробництві.
 - 6.3. Основні методи виготовлення заготовок.
 - 6.4. Методи розрахунку припуску для механічної обробки.
- Література: [1; 19; 20 - 23].

Тема 7. Основи проектування технологічних процесів в машинобудуванні

7.1. Основні стадії розробки технологічного процесу.

7.2. Етапи проектування одиничного технологічного процесу та їх характеристика.

7.3. Чим відрізняється технологічний процес від технологічної операції.

Література: [3; 6; 7; 9; 14 - 16].

Тема 8. Техніко-економічне обґрунтування технологічних рішень

8.1. Визначення штучного, основного та оперативного часу обробки. Основи технічного нормування.

8.2. Поняття про технічно обґрунтовану норму часу операції.

8.3. Техніко-економічна оцінка досконалості технологічних систем і процесів.

Література: [12; 13; 17; 19 - 21; 23].

Змістовний модуль 3. Перспективні напрями розвитку машинобудування

Тема 9. Основи технологій заготівельного виробництва

9.1. Сутність ливарного виробництва.

9.2. Основні методи і характеристики обробки металів тиском.

9.3. Шляхи підвищення точності виготовлення заготовок.

9.4. Приклади застосування високих технологій в заготівельному виробництві.

Література: [1 - 3; 18; 20; 23].

Тема 10. Основи технологій металооброблювального виробництва

10.1. Які кінематичні рухи використовуються в металорізальних верстатах?

10.2. Назвіть переваги використання алмазних інструментів стосовно твердосплавних інструментів.

10.3. Послідовність розрахунку параметрів режиму різання при точінні.

10.4. Основні методи обробки отворів і використовувані при цьому інструменти.

10.5. Назвіть кількісні співвідношення між трьома складовими сили різання.

10.6. Назвіть співвідношення між кількістю тепла при різанні, що йде відповідно в стружку, оброблювану деталь і різальний інструмент.

10.7. У чому відмінність понять стійкості інструмента й розмірної стійкості інструмента.

10.8. Назвіть основні групи мастильно-охолоджувальної рідини.

10.9. У чому відмінність глибини різання від товщини зрізу при точінні?

10.10. Методи механічної обробки, що забезпечують високі показники якості й точності оброблюваних поверхонь.

10.11. Класифікація стружок, що утворюються при різанні.

10.12. Основні види зношування різального інструменту.

Література: [3; 11; 12; 16; 17; 23].

Тема 11. Основи технологій складального виробництва

11.1. Основні методи складання.

11.2. Сутність і області ефективного застосування заклепувальних з'єднань.

11.3. Приклади автоматизації складального виробництва.

Література: [1; 9; 16; 17; 20; 21; 23].

Тема 12. Основи високих технологій та інноваційних технологій

12.1. Призначення високих технологій і перспективи їхнього розвитку.

12.2. Приклади застосування високих технологій у машинобудівному виробництві України.

12.3. Приклади застосування інноваційних технологій на машинобудівних підприємствах.

Література: [1 - 3; 6; 7; 12].

Тема 13. Типові технологічні процеси в машинобудуванні

13.1. Назвіть основні операції та їх сутність при обробці корпусних деталей, шпинделів станків, ходових в'єнтів, циліндричних зубчастих коліс.

13.2. Точність обробки основних поверхонь шпинделя станка.

13.3. Чим відрізняється обробка деталей з пластмас по відношенню до обробки металевих виробів?

Література: [9; 14 - 16].

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

14.1. Сутність прогресивної технології розфрезерування отворів.

14.2. Методи, які застосовуються при обробці виробів з алмазів.

14.3. В чому сутність процесу комбінованого алмазного шліфування.

Література: [9; 14 - 16].

Тема 15. Сучасне обладнання та інструменти в машинобудуванні

15.1. За рахунок чого досягається ефект високошвидкісного різання.

15.2. Які основні переваги збірного ріжучого інструменту над монолітним.

15.3. Ефективність застосування гнучких виробничих систем.

Література: [3; 9; 14; 15].

Змістовний модуль 4. Сучасні методи досліджень машин та обладнання

Тема 16. Методи пізнання дійсності

16.1 Основні способи пізнання дійсності.

16.2. Принципи моделювання.

16.3. Поняття адекватності моделі.

Література: [1; 16; 17 - 23].

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

17.1. Основні вимоги до моделі.

17.2. Інструментальні засоби моделювання.

Література: [1; 17 - 23].

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

18.1. Теоретичне осмислення експерименту.

18.2. Типи помилок вимірювання.

18.3. Методи обробки результатів експерименту.

Література: [1; 17 - 23].

Індивідуально-консультативна робота

Індивідуально-консультативна робота здійснюється за графіком індивідуально - консультативної роботи у формі: індивідуальних занять, консультацій, перевірки виконання індивідуальних завдань, перевірки та захисту завдань, що винесені на поточний контроль тощо.

Формами організації індивідуально-консультативної роботи є:

а) за засвоєнням теоретичного матеріалу:

консультації: індивідуальні (запитання - відповідь); групові (розгляд типових прикладів - ситуацій);

б) за засвоєнням практичного матеріалу: консультації індивідуальні і групові;

в) для комплексної оцінки засвоєння програмного матеріалу: індивідуальне здавання виконаних робіт.

Література

1. Информационно-вычислительные системы в машиностроении САИ-5 - технологии / Ю. М. Соломенцев, В. Г. Митрофанов, В. В. Павлов, Л. В. Рибакков. - М. : Наука, 2003. - 292 с.
2. Колесов И. М. Основы технологии машиностроения / И. М. Колесов. - М. : Высшая школа, 1999. - 591 с.
3. Мархель И. И. Детали машин. Программированное учебное пособие для средних специальных учебных заведений / И. И. Мархель. -2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение 1986. - 448 с.
4. Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник / А. А. Маталин. - М. : Машиностроение, 1985. - 496 с.
4. Панов А. А. Обработка металлов резанием : справочник технолога / А. А. Панов, В. В. Аникин, Н. Г. Бойм и др. - М. : Машиностроение, 1988. - 736 с.
5. Пономаренко В. С. Системи технологій : навчальний посібник / В. С. Пономаренко, М. А. Сіроштан, М. І. Белявцев та ін. - Х. : Око, 2000. - 376 с.
6. Проектирование технологий / под ред. Ю. М. Соломенцева. -М. : Машиностроение, 1999. - 416 с.
7. Руденко П. О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні : навч. посібн. / П. О. Руденко. - К. : Вища шк.,1993. - 414 с.
8. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т.1 / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. - 4-е изд. - М. : Машиностроение, 1985. - 656 с.
9. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т.2 / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. - 2-е изд. доп. и перераб. - М. : Машиностроение, 1985. - 496 с.
10. 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.
11. Надійність техніки. Системи технологічні. Терміни та визначення: ДСТУ 2470-94. - К.: Держстандарт України, 1995. - 28 с.
12. Надійність сільськогосподарської техніки: Підручник. / М.І. Черно-вол, В.Ю. Черкун, В.В. Аулін та ін.; За заг. ред. М.І. Черно-вола.- Кіровоград: ТОВ «КОД», 2010. - 320 с.
13. Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними: ДСТУ 3004-95.-К.: Держстандарт України, 1995. - 51 с.
14. Канарчук В.С. Надійність машин: Підручник. / В.С. Канарчук, С.К. Полянський, М.М. Дмитрієв - Либідь, 2003 - 424 с.
15. Зенкін М.А. Методи підвищення надійності та довговічності деталей та вузлів машин легкої промисловості: Підручник. / М.А. Зенкін, Б.Ф. Піпа - К.: КНУДТД, 2004 -264с.
16. Холодов А.М. Технічні основи створення машин: Підручник / Холодов А.М., Руднев В.К., Гарнець В.М. – К.: УМК ВО, 1992. – 288 с.

17. Математичне моделювання технологічних процесів у машинобудуванні / А.І. Гордієнко, Л.Г. Полонський, П.П. Мельничук, М.Л. Хейфець. – Житомир: ЖІТІ, 2001. – 190 с.
18. Гавриш П.А. Математичне моделювання систем і процесів / П.А. Гавриш, Л.В.Васильєва // Навчальний посібник с грифом МОНУ, ДДМА, 2006- 100с. ISBN 966-379-060-1.
19. Винарский М.С, Лурье М.В. Планирование эксперимента в технологических исследованиях.- Киев: Техника, 1975.-167с.
20. Зегнидзе И.Г. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем.-М.: Наука, 1976.-390с.
21. Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике: Учеб. для вузов / Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2001. - 496с.
22. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры.-М.: Физматлит, 2002. - 320 с.
23. Боровиков В.П. STATISTICA / В.П. Боровиков, И.П. Боровиков, М.: 1997, 592с.6 3 Курицкий Б.Я. Поиск оптимальных решений средствами Excel 7.0. – СПб.: ВНУ – Санкт-Петербург, 1997.