

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Приладобудівний факультет

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченої радою ПБФ

(протокол № 4/22 від 25.04.2022 р.)

ПРОГРАМА КОМПЛЕКСНОГО АТЕСТАЦІЙНОГО ЕКЗАМЕНУ
здобувачів вищої освіти

освітнього ступеня «**бакалавр**»

за освітньо-професійною програмою Комп'ютерно-інтегровані технології
виробництва приладів

спеціальності Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Розроблено та рекомендовано:

Кафедрою виробництва приладів

(протокол № 13 від 06.04.2022 р.)

Київ 2022

Програма комплексного атестаційного екзамену складена для проведення атестації студентів (здобувачів ступеня вищої освіти «бакалавр») з метою встановлення відповідності здобутих ними компетентностей та результатів навчання за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерно-інтегровані технології виробництва приладів» вимогам стандарту вищої освіти зі спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології:

Компетентності

ФК 1. Здатність застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації.

ФК 3. Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

ФК 4. Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

ФК 5. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.

ФК 6. Здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, зокрема, проектування багаторівневих систем керування, збору даних та їх архівування для формування бази даних параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу.

ФК 7. Здатність обґрунтовувати вибір технічної структури та вміти розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем керування на базі локальних засобів автоматизації, промислових логічних контролерів та програмованих логічних матриць і сигнальних процесорів.

ФК 8. Здатність проектування систем автоматизації з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

ФК 9. Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації.

ФК 12. Здатність виконувати типові операції налагодження, обслуговування та експлуатації засобів та систем автоматизації у виробництві приладів різного призначення

Результати навчання

ПРН 1. Знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, функції багатьох змінних, функціональні ряди, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію функції комплексної змінної, теорію ймовірностей та математичну статистику, теорію випадкових процесів в обсязі, необхідному для користування математичним апаратом та методами у галузі автоматизації.

ПРН 4. Розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації (за галузями діяльності) та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір

структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей.

ПРН 6. Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

ПРН 7. Вміти застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів для обґрунтування вибору засобів вимірювань та оцінювання їх метрологічних характеристик.

ПРН 8. Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування.

ПРН 11. Вміти виконувати роботи з проектування систем автоматизації, знати зміст і правила оформлення проектних матеріалів, склад проектної документації та послідовність виконання проектних робіт з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

ПРН 15. Здатність розробляти типові технологічні процеси технічного обслуговування та ремонту приладів в умовах автоматизованих виробництв

ПРН 16. Здатність вирішувати перспективні завдання технологічної підготовки автоматизованого виробництва самостійно та/або під керівництвом досвідчених фахівців

Для перевірки вищезазначених результатів до програми комплексного атестаційного екзамену включено питання з таких навчальних дисциплін:

1. Технології виробництва приладів:

кредитний модуль: «Технології приладобудування»

кредитний модуль: «Технології складання приладів»

2. Комп'ютерне моделювання процесів та систем

Розробники програми:

АНТОНЮК Віктор Степанович, д.т.н, професор, професор

СТЕЛЬМАХ Наталія Володимирівна, к.т.н., доцент, доцент

ВИСЛОУХ Сергій Петрович, к.т.н., доцент, доцент

Порядок проведення атестаційного екзамену

Атестаційний екзамен проводиться на платформі дистанційного навчання «Сікорський» за посиланням: <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=5743>.

Розклад роботи екзаменаційної комісії та проведення атестаційного екзамену (передбаченого у різні дні для різних груп здобувачів освіти та для можливості повторного складання атестаційного іспиту тими здобувачами освіти) буде доведено окремо та опубліковано на сайті кафедри: <https://kafvp.kpi.ua>

Інформація про зміст і структуру екзаменаційного білету: атестаційний екзамен проводиться у вигляді тесту (перелік тем наводиться нижче). Тест складається з 25 питань: 20 теоретичних та практичних завдань з дисципліни «Технології виробництва приладів (з кредитних модулів «Технології приладобудування» та «Технології складання приладів» та 5 задач з дисципліни «Комп'ютерне моделювання процесів та систем». Тривалість екзамену – 1.5 – 2 години.

Для проходження екзамену студенту достатньо мати комп'ютер (смартфон, ноутбук, планшет) з доступом до інтернету. Додатково для підготовки відповідей на запитання/завдання у ході атестаційного екзамену мати ручку та папір.

Перелік тем, що виносяться на атестаційний екзамен

Навчальна дисципліна «Технології виробництв приладів», кредитний модуль «Технології приладобудування»

Тема. 1. Загальні поняття про технологічну підготовку виробництва.

Виробничий і технологічний процес в приладобудуванні

Тема. 2. Технічне нормування в приладобудуванні. Трудомісткість технологічних операцій. Структура норми часу.

Тема. 3. Якість поверхні. Основні поняття про точність виробів і методи розрахунку. Фактори, що впливають на точність обробки, точність деталі

Тема. 4. Міжопераційні припуски і проміжні розміри. Розрахунок міжопераційних припусків та граничних виконавчих розмірів.

Тема 5. Основи базування деталей. Класифікація баз. Основні схеми базування

Тема. 6. Технологічні процеси отримання заготовок. Виробництво заготовок литтям. Виробництво деталей штампуванням. Отримання деталей із пластмас.

Тема 7. Процеси механічної обробки деталей приладів. Основні поняття і визначення.

Тема. 8. Типи оснастки в приладобудуванні. Верстатні пристосування.

Тема. 9. Технологія виготовлення деталей типу осі, валики,

Тема 10. Технологія виготовлення деталей типу втулки, фланці, операції контролю.

Тема 11. Технологія виготовлення зубчастих коліс. Технологія виготовлення пружних елементів приладів

Навчальна дисципліна «Технології виробництва приладів», кредитний модуль «Технології складання приладів»

Тема 1. Організація складальних процесів. Основні визначення та поняття

Тема 2. Проектування технологічних процесів складання

Тема 3. Типи виробництва. Організаційні форми складання приладів

Тема 4. Надійність у приладобудуванні та її забезпечення на виробництві

Тема 5. Основні уявлення про точність в приладобудуванні

Тема 6. Забезпечення розмірної взаємозамінності

Тема 7. Основні технологічні процеси складання приладів

Тема 8. Балансування елементів приладів

Тема 9. Технологія складання електричних елементів приладів

Тема 10. Випробування в приладобудуванні

Навчальна дисципліна «Комп'ютерне моделювання процесів та систем»

Тема. 1. Чисельне інтегрування функцій

Тема. 2. Розв'язання диференціальних рівнянь

Тема. 3. Оптимізація методом лінійного програмування

Тема. 4. Чисельні методи оптимізації функцій з обмеженнями

Тема. 5. Наближення функцій. Інтерполяція

Приклад типового екзаменаційного білету

Приклад варіанту тесту:

Питання 1. Продукт виробництва, з якого шляхом змінювання форми і фізико-механічних властивостей виготовляють деталь, називається:

Варіанти відповіді:

А. Заготовка

В. Виріб.

С. Комплект.

Питання 2. Штучно-калькуляційний час це:

Варіанти відповіді:

А. Повна норма часу, необхідного для виготовлення одиниці продукції (виконання операції).

Б. Норма часу на підготовку робітників і засобів виробництва до виконання технологічної операції і приведення їх у первісний стан після її закінчення.

В. Норму часу на здійснення дій, що забезпечують можливість виконання технологічної операції або переходу.

Питання 3. Дайте правильне визначення основним елементам складання. Комплект це

Варіанти відповіді:

А. додаткові, не з'єднані з основним виробом окремі елементи, які мають допоміжний характер і входять у перелік обов'язкового постачання підприємством-виробником.

Б. окрема функціональна частина виробу, отримана складальними операціями з простіших елементів, яка підлягає згодом стикуванню в єдиний прилад на даному підприємстві.

В. первинна частина виробу, виготовлена єдиним суцільним елементом без застосування складальних операцій.

Питання 4. Для функції, що задана своїми значеннями

X	0	1	3
Y	2	1	3

за допомогою параболічної інтерполяції обчислити наближене значення Y для X= 2, використовуючи формулу Лагранжа.

Варіанти відповіді:

- А. $Y \approx 1,33$
- Б. $Y \approx 1,67$
- В. $Y \approx 0,67$

Питання 5. Дайте правильне визначення. Перехід в складальній операції.

Варіанти відповіді:

- А. це частина операції по виконанню певного різновиду роботи із застосуванням будь-якого складального інструмента, контрольно-вимірювального пристрою, складального устаткування
- Б. це розгорнутий план або перелік необхідних робіт у певній послідовності, що в остаточному результаті має забезпечити отримання потрібного об'єкта з необхідними параметрами.
- В. це завершена частина технологічного процесу, яка виконується безперервно на одному робочому місці одним робітником або бригадою робітників.

Питання 6. Дайте правильне визначення. Індивідуальне, або одиничне, виробництво характеризується

Варіанти відповіді:

- А. призначене для виконання замовлень науково-дослідних і проектно-конструкторських організацій з виготовлення і випробування дослідних зразків нових приладів.
- Б. яскравою циклічністю та певною спеціалізацією випуску широкої номенклатури приладів, схожих за експлуатаційними та конструкторськими ознаками.
- В. призначене для виготовлення великої програми строго визначених приладів вузької номенклатури, які широко застосовуються у народному господарстві

Питання 7. Точність, яка при мінімальній собівартості досягається в нормальних виробничих умовах при кваліфікації робітника, що відповідає характеру роботи, називається:

Варіанти відповіді:

- А. Економічна точність
- Б. Досяжна точність.
- В. Фактична точність

Питання 8. Визначити змінні x_1, x_2 , при яких цільова функція $f(x_1, x_2)$ буде мати мінімальне значення, методом множників Лагранжа при наявності зв'язку між ними:

$$f(x_1, x_2) = (x_1 + 1)^2 + (x_2 - 1)^2 \quad \text{при} \quad x_1 + 2x_2 = 3$$

Варіанти відповіді:

- А. $x_1 = -0,5; x_2 = 1,75$
- Б. $x_1 = 0,5; x_2 = 1,25$
- В. $x_1 = 1,5; x_2 = 0,75$

Питання 9. Розв'язати задачу лінійного програмування, тобто визначити оптимізуючі змінні $x_j, j=1,2,3$, що доставляють мінімальне значення цільовій функції $z(x)$ в області, яка задана обмеженнями $q_i(x), i=1,2,3$ та $x_j \geq 0, j=1,2,3$

$$z(x) = 2x_1 - 8x_2 + 5x_3; \quad \begin{aligned} q_1(x) &= 2x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 1 \\ q_2(x) &= x_1 + x_2 + 4x_3 \leq 3 \\ q_3(x) &= 3x_1 + x_2 + x_3 \leq 4 \end{aligned}$$

Варіанти відповіді:

- А. $x_1=0,0; x_2=1,0; x_3=0,0$
- Б. $x_1=1,0; x_2=0,0; x_3=0,0$
- В. $x_1=0,0; x_2=0,0; x_3=1,0$

Питання 10. Шар матеріалу, що підлягає видаленню з поверхні, що оброблюється, з метою отримання форми, розмірів, квалітету точності і шорсткості поверхні, називається:

Варіанти відповіді:

- А. Припуск
- Б. Допуск
- В. Дефектний шар матеріалу

Питання 11. Поверхні заготовки, якими вони встановлюються для оброблення, називаються:

Варіанти відповіді:

- А. Технологічними базами
- Б. Конструкторськими базами
- В. Вимірювальними базами

Питання 12. Тип заготовки, якщо спосіб її утворення – лиття в металеві форми:

Варіанти відповіді:

- А. Виливок
- Б. Прокат
- В. Поковка

Питання 13. Дайте правильне визначення. Повна відмова приладу.

Варіанти відповіді:

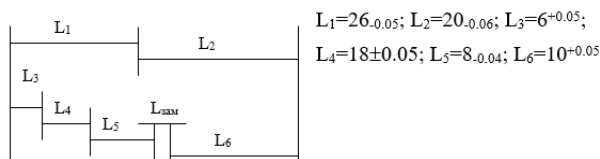
- А. коли повністю припиняється вся життєдіяльність даного об'єкта.
- Б. стрибкоподібна зміна одного або кількох параметрів з різних внутрішніх або зовнішніх причин, яка розглядається як випадкова подія.
- В. плавна зміна вихідних параметрів за допустимих меж. Звичайно це пов'язане з виробленням ресурсу та спрацьованістю.

Питання 14. Скільки методів забезпечення необхідної точності складання в основному застосовують у приладобудуванні.

Варіанти відповіді:

- А. 5
- Б. 4
- В. 3

Питання 15. Для точного складання приладу необхідно визначити величину замикаючої ланки та її точність при заданому розмірному ланцюзі, де всі розміри у мм.



Варіанти відповіді:

- А. $4_{-0.26}^{+0.09}$ мм
- Б. $3 \pm 0,19$ мм
- В. 4 ± 0.20 мм

Питання 16. Розв'язати задачу Коші методом Ейлера для диференціального рівняння $y' = y^2 - 4x$ на відрізку $[0; 0,06]$ з кроком 0,02 при такій початковій умові $y(0)=1$

Варіанти відповіді:

- А. $y(0,06)=1,0576$
- Б. $y(0,06)=0,9431$
- В. $y(0,06)=1,0736$

Питання 17. Ділильну головку на фрезерних верстатах використовують при обробленні:

Варіанти відповіді:

- А. Зубчастих коліс
- Б. Торцевих поверхонь
- В. Циліндричних поверхонь

Питання 18. Пристрої, за допомогою яких встановлюють і закріплюють різальні інструменти, називаються:

Варіанти відповіді:

- А. Допоміжний інструмент
- Б. Додаткові пристрої
- В. Верстатні пристрої

Питання 19. В умовах серійного виробництва операції токарної обробки валів доцільно виконувати на:

Варіанти відповіді:

- А. Верстатах з ЧПК
- Б. Токарно-гвинторізних верстатах
- В. Обробних центрах

Питання 20. Технологічна послідовність оброблення отворів:

Варіанти відповіді:

- А. свердління, зенкерування, розгортання
- Б. розгортання, розточування
- В. зенкерування, зенкування, розточування

Питання 21. Якими інструментами оброблюють зубчасті колеса методом обкатки?:

Варіанти відповіді:

- А. Дисковими модульними фрезами, пальцевими модульними фрезами
- В. Циліндричними черв'ячними модульними фрезами, довбачами.
- С. Торцевими і циліндричними фрезами.

Питання 22. Дайте правильне визначення. Ланкою, що зменшує розмірний ланцюг є

Варіанти відповіді:

- А. Ланка РЛ в разі збільшення якої розмір замикаючої ланки зменшується
- Б. Ланка РЛ, яка отримується останньою в процесі складання механізму
- В. Ланка РЛ в разі збільшення якої розмір замикаючої ланки збільшується

Питання 23. Вирахувати значення визначеного інтегралу $\int_0^1 \sqrt{x^2 + x + 1} dx$ з кроком $h=0,2$, використовуючи метод трапецій

Варіанти відповіді:

- А. 1,3381
- Б. 1,9532
- В. 2,0647

Питання 24. Дайте правильне визначення. Основними вимогами до рухомих з'єднань є:

Варіанти відповіді:

- А. Всі відповіді правильні
- Б. Висока стійкість проти спрацювання поверхонь, малий коефіцієнт тертя в точках контакту та його стійкість на всьому діапазоні переміщення
- В. Висока геометрична точність стичних поверхонь, хороша чистота поверхонь контакту

Питання 25. Дайте правильне визначення. Статична невірноваженість

Варіанти відповіді:

- А. є тоді коли головна центральна вісь інерції (ГЦВІ) зміщена з віссю обертання (ВО) на величину ρ , але паралельна їй.
- Б. є тоді, коли головна центральна вісь інерції (ГЦВІ) не збігаються з віссю обертання (ВО) за рахунок нахилу на кут α , але центр ваги (ЦВ) розміщений на осі обертання.
- В. є тоді, коли головна центральна вісь інерції ГЦВІ розташована під кутом α до віссю обертання (ВО), а центр ваги (ЦВ) зміщено з осі обертання на величину ρ .

Критерії оцінювання відповідей здобувачів освіти

Кожне питання з дисциплін «Технології виробництва приладів» оцінюється в 3 бали. Загальна кількість балів – 60.

Кожна задача з дисципліни «Комп'ютерне моделювання процесів та систем» оцінюється в 8 балів. Загальна кількість балів – 40.

Загальна кількість балів за атестаційний екзамен – 100 балів.

Результуючі рейтингові бали окремого студента переводяться в оцінку за університетською шкалою:

Рейтингова оцінка здобувача	Університетська шкала оцінок рівня здобутих компетентностей
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
менше 60	Незадовільно

Рекомендована література підготовки до атестаційного екзамену

1. Технологія машино- та приладобудування: Підручник / О. В. Якімов, В. І. Марчук, П. А. Лінчевський, О. В. Якімов, В. П. Ларшин; Під заг. ред. О. В. Якімов. — Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2005. — 712 с.
2. Марчук В.І. Технологія приладобудування: навчальний посібник / В.І. Марчук, В.Ю.Заблоцький. —Луцьк : РВВ ЛНТУ,2015. —216 с
3. Божидарник В.В. та ін.. Технологія виготовлення деталей виробів. Навчальний посібник. — Луцьк: Надстиря, 2006. — 592 с.
4. А. М. Власенко. Способи виготовлення металевих виробів: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2009. — 250 с.
5. Технологические процессы изготовления деталей приборов. Под ред. В. А. Остафьева.— К.: Вища школа. Головное изд-во. 1983. — 208 с.
6. Гаврилов А.Н. Основы технологии приборостроения. - М., Высшая школа, 1976, 328 с., ил.
7. Справочник технолога приборостроителя: 2-х томах. 2-ое изд., прораб. и доп. Т1 - под ред. П.В.Сыроватченко, 607 стр., ил. Т2 - под ред. Е.А. Скороходова, 463 стр., ил. - М., Машиностроение, - 1981 г.
8. Технологія приладобудування: Підручник / Під загальною редакцією проф. І.П. Бушминського. — М.: МГТУ ім. Н.Э.Баумана, 2011. — 306 с.
9. Валетов В.А. Технология приборостроения. Учебное пособие/ В.А.Валетов, К.П.Помпеев.—СПб.: НИУ ИТМО, 2013. —234 с.
10. Конспекти лекцій з курсу Технологія приладобудування викладені в МУДЛ
11. Технологія складання, регулювання та випробування приладів. Підручник/ В.О. Румбешта. —К. 2013; с. 360.
12. Марчук В.І. Технологія приладобудування: навчальний посібник / В.І. Марчук, В.Ю.Заблоцький. — Луцьк : РВВ ЛНТУ, 2015. — 216 с.
13. Валетов В.А. Технология приборостроения. Учебное пособие / В.А.Валетов, К.П.Помпеев. — СПб.: НИУ ИТМО, 2013. — 234 с.
14. Якимов А.В., Гусарев В.С. Технология автоматизированного машиностроения. — К., 1998.

15. Справочник конструктора точного приборостроения. Под общ. ред. К.Н. Явленского. М., Машиностроение, 1989.
16. ДСТУ 2390-94 Складання. Терміни та визначення режим доступу : <http://index.net.ua/ua/shop/bibl/500/doc/935>
17. Комп'ютерне моделювання процесів та систем. Чисельні методи: підручник / С.П. Вислоух, О.В. Волошко, Г.С. Тимчик, М.В. Філіппова. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. – 228 с. ISBN 978-966-990-028-9.
18. Лук'яненко С.О. Числові методи в інформатиці [Текст]: навч. посіб. / С.О. Лук'яненко. – Вид. 2-ге, доп. та випр.. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 160 с.
19. Петренко А. І. Обчислювальна математика. / А. І. Петренко – Суми: ВМУРОЛ «Україна», 2002. – 212 с.
20. Попов В. В. Методи обчислень: конспект лекцій для студентів механіко-математичного факультету / В. В. Попов. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2012. – 303 с.
21. Прокопенко Ю. В. Обчислювальна математика [текст]: навч. посіб. / Ю. В. Прокопенко, Д. Д. Татарчук, В. А. Казміренко – К.: «Політехніка», 2013. – 224 с. ISBN 978-966-622-590-3.
22. Кветний Р. Н. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1. Навчальний посібник / Р. Н. Кветний, І. В. Богач, О. Р. Бойко, О. Ю. Софіна, О. М. Шушура за заг. ред. Р. Н. Кветного. – Вінниця :ВНТУ, 2012. – 193 с.
23. Задачин В. М. Чисельні методи : навчальний посібник / В. М. Задачин, І. Г. Конюшенко. – Х. : Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. – 180 с. ISBN 978-966-676-547-6.
24. Андруник В.А. Чисельні методи в комп'ютерних науках:навчальний посібник / В.А. Андруник, В.А.Висоцька, В.В.Пасічник, Л.Б. Чирун Л.Б., Л.В. Чирун – Львів: Видавництво «Новий світ -2000», 2017. – 470с. ISBN 978-617-7519-06-4.
25. Бахвалов Н. С. Численные методы: учеб. пособие для физ.-мат.специальностей вузов / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков – 4- е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 636 с.
26. Вагнер В. Основы исследования операций. – М.: Мир;. т.1, 1972. – 335 с; т.2, 1973. – 488 с; т.3, 1973. – 504 с.
27. Вітлінський В.В., Наконечний С.І., Терещенко Т.О. Математичне програмування: Навч.-метод. Посібник для самост. вивч. дисц. – К.: КНЕУ, 2001. – 248 с.
28. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій. Підручник. Сьоме видання, перероблене та доповнене / Ю.П. Зайченко. Київ: Видавництво Дім "Слово", 2006. 472 с.
29. Зайченко О.Ю. Дослідження операцій. Збірник задач. / О.Ю. Зайченко, Ю.П. Зайченко. – К.: Видавничий дім «Слово», 2007. – 472 с.
30. Таха Х.А. Введение в исследование операций: 6-е издание. – М.: Изд. Дом «Вильямс», 2001. – 912 с.
31. Харчистов Б.Ф. Методы оптимизации: Учебное пособие. -
32. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004. - 140с.