

1
Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи

В. В. Павліков

(підпис)

(ініціали та прізвище)

2020 р.

Відділ аспірантури і докторантури



РОБОЧА ПРОГРАМА

ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Моделі та методи створення інформаційно-вимірювальних систем

Галузь знань: 15 Автоматизація та приладобудування

Спеціальність: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітньо-наукова програма «Автоматизація, приладобудування та комп'ютерно-інтегровані технології»

Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

Форма навчання: денна
денна заочна

2
РОБОЧА ПРОГРАМА
ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Моделі та методи створення інформаційно-вимірювальних систем
(назва дисципліни)

для здобувачів за спеціальністю 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

освітньої програми «Автоматизація, приладобудування та комп'ютерно-інтегровані технології»

« 25 » 08 2020 р., – 15 с.

Розробник: професор, д.т.н., доцент
(посада, науковий ступінь та вчене звання)



О.В. Заболотний
(прізвище та ініціали)

Гарант ОНП професор, д.т.н., професор
(посада, науковий ступінь та вчене звання)



В.І. Барсов
(прізвище та ініціали)

Протокол № 1 від « 25 » 08 2020 р. засідання кафедри № 303
Завідувач кафедри д.т.н., професор
(посада, науковий ступінь та вчене звання)



М.Д. Кошовий
(прізвище та ініціали)

ПОГОДЖЕНО:

Завідувач відділу
аспірантури і докторантури



В. Б. Селевко

Голова наукового товариства
студентів, аспірантів,
докторантів і молодих вчених



Т. П. Старовойт

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів 7	Галузь знань <u>15 «Автоматизація та приладобудування»</u> (шифр і назва)	Вибіркова
Модулів – 3	Спеціальність: <u>151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»</u> (шифр, назва)	Навчальний рік 2020 - 2021
Змістових модулів -3		Семестр 1-й (рік набору 2020)
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		
Загальна кількість годин – 80/210		Лекції 48 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 самостійної роботи здобувача – 8	Рівень вищої освіти: <u>доктор філософії</u>	Практичні, семінарські 32 год.
		Лабораторні
		Самостійна робота 130 год.
		Індивідуальні завдання: Вид контролю: іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: $80/130 = 0,62$.

¹⁾Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета навчання – дати знання про архітектуру побудови вимірювально-обчислювальних комплексів, структуру бортового інформаційно-обчислювального комплексу і взаємодія його з БЦВМ та іншими бортовими комплексами, комплексні критерії при оцінці ІВС, моделі та методи створення інформаційно-вимірювальних систем, знання по топології побудови і протоколах обміну у локальних обчислювальних мережах, ефективності функціонування програмного забезпечення вимірювально-обчислювальних комплексів, алгоритмів структурування алгоритмічного забезпечення, розроблювальних програмних засобів, методів тестування, розробленого програмного забезпечення.

Завдання: формування вмінь коректно ставити завдання при проектуванні складних технічних систем, використовувати математичні моделі при проектуванні складу та структури ІВС, застосовувати для вирішення поставлених завдань ефективні алгоритми їх вирішення.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми здобувачі повинні досягти таких **компетентностей**:

Загальні компетентності:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Спеціальні (фахові) компетентності:

СК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері автоматизації та дотичних до неї (нього, них) міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій та суміжних галузей.

СК03. Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності.

СК09. Здатність до продукування нових ідей і розв'язання комплексних проблем наукового пізнання, а також до застосування сучасних методологій, методів та інструментів педагогічної та наукової діяльності у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Програмні результати навчання:

ПРН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідної галузі, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

ПРН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій та дотичних міждисциплінарних напрямках.

ПРН12. Знати сучасні підходи та засоби моделювання досліджуваних

об'єктів та процесів управління, в тому числі в аерокосмічній галузі, вміти створювати нові, вдосконалювати та розвивати методи математичного і комп'ютерного моделювання систем та засобів автоматизації.

ПРН13. Знати, розуміти та вміти застосовувати методи та засоби створення систем та засобів автоматизації, а також інтелектуальних інформаційно-вимірювальних систем у предметних областях різних галузей, в тому числі в аерокосмічній галузі.

Міждисциплінарні зв'язки:

Обробка та аналіз результатів наукових досліджень з використанням ІТ. Іноземна мова. Управління науковими проектами.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Функції та призначення ІВС. Основні етапи проектування приладів при створення ІВС.

Тема 1. Вступ. Основні поняття та визначення. Задачі, зміст і обсяг курсу. Рекомендована література. Предмет вивчення і задачі дисципліни. Місце дисципліни в навчальному плані.

Тема 2. Аналіз і можливість використання типових структур при створення ІВС. Однорівневі, дворівневі ІВС.

Тема 3. Мультипроцесорні структури. Переваги, недоліки. Мажоритарні структури. Структури ІВС з дублюванням.

Тема 4. Основні етапи проектування приладів і ІВС. Технічне завдання.

Тема 5. Технічна пропозиція. Ескізний проект. Технічний проект. Робоча документація.

Тема 6. Цикл проектування інформаційно-вимірювальної системи. Класифікація засобів вимірювань при проектуванні ІВС.

Змістовний модуль №2. Моделі та методи створення інформаційно-вимірювальних систем і критерії при створенні ІВС.

Тема 7. Оптимізація. Призначення обмежень. Постановка задачі оптимізації при створенні ІВС. Види критеріїв при створенні ІВС. Приватний, адитивний.

Тема 8. Мультиплікативний критерій. Критерій форми функції. Мінімаксний критерій.

Тема 9. Багатокритеріальні завдання при створенні ІВС. Методи рішення багатокритеріальних задач.

Тема 10. Критерій Парето. Послідовна оптимізація.

Тема 11. Математичні моделі створення ІВС. Вимоги, пропоновані до математичних моделей при створення ІВС. Формалізація (формалізований опис об'єкта).

Тема 12. Моделі мережного аналізу. Імітаційне моделювання. Етапи формування математичної моделі. Переваги, недоліки.

Тема 13. Статистичні моделі при створенні та оцінюванні ІВС.

Тема 14. Оптимізація складу при проектуванні ІВС. Постановка задачі при оптимізації складу ІВС. Вибір мат. моделі при оптимізації складу ІВС.

Тема 15. Алгоритм рішення задачі оптимізації складу ІВС. Висновки.

Тема 16. Постановка задачі оптимізації структури ІВС. Вибір мат. моделі

при оптимізації структури ІВС.

Тема 17. Алгоритм аналізу структури ІВС. Висновки.

Тема 18. Оптимізація мінімальної довжини ліній зв'язку при проектуванні ІВС. Алгоритм рішення.

Тема 19. Теорія розкладів при проектуванні ВОК. Постановка задачі оптимізації інформаційних потоків у ІВС. Вибір мат. моделі для рішення даної задачі.

Тема 20. Алгоритм рішення задачі. Побудова тимчасових діаграм для оцінки результатів.

Змістовний модуль №3. Моделі та методи створення і критерії при створення ПО ІВС.

Тема 21. Проектування ПО ІВС. Етапи проектування ПО ІВС. Трудомісткість етапів проектування ІВС. Надійність ПЗ ІВС.

Тема 22. Структурне проектування ПО ІВС. Загальні правила структурної побудови ПО.

Тема 23. Елементарні базові структури. Перетворення неструктурованих алгоритмів у структуровані. Метод дублювання.

Тема 24. Метод уведення змінної стану. Перетворення алгоритму. Класифікація помилок ПЗ.

Тема 25. Показник якості ПЗ ІВС. Показники складності ПЗ ІВС. Показники структурованості, відновлюваності, здатності до діагностування.

Тема 26. Використання статистичних моделей при оцінюванні якості ПЗ ІВС.

Тема 28. Тестування програмних модулів. Постановка завдання і вибір математичної моделі при тестуванні.

Тема 29. Алгоритм побудови мінімального графа програми. Генерація структурних тестів. Висновки.

Структура робочої програми навчальної дисципліни

Тема	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		Л.	П.	Лаб.	Інд.	С.р.
1		2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1						
Тема 1. Вступ. Основні поняття та визначення. Задачі, зміст і обсяг курсу. Рекомендована література. Предмет вивчення і задачі дисципліни. Місце дисципліни в навчальному плані.	6	2				4
Тема 2. Аналіз і можливість використання типових структур при створення ІВС. Однорівневі, дворівневі ІВС.	11	1	2			8
Тема 3. Мультипроцесорні структури. Достоїнства, недоліки. Мажоритарні структури. Структури ІВС з дублюванням.	10	2	2			6
Тема 4. Основні етапи проектування приладів і ІВС. Технічне завдання.	10	2	2			6
Тема 5. Технічна пропозиція. Ескізний проект. Технічний проект. Робоча документація.	11	1	2			8
Тема 6. Цикл проектування інформаційно-вимірювальної системи. Класифікація засобів вимірювань при проектуванні ІВС.	8	2	2			4
Разом за змістовим модулем 1	56	10	10			34
Змістовий модуль 2						
Тема 7. Оптимізація. Призначення обмежень. Постановка задачі оптимізації при створенні ІВС. Види критеріїв при створенні ІВС. Приватний, адитивний.	7	2	1			4
Тема 8. Мультиплікативний критерій. Критерій форми функції. Мінімаксний критерій.	7	2	1			4
Тема 9. Багатокритеріальні завдання при створення ІВС. Методи рішення багатокритеріальних задач.	6	2				4
Тема 10. Критерій Парето. Послідовна оптимізація.	7	1	2			4

Тема 11. Математичні моделі створення ІВС. Вимоги, пропонувані до математичних моделей при створенні ІВС. Формалізація (формалізований опис об'єкта).	9	1	2			6
Тема 12. Моделі мережного аналізу. Імітаційне моделювання. Етапи формування математичної моделі. Переваги, недоліки.	6	2				4
Тема 13. Статистичні моделі при створенні та оцінюванні ІВС.	7	2	1			4
Тема 14. Оптимізація складу при проектуванні ІВС. Постановка задачі при оптимізації складу ІВС. Вибір мат. моделі при оптимізації складу ІВС.	9	2	1			6
Тема 15. Алгоритм рішення задачі оптимізації складу ІВС. Висновки.	11	1	2			8
Тема 16. Постановка задачі оптимізації структури ІВС. Вибір мат. моделі при оптимізації структури ІВС.	6	2				8
Тема 17. Алгоритм аналізу структури ІВС. Висновки.	10	1	1			8
Тема 18. Оптимізація мінімальної довжини ліній зв'язку при проектуванні ІВС. Алгоритм рішення.	5	1				6
Тема 19. Теорія розкладів при проектуванні ВОК. Постановка задачі оптимізації інформаційних потоків у ІВС. Вибір мат. моделі для рішення даної задачі.	6	2	2			2
Тема 20. Алгоритм рішення задачі. Побудова тимчасових діаграм для оцінки результатів.	5	2	1			2
Разом за змістовим модулем 2	103	23	14			66
Змістовний модуль 3						
Тема 21. Проектування ПЗ ІВС. Етапи проектування ПЗ ІВС. Трудомісткість етапів проектування ІВС. Надійність ПЗ ІВС.	7	1	1			4
Тема 22. Структурне проектування ПЗ ІВС. Загальні правила структурної побудови ПЗ.	7	1	1			4

Тема 23. Елементарні базові структури. Перетворення неструктурованих алгоритмів у структуровані.	4	2				4
Тема 24. Метод дублювання. Метод уведення змінної стану. Перетворення алгоритму.	4	2				4
Тема 25. Класифікація помилок ПЗ. Показник якості ПЗ ІВС. Показники складності ПЗ ІВС. Показники структурованості, відновлюваності, здатності до діагностування.	6	2				2
Тема 26. Використання статистичних моделей при оцінці якості програмного забезпечення ІВС.	8	1	2			4
Тема 27. Використання статистичних моделей при оцінці якості програмного забезпечення ІВС. (продовження)	8	1	2			4
Тема 28. Тестування програмних модулів. Постановка завдання і вибір математичної моделі при тестуванні.	6	2				4
Тема 29. Алгоритм побудови мінімального графа програми. Генерація структурних тестів. Висновки.	8	1	2			4
Разом за змістовим модулем 3	51	13	8			30
Разом з дисципліни	210	48	32			130

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Побудова типових структур ІВС та їх складових. Переваги, недоліки.	2
2	Постановка і вирішення багатокритеріальних завдань при проектуванні ІВС	2
3	Математична модель та алгоритм оптимізації складу при проектуванні ІВС.	2
4	Математична модель та алгоритм оптимізації інформаційної структури ІВС.	4
5	Математична модель та алгоритм оптимізації розміщення складу та структури ІВС.	2
6	Можливості побудови структур ЛЗ і їх використання під час проектування ІВС.	4
7	Математична модель та алгоритм оптимізації пошуку фрагмента структури з мінімальною надійністю.	2
8.	Оптимізація інформаційних повідомлень на обробку в ІВС.	2
9.	Розбір структур побудови ІВС.	4
10.	Перетворення неструктурованих алгоритмів у структуровані. Метод дублювання.	2
11.	Перетворення неструктурованих алгоритмів у структуровані. Метод введення перемінної стану.	4
12.	Алгоритм побудови мінімального графа програми. Висновки.	2
	Разом	32

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Формулювання стратегії, цілей та задач, що вирішують за допомогою моделей та методів створення ІВС.	10
2	Типові структури ІВС. Однорівневі, дворівневі, мультипроцесорні структури. Переваги, недоліки. Мажоритарні структури. Структури ІВС з дублюванням.	10
3	Цикл проектування ІВС. Основні етапи проектування приладів і ІВС. Технічне завдання. Ескізний проект. Технічний проект. Робоча документація. Класифікація засобів вимірювань при проектуванні ІОС.	10

4	Оптимізація. Постановка задачі оптимізації при створенні ІВС. Види критеріїв при створенні ІВС. Багатокритеріальні завдання при створенні ІВС. Методи рішення багатокритеріальних задач. Критерій Парето.	10
5	Математичні моделі створення ІВС. Вимоги, пропонувані до математичних моделей при створення ІВС. Моделі мережного аналізу. Статистичні моделі при створенні та оцінюванні ІВС. Імітаційне моделювання. Етапи формування математичної моделі.	12
6	Оптимізація складу при проектуванні ІВС. Вибір мат. моделі при оптимізації складу ІВС. Алгоритм рішення задачі оптимізації складу ІВС. Вибір мат. моделі при оптимізації структури ІВС. Алгоритм аналізу структури ІВС. Оптимізація мінімальної довжини ліній зв'язку при проектуванні ІВС. Алгоритм рішення.	14
7	Постановка задачі оптимізації інформаційних потоків у ІВС. Вибір мат. моделі для рішення даної задачі. Алгоритм рішення задачі. Побудова тимчасових діаграм для оцінки результатів.	12
8	Проектування ПО ІВС. Етапи проектування ПО ІВС. Трудомісткість етапів проектування ІВС. Структурне проектування ПЗ ІВС. Загальні правила структурної побудови ПЗ. Перетворення неструктурованих алгоритмів у структуровані. Метод дублювання. Метод уведення змінної стану. Перетворення алгоритму.	8
9	Показники якості ПЗ ІВС. Показники складності ПЗ ІВС.	12
10	Використання статистичних моделей при визначенні значущості критеріїв програмного забезпечення ІВС.	8
11	Постановка завдання і вибір математичної моделі при тестуванні. Алгоритм побудови мінімального графа програми. Генерація структурних тестів.	12
	Разом	130

8. Індивідуальні завдання

Не заплановані

9. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, консультації за розкладом кафедри та індивідуальні (при необхідності), самостійна робота здобувачів з нормативно-правовими актами та інформаційними ресурсами.

10. Методи контролю

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, консультації за розкладом кафедри та індивідуальні (при необхідності), самостійна робота здобувачів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

Вибіркове опитування здобувачів на лекційних заняттях.

Допускове опитування перед виконанням лабораторних робіт.

Поточне тестування і модульний контроль та іспит.

11. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

11.1 Розподіл балів, які отримують здобувачі (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття	Кількість занять	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист практичних занять	0..4	2	0...8
Модульний контроль	0...16	1	0...16
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист практичних занять	0..4	6	0...24
Модульний контроль	0...18	1	0...18
Змістовний модуль 3			
Виконання і захист практичних занять	0..4	4	0...16
Модульний контроль	0...18	1	0...18
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача від балів поточного тестування й за наявності допуску до заліку. Під час складання семестрового заліку здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

11.2 Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки, знати:

- формулювання стратегії, цілей та задач, що вирішують за допомогою моделей та методів створення ІВС;
- цикл проектування ІВС. Основні етапи проектування приладів і ІВС;
- постановка задачі оптимізації при створенні ІВС, багатокритеріальні завдання при створенні ІВС, методи рішення багатокритеріальних задач;
- оптимізація при проектуванні ІВС, вибір мат. моделі при оптимізації у ІВС, алгоритми рішення задачі оптимізації ІВС;
- етапи проектування ПЗ ІВС, Трудомісткість етапів проектування ІВС;
- структурне проектування ПЗ ІВС, загальні правила побудови ПЗ;
- перетворення неструктурованих алгоритмів у структуровані;
- постановка завдання і вибір математичної моделі при тестуванні, алгоритм побудови мінімального графа програми;

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- правильно визначати стратегію, цілі і завдання, які вирішують за допомогою моделей і методів створення ІВС;
- вміти застосовувати алгоритми рішення задач оптимізації ІВС;
- використання статистичних моделей при визначенні значущості критеріїв програмного забезпечення ІВС;
- вміти застосовувати правила структурної побудови ПЗ ІВС і методи тестування ПЗ.

11.3 Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати всі практичні роботи. Вміти поняття і уявлення всіх розглянутих тем.

Добре (75-89). Твердо мати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати всі практичні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти коректно поставити задачу і визначити шляхи її вирішення.

Відмінно (90-100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Досконально знати усі теми та вміти застосовувати одержані знання для проектування ІВС.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

12. Методичне забезпечення

1. Основи конструювання засобів вимірювальної техніки: підручник / О.В. Заболотний, М.Д. Кошовий, В.О. Книш та ін. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2010. – 234 с.
2. Теорія і практика моделювання інформаційно-вимірювальних систем : підруч. для студентів вищ. навч. закл. : гриф МОН України / М. Д. Кошовий, А. Г. Михайлов ; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т". - Х. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2014. - 124 с.
3. Інформаційно-вимірювальні системи промислового призначення : навч. посіб. для студентів : гриф МОН України / М. Д. Кошовий, А. Г. Михайлов ; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т". - Х. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2001. - 124 с.

13. Рекомендована література

Базова

1. Альошин Г. В., Панченко С. В., Приходько С. І. Оптимізація цифрових систем передачі: Підручник. – Харків: УкрДУЗТ, 2019. – 142 с.
2. Паламар М.І., Стрембіцьки М.О., Паламар А.М. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів: навчальний посібник. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – 150 с.
3. Теоретичні основи інформаційно-вимірювальних систем: Підручник / В.П. Бабак, С.В. Бабак, В.С. Єременко та ін.; за ред. чл.-кор. НАН України В.П. Бабака / 2-е вид., перероб. і доп. – К.: Ун-т новітніх технологій; НАУ, 2017. – 496 с.
4. Руденко В. М. Математична статистика. Навч. посіб. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 304 с.
5. Недашківський О.Л. Планування та проектування інформаційних систем. – Київ, 2014. – 215 с.
6. Бахрушин В.Є. Методи аналізу даних : навчальний посібник для студентів / В.Є. Бахрушин. – Запоріжжя : КПУ, 2011. – 268 с.

Допоміжна

1. Метрологія, стандартизація, сертифікація, акредитація [Текст]: навч. посібник / В.І. Корсун, В.Т. Белан, Н.В. Глухова. – Д.: Національний гірничий університет, 2011. – 147 с.
2. Системи штучного інтелекту в плануванні, моделюванні та управлінні : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / Л. С. Ямпольський, Б. П. Ткач, О. І. Лісовиченко. – К. : ДП «Вид. дім «Персонал», 2011. — 544 с.
3. Проблеми створення, випробування, застосування та експлуатації складних інформаційних систем : збірник наукових праць. Вип. 11 / Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова Державного університету

телекомунікацій. – Житомир : ЖВІ ДУТ, 2015. – 176 с. – ISSN 2076-1546.

4. Методи і засоби вимірювань електричних та неелектричних величин: навчальний посібник / Д.М.Нестерчук, С.О.Квітка, С.В.Галько. – Мелітополь: Виданвничо-поліграфчний центр «Люкс», 2017. - 206 с.
5. Поджаренко В.О., Кулаков П.І., Ігнатенко О.Г., Войтович О.П. Основи метрології та вимірювальної техніки. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 151 с.
6. Б.А. Сусь, А.І. Лад. Фізичні вимірювання і обробка їх результатів. Навчальний посібник для самостійної роботи курсантів і студентів. – Київ: ВІТІ, 2017.
7. А.Н. Аникин, В.А. Дергачев, В.В. Лопатин. Использование баз данных при проектировании средств измерительной техники. Харків: Держ. аерокосмічний ун-т “Харк. Авіац. Ін-т”, 2005. – 64 с.
8. Аникин А.Н. Использование систем графического отображения информации при проектировании ИВК (учебное пособие по курсовому проектированию и лабораторному практикуму). Харків: Держ. Аерокосмічний ун-т “Харк. Авіац. Ін-т”, 2000. – 90 с.
9. Аникин А.Н., А.С.Савельев, Е.В.Аникина, Н.В.Доценко. Проектирование измерительно-вычислительных комплексов (учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию). Харків: Держ. Аерокосмічний ун-т “Харк. Авіац. Ін-т”, 2003. – 75 с.

14. Інформаційні ресурси

1. <https://klaster.ua>
2. <https://www.researchgate.net>
3. <http://www.disslib.org/>