

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. декана факультету
комп'ютерних інформаційних
технологій
Ігор ЯКИМЕНКО

« » _____ 20 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В. о. проректора з науково-
педагогічної роботи

Віктор ОСТРОВЕРХОВ



« » _____ 20 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Директор навчально-наукового
інституту новітніх освітніх технологій

Святослав ПИТЕЛЬ

« » _____ 20 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни

«МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ»

Ступінь вищої освіти – магістр

Галузь знань – 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»

Спеціальність – 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка»

Освітньо-професійна програма – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології

Кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Лабор. (семін.) (год.)	ІРС (год.)	Тренінг (год)	СРС (год.)	Разом (год.)	Екзамен (сем)	Курсов проєк (сем.)
Денна	1	1	30	15	5	4	96	150	1	1
Заочна	1	1	8	4			138	150	3	1

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалавра галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації» – 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», затвердженої на засіданні Вченої ради ЗУНУ протокол №10 від 23 червня 2023 р.

Робочу програму склав доцент кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем, к.т.н. Гуменний Петро Володимирович

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем протокол № 1 від 28.08.2023р.

Завідувач кафедри  к.т.н., доцент Андрій СЕГІН

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

протокол № 1 від 31.08.2023р.

Голова групи забезпечення спеціальності  к.т.н., доцент Андрій СЕГІН

Гарант ОП  к.т.н., доцент Андрій СЕГІН

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Опис дисципліни „Моделювання та оптимізація систем керування”

Дисципліна – Моделювання та оптимізація систем керування	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ДФН– 5	Галузь знань 15 - Автоматизація та приладобудування	Статус дисципліни – нормативна Мова навчання - українська
Кількість залікових модулів – 4	Спеціальність - 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	Рік підготовки: ДФН– 1, ЗФН - 1 Семестр: ДФН – 2, ЗФН – 1, 2
Кількість змістових модулів –2	Ступінь вищої освіти – магістр	Лекції: ДФН –30 год. ЗФН – 8 год. Практичні заняття: ДФН – 15год. ЗФН – 4 год.
Загальна кількість годин ДФН– 150		СРС: ДФН – 100год. ЗФН – 138 год.
Тижневих годин:10 год., з них аудиторних –3год.		Вид підсумкового контролю ДФН, ЗФН– екзамен, курсовий проект

2. Мета й завдання вивчення дисципліни „Моделювання та оптимізація систем керування”

2.1. Мета завдання дисципліни

Метою навчальної дисципліни “Моделювання та оптимізація систем керування” полягає в опануванні студентами методів моделювання та оптимізації комп'ютеризованих систем управління та кваліфікованого застосування системи автоматичного управління в проектних роботах.

2.2 Завдання вивчення дисципліни полягає у

- вивченні типових математичних схем моделювання систем;
- вивченні статистичного моделювання систем на ПК;
- вивченні сучасних способів моделювання складних інтегрованих систем;
- вивченні практичних підходів до моделювання систем (технології моделювання);
- ознайомлення з основними мовами імітаційного моделювання систем;
- оволодіння методами імітаційного моделювання із застосуванням пакета прикладних програм.

2.3. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни

Здатність здійснювати автоматизацію складних технологічних об'єктів та комплексів, створювати кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням баз даних, баз знань, методів штучного інтелекту, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв.

Здатність проектувати та впроваджувати високонадійні системи автоматизації та їх прикладне програмне забезпечення, для реалізації функцій управління та опрацювання інформації, здійснювати захист прав інтелектуальної власності на нові проектні та інженерні рішення.

Здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності систем і процесів керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

Здатність застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для розв'язання складних задач і проблем автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

2.4 Передумови для вивчення дисципліни.

Теоретичною базою вивчення дисципліни "Моделювання та оптимізація систем керування" є попередні навчальні дисципліни: "Проектування комп'ютеризованих систем управління", "Програмовані логічні контролери", "Інтелектуальні робототехнічні системи", "Моделі об'єктів та систем керування", "Програмування" та ін.

2.5. Результати навчання

Створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережевих технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв.

Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій для розв'язування складних задач професійної діяльності.

Застосовувати сучасні підходи і методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

Аналізувати виробничо-технічні системи у певній галузі діяльності як об'єкти автоматизації і визначати стратегію їх автоматизації та цифрової трансформації.

Застосовувати сучасні математичні методи, методи теорії автоматичного керування, теорії надійності та системного аналізу для дослідження та створення систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, кіберфізичних виробництв.

Розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом.

3. Програма навчальної дисципліни „Моделювання та оптимізація систем керування”

Тема 1. Вступ. Загальні положення та визначення в моделюванні систем керування. Поняття системи керування. Співвідношення між моделлю та системою Принципи моделювання систем керування та їх оптимізація.

Література: 1-23.

Тема 2. Принципи, стадії та етапи моделювання АСУ. Інформаційне забезпечення моделювання АСУ. Принципи, стадії та етапи моделювання АСУ Оцінка якості та економічної ефективності моделювання систем керування.

Література: 1-23.

Тема 3. Основні види моделювання систем керування. Формальні методи побудови моделей Математичні моделі об'єктів проектування. Класифікація математичних моделей.

Література: 1-23.

Тема 4. Ідентифікація параметрів математичної моделі. Адекватність, чутливість, несуперечливість моделі. Основні етапи розв'язання задачі ідентифікації та їх взаємозв'язок.

Література: 1-23.

Тема 5. Технологія моделювання систем керування: основні етапи, їх взаємозв'язок та характеристики. Поняття несуперечливості моделі. Постановка задачі ідентифікації та оптимізації моделей систем керування.

Література: 1-23.

Тема 6. Моделі розрахункових процесів і управління. Динамічні моделі, P-, Q-, F-, A-схеми. Мережні моделі. Дискретно-детерміновані моделі (F-схеми).

Література: 1-23.

Змістовний модуль 2. Методи моделювання та оптимізації комп'ютеризованих систем управління в САПР.

Тема 7. Імовірнісне моделювання. Моделювання випадкових процесів Моделювання випадкових процесів Генератори псевдовипадкових чисел Метод Монте-Карло

Література: 1-23.

Тема 8. Моделі теорії черг. Мережі Петрі. Ланцюги Маркова. Розширення можливостей вузлів під час моделювання. Розширення можливостей переходів під час моделювання

Література: 1-23.

Тема 9. Моделі систем керування масового обслуговування. Характеристика систем масового обслуговування. Вихідний потік вимог. Організація черги. Правила обслуговування вимог. Типи моделей систем масового обслуговування. Формула Літгла

Література: 1-23.

Тема 10. Динамічні моделі систем керування Модель мобілізації. Модель гонки озброєнь . Модель хижак-жертва

Література: 1-23.

Тема 11. Імітаційне моделювання. Доцільність використання імітаційного моделювання. Методи проектування імітаційних моделей. Варіантний метод. Ітераційний метод. Ієрархічні методи. Формулювання проблеми та змістовна постановка задачі. Розроблення концептуальної моделі.

Література: 1-23.

Тема 12. Програмне забезпечення імітаційного моделювання. Принципи побудови мов моделювання . Мови орієнтовані на події. Мови орієнтовані на певні види діяльності. Мови орієнтовані: на процеси.

Література: 1-23.

4. Структура залікового кредиту дисципліни „Моделювання та оптимізація систем керування”

ДФН

	Кількість годин				
	Лекції	Лабор. заняття	СРС	ІРС	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1. <i>Основні поняття теорії систем. Теоретичні і практичні підходи до моделювання</i>					
Тема 1. Вступ. Загальні положення та визначення в моделюванні систем керування. Поняття системи керування. Співвідношення між моделлю та системою Принципи моделювання систем керування та їх оптимізація.	2	2	5	0,2	Поточне опитування
Тема 2. Принципи, стадії та етапи моделювання АСУ. Інформаційне забезпечення моделювання АСУ. Принципи, стадії та етапи моделювання АСУ Оцінка якості та економічної ефективності моделювання систем керування.	2	2	5	0,3	Поточне опитування
Тема 3. Основні види моделювання систем керування. Формальні методи побудови моделей Математичні моделі об'єктів проектування. Класифікація математичних моделей.	2	2	8	0,5	Поточне опитування
Тема 4 Ідентифікація параметрів математичної моделі. Адекватність, чутливість, несуперечливість моделі. Основні етапи розв'язання задачі ідентифікації та їх взаємозв'язок	2	2	5	0,5	Поточне опитування
Тема 5. Технологія моделювання систем керування: основні етапи, їх взаємозв'язок та характеристики. Поняття несуперечливості моделі. Постановка задачі ідентифікації та оптимізації моделей систем керування.	2	2	7	0,2	Поточне опитування
Тема 6. Моделі розрахункових процесів і управління. Динамічні моделі, Р-, Q-, F-, A-схеми. Мережні моделі. Дискретно-детерміновані моделі (F-схеми).	2	2	5	0,3	Модуль 1
Змістовий модуль 2. <i>Імітаційне моделювання та методи побудови й аналізу якості моделей</i>					
Тема 7. Імовірнісне моделювання. Моделювання випадкових процесів. Моделювання випадкових процесів Генератори псевдовипадкових чисел.	2	2	7	0,5	Поточне опитування

Метод Монте-Карло.					
Тема 8. Моделі теорії черг. Мережі Петрі. Ланцюги Маркова. Розширення можливостей вузлів під час моделювання. Розширення можливостей переходів під час моделювання	2	2	5	0,5	Поточне опитування
Тема 9. Моделі систем керування масового обслуговування. Характеристика систем масового обслуговування. Вихідний потік вимог. Організація черги. Правила обслуговування вимог. Типи моделей систем масового обслуговування. Формула Літгла.	2	2	6	0,5	Поточне опитування
Тема 10. Динамічні моделі систем керування. Модель мобілізації. Модель гонки озброєнь. Модель хижак-жертва.	2	2	6	0,5	Поточне опитування
Тема 11. Імітаційне моделювання. Методи проектування імітаційних моделей. Варіантний метод. Ітераційний метод. Ієрархічні методи. Формулювання проблеми та змістовна постановка задачі. Розроблення концептуальної моделі.	2	2	6	0,5	КПЗ
Тема 12 Програмне забезпечення імітаційного моделювання. Принципи побудови мов моделювання. Мови орієнтовані на події. Мови орієнтовані на певні види діяльності. Мови орієнтовані: на процеси.	4	4	6	0,5	Ректорська контрольна робота
Тренінг			4		
Курсовий проект			90		Курсовий проект
Разом	30	15	100	5	Екзамен

ЗФН

	Кількість годин				
	Лекції	Практ. заняття	Самостійна робота	Індивідуальна робота	Контрольні заходи
<i>Змістовний модуль 1. Синтез оптимальних алгоритмів керування у САК</i>					
Тема 1. Вступ. Основні поняття та положення в теорії оптимальних і адаптивних САК.	1	0,5	20		Поточне опитування
Тема 2. Модальні методи синтезу оптимальних регуляторів.	1	0,5	15		Поточне опитування
Тема 3. Методи динамічного програмування.	1	0,5	20		Поточне опитування
Тема 4. Принцип максимуму.	1	0,5	18		Поточне опитування
<i>Змістовний модуль 2. Системи екстремального керування. Системи адаптивного керування</i>					
Тема 5. Системи екстремального керування.	1	0,5	15		Поточне опитування
Тема 6 Пошукові адаптивні САК.	1	0,5	20		Поточне опитування
Тема 7. Безпошукові адаптивні САК.	1	0,5	20		
Тема 8. Методи синтезу блоку адаптації	1	0,5	20		
Разом	8	4	138		Іспит

5. Тематика практичних робіт. Практичне заняття №1

Практичне заняття №1

Тема. Моделювання безперервних та дискретних сигналів у MatLab і Simulink

Мета роботи: вивчення основних способів моделювання безперервних та дискретних сигналів у MatLab і Simulink, побудова графіків.

Питання для обговорення: Функції пакета Symbolic Math Toolbox (SMT) ? Різниця між символьним та чисельним об'єктами? Функції пакета SMT?

Література: 1-23.

Практичне заняття №2

Тема: Побудова моделі лінійної динамічної системи в середовищі MatLab.

Мета роботи: Ознайомитися з середовищем Matlab, оволодіти методом і сучасним інструментарієм моделювання лінійних динамічних систем (ЛДС).

Питання для обговорення: Принципові відмінності програмуванням безпосередньо у командному вікні Matlab та з використанням М-файлів? Типи М-файлів, що існують і в чому їхні відмінності? Приклади файлів-сценаріїв та файлів-функцій? 4. Яка структура файла-функції та призначення її частин?

Література: 1-23.

Практичне заняття №3

Тема. Моделювання системи масового обслуговування

Мета роботи: Ознайомлення з методом імітаційного моделювання та його застосування для дослідження систем масового обслуговування.

Simulink? Принцип інтеграції Simulink з Matlab, Real-Time Workshop і Stateflow? Спосіб здійснення настроювання блоків моделі ДС (використання меню, піктограм, лівої і правої кнопок миші) ?

Література: 1-23.

Практичне заняття №4

Тема. Обчислення площі круга методом Монте-Карло

Мета роботи: здійснити обчислення площі круга методом Монте-Карло

Питання для обговорення: Принцип передавальної функції? Принцип задавання передавальних функцій у пакеті програм MATLAB? Поняття амплітудно-частотної характеристики? Поняття фазочастотної характеристики?

Література: 1-23.

Практичне заняття №5

Дослідження моделі системи автоматичного регулювання витрати

5.1. Мета роботи

Навчитись створювати моделі системи автоматичного управління витратою. Удосконалити вміння вибирати вид управляючого пристрою та визначати його оптимальні параметри.

Питання для обговорення: Яка система є робастістю? Показник якості робастості системи? Показник робастості системи? Поняття функції комплементарної чутливості?

Література: 1-23.

6. Комплексне практичне індивідуальне завдання.

Варіанти КІЗ з дисципліни „ Моделювання та оптимізація систем керування ”

Виконання розрахунково-графічної роботи, відповідно до завдання, наведеного нижче.

Тема: “Розробка моделі системи керування для САПР|”.

Початкові дані (числові дані, що не вказані, взяти згідно індивідуального варіанта з таблиці):

- кількість датчиків – 1;
- діапазон зміни напруги на виході датчика – _____ В;
- обмеження по частоті для аналогового сигналу – _____ КГц;
- максимальна похибка аналого-цифрового перетворення сигналу – _____ %;
- тип завадостійкого коду – код Хемінга;
- розташування перевірочних символів в кодової комбінації – _____ .

Склад системи:

- датчик величини, що вимірюється, з аналоговим виходом;
- блок перетворення і фільтрації вхідного аналогового сигналу;
- АЦП;
- кодер завадостійкого коду;
- блок перетворення паралельного коду в послідовний;
- пристрій керування і синхронізації.

Перелік робіт, які необхідно виконати в курсовому проекті:

1. Розробка моделі автоматизованої системи керування для САПР на основі вибраних параметрів..
2. Попередній ручний розрахунок електричної принципової схеми.
3. Моделювання аналогової частини системи (блоку перетворення і фільтрації вхідного аналогового сигналу):
 - розрахунок перехідної характеристики;
 - розрахунок амплітудно-частотної характеристики;
 - температурний аналіз;
 - багатоваріантний аналіз;
 - статистичний аналіз.
4. Моделювання цифрової частини системи (кодера завадостійкого коду):
 - отримання часових діаграм роботи кодера.
5. Загальне моделювання роботи системи:
 - отримання часових діаграм роботи системи.
6. Коригування електричної принципової схеми за результатами моделювання.

Зміст

1. Попередній розрахунок електричної принципової схеми.
2. Моделювання блоку перетворення і фільтрації вхідного аналогового сигналу.
3. Моделювання кодера завадостійкого коду.
4. Загальне моделювання системи.

Програмні засоби

Matlab, Simulink.

7. Самостійна робота

№ п/п	Тематика	К-сть годин
		ДФН
1	Аналіз об'єктів моделювання. Вплив математичної моделі на вибір методів аналізу. Бета-розподіл. Розподіл Вейбулла. Аналіз перехідних процесів.	8
2	Оцінювання розподілу випадкових величин. Постановка задачі. Метод простої ітерації.	8
3	Методи рішення системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Метод Гауса. Метод LU-розкладання.	8
4	Аналіз чутливості. Постановка задачі. Аналіз чутливості методом прирощення. Аналіз чутливості прямим методом. Багатоваріантний аналіз	8
5	Інформаційне забезпечення моделювання АСУ. Принципи, стадії та етапи моделювання АСУ Оцінка якості та економічної ефективності моделювання систем керування.	8
6	Статистичний аналіз. Постановка задачі. Аналіз методом найгіршого ви-падку. Аналіз методом Монте-Карло.	8
7	Параметрична оптимізація. Постановка задачі. Вибір цільової функції. Лінійне програмування. Цілочисельне	8

	програмування. Градієнтні методи оптимізації.	
8	Вплив математичної моделі на вибір методів аналізу. Явні методи інтегрування. Неявні методи інтегрування. Комбіновані методи інтегрування.	8
9	Аналіз статичних режимів. Постановка задачі. Метод простої ітерації. Метод Зейделя.	8
10	Статистична обробка результатів моделювання. Метод Гауса. Метод LU-розкладання. Рішення систем лінійних рівнянь з розрідженими матрицями.	8
11	Формула Літла. Багатоваріантний аналіз	8
12	Виготовлення графічної і текстової документації за допомогою САПР.	8
13	Тренінг	4
	Разом	100

8. Тренінг з дисципліни.

Порядок проведення тренінгу:

Вступна частина проводиться з метою ознайомлення студентів з темою тренінгу.

Організаційна частина полягає у створенні робочого настрою у колективі студентів.

Практична частина реалізується шляхом виконання завдань з певних проблемних питань теми тренінгу.

Підведення підсумків. Обговорення результатів виконаних завдань. Обмін думками з питань, що виносились на тренінг.

Рекомендується проведення тренінгу за наступною темою:

Мови та системи моделювання.

9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання.

У процесі вивчення дисципліни „Моделювання та оптимізація систем керування” використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне опитування;
- залікове модульне тестування та опитування;
- розрахункові та розрахунково-графічні роботи;
- оцінювання результатів КППЗ;
- розрахункові роботи;
- завдання на лабораторному обладнанні, тощо;
- ректорська контрольна робота;
- екзамен;
- інші види індивідуальних та групових завдань.

10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни „Моделювання та оптимізація систем керування” визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Семестр: 1 - іспит

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2 (ректорська контрольна робота)	Заліковий модуль 3 (підсумкова оцінка за КППЗ)	Заліковий модуль 4 (письмовий екзамен)
20 %	20 %	20 %	40 %
1. Усне опитування на заняттях: 5 тем по 4 бали – мах 20 балів. 2. Письмова робота – мах 40 балів. 3. Практичне завдання: 4 практичні заняття по 10 балів – мах 40 балів.	1. Усне опитування на заняттях: 7 тем по 4 бали – мах 28 балів. 2. Письмова робота – мах 32 бали. 3. Практичне завдання: 4 практичні заняття по 10 балів – мах 40 балів.	1. Підготовка КППЗ – мах 40 балів. 2. Захист КППЗ – мах 40 балів. 3. Участь у тренінгах – мах 20 балів	1. Теоретичні питання: 3 питання по 25 балів - мах 75 балів. 2. Практичне завдання - мах 25 балів

Шкала оцінювання

За шкалою університету	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90–100	відмінно	A (відмінно)
85–89	добре	B (дуже добре)
75–84		C (добре)
65–74	задовільно	D (задовільно)
60–64		E (достатньо)
35–59	незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1–34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)

11. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна.

№	Найменування	Номер теми
1	Наявність доступу до мережі Інтернет	1-12
2	Електронний варіант лекцій	1-12
3	Інструкції до виконання практичних робіт (електронний варіант)	1-5
4	Обладнання: Мультимедійний проектор EB-S05 (1 шт.), рік виготовлення 2018, рік ведення в експлуатацію 2019. Ремонту не потребує. Комп'ютер на базі процесора Intel(R) Celeron(R) J4005 (2.0 GHz, RAM 4GB, HDD 500 GB) Дата введення в експлуатацію 2019 р.(12 шт.); Монітор: Generic PnP (12 шт.).	1-5
5	Операційна система: Windows 10, Базове програмне забезпечення: MS Office, телекомунікаційне програмне забезпечення (Internet Explorer, Opera, Google Chrome, Firefox). Система дистанційного навчання: Moodle, Zoom (версія: 5.11.10) Програмне забезпечення: Codesys (версія 3.5.16.41), SCADA Trace Mode 6 для Windows (базова інструментальна система ®TRACE MODE)	1-5

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

- Dudnyk A. Features of Intelligent Control Systems of Biotechnological Objects // A. Dudnyk/ Proceedings of the International Scientific and Practical Conference “” // Nowy Sacz, Poland, 2018. - P. 161-162.
- Features of Intelligent Control Systems of Biotechnological Objects 2018 Proceedings of the International Scientific and Practical Conference “Scientific Research Priorities – 2018: theoretical and practical value” Alla Dudnyk
- Information support of the remote nitrogen monitoring system in agricultural crops /Lysenko, V., Opryshko, O., Komarchuk, D., Pasichnyk, N., Zaets, N., Dudnyk, A. // International Journal of Computing. - 2018. – Volume 17, Issue 1. - p.47-51.
- Intelligent Control System of Biotechnological Objects with Fuzzy Controller and Information Channel Filtration Unit // Alla Dudnyk, Vitaliy Lysenko, Natalia Zaets, Dmytro Komarchuk, Taras Lendel and Inna Yakymenko // PIC S&T`2018 International Scientific and Practical Conference «Problems of Infocommunications. Science and Technology», 09-12.10.18, Kharkiv
- Lysenko V. Fuzzy Regulator Synthesis in Microclimate Control System in the Greenhouses /O. Pylypenko O., A. Dudnyk, N. Zaets // Автоматика – 2018: Матеріали XXV Міжнародної конференції з автоматичного управління. - Львів, 2018. – С.56-57
- Lysenko V. Intelligent Control System of Biotechnological Objects with Fuzzy Controller and Information Channel Filtration Unit // V. Lysenko, A. Dudnyk, N. Zaets, D. Komarchuk, T.Lendel and I. Yakymenko // PIC S&T`2018 International Scientific and Practical Conference «Problems of Infocommunications. Science and Technology». - Kharkiv, 2018.

7. Shurub, Y. Realization techniques of statistical optimization modes of induction drives /Shurub, Y., Dudnyk, A. /MEES Proceedings of the International Conference on Modern Electrical and Energy Systems. - 2018. - p. 68-72.
8. Бойко Р. О. Підсистема динамічного перерозподілу задач керування в організаційно-технічних (технологічних) системах/ Р.О. Бойко//Сучасні методи, 154 інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційнотехнічними та технологічними комплексами: Матеріали V Міжнародної науково-технічної Internet-конференції. - Київ,2018. – С. 292-293.
9. Бойко Р.О. Комплексування методів керування організаційно-технічними (технологічними) системами з використанням інформаційних технологій / Р.О. Бойко// Виробництво & Мехатронні Системи 2018: матеріали II-й Міжнародної конференції, Харків, 25-26 жовтня 2018р. с. 17-20.
10. Дудник А.О. Методи побудови ресурсоефективних систем керування тепличними комплексами // А.О. Дудник / Актуальні проблеми наук про життя: матеріали IV Міжнародної науково - практичної конференції молодих вчених. Київ,2018 р. - С.58-59
11. Дудник А.О. Розробка апаратної конфігурації і програмного забезпечення для автоматичної обв'язувальної машини Fromm MN600 з використанням TIA Portal v14 2018// Дудник А. О. Пасека Р.О. / Теоретичні та прикладні аспекти розробки комп'ютерних 155 систем: матеріали науково-практичної конференції студентів і аспірантів. - Київ, 2018. – С.45-46
12. Лисенко В.П. Аналіз енергетичних характеристик виробничих процесів тепличних комплексів та обґрунтування шляхів підвищення їх енергоефективності // І. Ю. Якименко, В. П. Лисенко, А. О. Дудник / Проблеми енергоресурсозбереження в електротехнічних системах. Наука, освіта і практика: матеріали XVIII Міжнародної науково-технічної конференції. - Кременчук, 2018. – Вип. 5/2018. – С.160-162.
13. Лисенко В.П. Електротехнічні комплекси і системи для тепличних комбінатів / В.П. Лисенко, І.М. Болбот , Т.І. Лендел // Проблеми сучасної електротехніки – 2018 : матеріали XV Міжнародної науково-технічної конференції. - Київ, 2018.
14. Лобок О.П. Чисельне моделювання стабільності D-області стійкості дробових лінійних динамічних систем / О. П. Лобок, Б. М. Гончаренко, М. А. Сич, Л. Г. Віхрова // Харчова промисловість. – 2018. - № 23. – С. 122-130. (<http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/28179>).
15. Чисельне моделювання стабільності D-області стійкості дробових лінійних динамічних систем / О. П. Лобок, Б. М. Гончаренко, М. А. Сич, Л. Г. Віхрова // Харчова промисловість. – 2018. - № 23. – С. 122-130. (<http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/28179>)
16. 139. «Актуальні проблеми та перспективи розвитку агро- та електроінженерії», матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2020. 250 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.bati.nubip.edu.ua/Doc/Conference/Conf_2020_april/Bati-Work-CAE10_04_2020.pdf
17. Horosko, V. Control optimization of electromechanical systems by fractionalintegral controllers / Technology Audit and Production Reserves. Information and Control Systems. p-ISSN 2664-9969, e-ISSN 2706-5448. – Kharkov: PC Technology Center, 2020. – Vol. 3, No 2 (53), (2020). – P. 56–59. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2020.207037> 101.
18. Горошко, В. В. Применение аппарата дробного исчисления в системах управления электрическими машинами / Theoretical and Practical Foundations of Social Process Management. XXIII International Scientific and Practical Online Conference, San Francisco, USA, 29–30 June, 2020. – с. 172–176. doi: <https://doi.org/10.46299/ISG.2020.XXIII> , ISBN 978-1-64871-431-3.
19. Busher V.V., Goroshko V.V. Fractional Integral-Differentiating Control in Speed Loop of Switched Reluctance Motor [Текст] // Problemele Energeticii Regionale – vol. 1, No 2(42) – 2019 – P. 46–54. – ELTEKS-2019. http://journal.ie.asm.md/assets/files/05_12_41_2019.pdf <https://doi.org/10.5281/zenodo.3239166> <http://journal.ie.asm.md/en/contents/electronii-jurnal-1241-2019>,
20. Busher, V. Synthesis and implementation of fractional-order controllers in a current circuit of the motor with series excitation [Text] / V. Busher, L. Melnikova, V. Horoshko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies ISSN 1729–3774. Industry Control System. – Kharkov: PC

Technology Center, 2019. – Vol. 2, No 2 (98), (2019). – P. 63–72. Access mode:
<http://journals.uran.ua/eejet/article/view/161352> doi: 10.15587/1729- 4061.2019.161352

21. Damarla S. K. Fractional Order Processes. Simulation Identification and Control / S. K. Damarla, M. Kundu. – New York: CRC Press, 2019. – 349 p.