

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

Кафедра математичного моделювання та штучного інтелекту (№ 304)
(назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

С. В. Яковлев
(підпис) (ініціали та прізвище)

«31» 08 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія та методи обчислювального інтелекту

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 11 «Математика і статистика»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 113 «Прикладна математика»

Освітня програма: «Обчислювальний інтелект»

(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2021 рік

Робоча програма Теорія та методи обчислювального інтелекту
(назва дисципліни)
для студентів за спеціальностями 113 «Прикладна математика»
освітньою програмою «Обчислювальний інтелект»

« 27 » серпня 2020 р., – 14 с.

Розробник: Чухрай А. Г., професор, д.т.н. доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри математичного моделювання та штучного інтелекту
(назва кафедри)

Протокол № 2 від « 27 » серпня 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., проф
(науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

А. Г. Чухрай
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої	Характеристика навчальної дисципліни
		Денна форма навчання
Кількість кредитів – 6 денна	Галузь знань <u>11 «Математика і статистика»</u> (шифр та найменування)	Цикл професійної підготовки
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 4	Спеціальність <u>113 «Прикладна математика»</u> (код та найменування)	2021/ 2022
Індивідуальне завдання – розрахункова робота		Семестр
Загальна кількість годин – 64/180 денна	Освітня програма <u>«Обчислювальний інтелект»</u> (найменування)	1-й
		Лекції ¹⁾
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 7	Рівень вищої освіти: другий (магістерський)	32 годин
		-
		Практичні, семінарські ¹⁾
		-
		Лабораторні ¹⁾
		32
		Самостійна робота
		116 годин
		Вид контролю
		іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання – 64/116;

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: засвоєння студентами основних теоретичних відомостей та практичних вмінь з курсу. Вивчення та практичне освоєння засобів логічного програмування, опанування методами та інструментами штучного інтелекту для вирішення наукових і прикладних завдань. Підготування студентів до ефективного використання систем штучного інтелекту у подальшій професійній діяльності.

Завдання: ознайомити з призначенням, функціями та архітектурою систем штучного інтелекту, вивчити методику моделювання міркувань, методику доведення теорем при логічному мисленні та методику доведення теорем при аналітичному мисленні, надати уяву про стан і перспективу розвитку експертних систем та їхнього програмного забезпечення, вивчити засоби логічного програмування для вирішення наукових і прикладних завдань.

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

ЗК1 – здатність виявляти наукову сутність проблем у професійній сфері, знаходити адекватні шляхи щодо їх розв’язання.

ЗК3 – навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК4 – здатність до самостійного освоєння нових методів дослідження, зміни наукового й науково-виробничого профілю своєї діяльності.

ЗК5 – здатність досліджувати проблеми з використанням системного аналізу, синтезу, комп’ютерного моделювання та методів оптимізації.

ЗК6 – здатність генерувати нові ідеї (креативність), виявляти, ставити та вирішувати проблеми, знаходити оптимальні шляхи щодо їх вирішення.

ЗК7 – здатність аналізувати, верифікувати, оцінювати повноту інформації в ході професійної діяльності, за необхідності доповнювати й синтезувати відсутню інформацію й працювати в умовах невизначеності.

ЗК8 – здатність вести професійну, у тому числі науково-дослідну діяльність, у міжнародному середовищі.

ЗК9 – здатність керувати проектами, організовувати командну роботу, проявляти ініціативу з удосконалення діяльності.

ЗК10 – здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК11 – знання іншої мови(мов).

ФК1 – здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, а також комп’ютерне програмне забезпечення для вирішення завдань в сфері математичного та комп’ютерного моделювання.

ФК7 – здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми.

ФК8 – здатність застосовувати математичну теорію організації і планування експерименту, розробляти плани проведення досліджень, вибирати алгоритми опрацювання інформації, а також застосовувати необхідне програмне забезпечення для автоматизації обчислень.

ФК10 – здатність проводити патентні дослідження з метою забезпечення патентоспроможності проєктованих виробів (проєктів/документації).

ФК11 – здатність використовувати механізми обробки і подання знань в інтелектуальних системах.

ФК16 – здатність до розв’язання складних задач і проблем, що потребує оновлення та інтеграції знань, часто в умовах неповної інформації та суперечливих вимог.

Програмні результати навчання:

ПРН3 – знання сучасних методів і програмного забезпечення побудови адекватних теоретичних моделей і способів їх обґрунтування.

ПРН4 – спроможність аналізувати складні інженерні задачі, процеси і системи відповідно до спеціалізації; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; уміння інтерпретувати результати таких досліджень.

ПРН8 – поєднувати теорію і практику, а також прийняття рішень та вироблення стратегії діяльності для вирішення завдань зі спеціальності з урахуванням державних інтересів;

ПРН14 – уміння представляти та обговорювати наукові результати іноземною мовою (англійською або іншою, відповідно до специфіки спеціальності) в усній та письмовій формах, приймати участь у наукових дискусіях і конференціях.

ПРН15 – визначати основні цілі та вихідні передумови застосування статистичних методів в задачах аналізу даних;

ПРН17 – використовувати методи статичної обробки номінальних вибірок.

Міждисциплінарні зв'язки: теорія вероятності, системи та методи прийняття рішень, програмування, інтелектуальні системи, бази даних, теорія алгоритмів та математична логіка.

Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Концептуальні і принципові положення щодо створення інтелектуальних комп'ютерних програм

Змістовний модуль 1.

Сучасний стан проблеми інтелектуальної комп'ютерної підтримки придбання знань та вмінь.

Тема 1. Вступ. Основні віхи у розвитку автоматичних пристроїв і програм для навчання.

Тема 2. Аналіз сучасних підходів до створення інтелектуальних комп'ютерних навчальних програм. Когнітивні інтелектуальні комп'ютерні навчальні програми. Інтелектуальні комп'ютерні навчальні програми, засновані на обмеженні.

Тема 3. Особливості сучасних інтелектуальних комп'ютерних навчальних програм.

Тема 4. Формулювання прикладної науково-технічної проблеми і задач дослідження. Висновки.

Змістовний модуль 2.

Концептуальні і принципові положення щодо створення інтелектуальних комп'ютерних програм, які навчають виконувати алгоритмічні завдання

Тема 5. Базові терміни та визначення, приклади алгоритмічних завдань.

Тема 6. Принципи та концепція створення інтелектуальних комп'ютерних програм, які навчають виконувати алгоритмічні завдання. Висновки.

Моделі і методи, алгоритмічне забезпечення прикладних інтелектуальних комп'ютерних програм, які навчають виконувати алгоритмічні завдання.

Змістовний модуль 3.

Моделі і методи інтелектуальних комп'ютерних програм, які навчають виконувати алгоритмічні завдання.

Тема 7. Модель розрахункового завдання в демонстраційному режимі

Тема 8. Модель навчаємого для рішення алгоритмічних завдань в режимі демонстрації

Тема 9. Модель розрахункового завдання в тренувальному режимі. Експериментальні дослідження і діагностичні моделі на прикладі метода Лобачевського– Греффі –Данделі. Компільовано-інтерпритована модель програм. Метод автоматичної побудови діагностичних моделей пропуску операндів

Тема 10. Модель учня для розрахункового завдання в тренувальному режимі

Тема 11. Метод пошуку найбільш схожих за назвою компонентів знань і умінь

Тема 12. Модель даних

Тема 13. Модель навчання для розрахункової завдання в тренувальному режимі

Тема 14. Моделі і методи при виконанні завдань на складання алгоритмів. Метод перевірки правильності алгоритму, складеного учнем на мові програмування. Модель класифікації алгоритмів, складених учнем. Методи діагностування алгоритмів, складених учнем. Метод і діагностичні моделі для аналізу алгоритму, сконструйованого учнем в графічній середовищі.

Тема 15. Ігрові моделі в інтелектуальних комп'ютерних навчальних програмах. Висновки.

Змістовний модуль 4

Математичне й алгоритмічне забезпечення прикладних інтелектуальних комп'ютерних програм, які навчають виконувати алгоритмічні завдання.

Тема 16. Математичне та алгоритмічне забезпечення інтелектуальних комп'ютерних програм, навчальних виконання завдань по теорії автоматичного управління. Моделі і алгоритми інтелектуальної комп'ютерної програми, навчальної побудови перехідних характеристик системи автоматичного управління. Моделі інтелектуальної комп'ютерної програми, навчальної експериментального визначення параметрів передавальних функцій об'єктів автоматичної стабілізації.

Тема 17. Математичне забезпечення інтелектуальної комп'ютерної програми тестування знань і умінь з математики.

Тема 18. Математичне та алгоритмічне забезпечення інтелектуальної комп'ютерної програми, навчальної мови SQL. Висновки.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Денна форма				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1. Концептуальні і принципові положення щодо створення інтелектуальних комп'ютерних програм					
Змістовий модуль 1. Сучасний стан проблеми інтелектуальної комп'ютерної підтримки придбання знань та вмінь.					
Тема 1. Вступ. Основні віхи у розвитку автоматичних пристроїв і програм для навчання	10	2		2	6
Тема 2. Аналіз сучасних підходів до створення інтелектуальних комп'ютерних навчальних програм. Когнітивні інтелектуальні комп'ютерні навчальні програми. Інтелектуальні комп'ютерні навчальні програми, засновані на обмеженні					
Тема 3. Особливості сучасних інтелектуальних комп'ютерних навчальних програм.	11	1		2	8
Тема 4. Формулювання прикладної науково-технічної проблеми і задач дослідження. Висновки.					
Модульний контроль	1	1			
Разом за змістовим модулем 1	22	4		4	14
Змістовий модуль 2. Концептуальні і принципові положення щодо створення інтелектуальних комп'ютерних програм, які навчають виконувати алгоритмічні завдання					
Тема 5. Базові терміни та визначення, приклади алгоритмічних завдань.	10	2		2	6
Тема 6. Принципи та концепція створення інтелектуальних комп'ютерних програм, які навчають виконувати алгоритмічні завдання. Висновки.					
Модульний контроль	2	2			
Разом за змістовим модулем 2	12	4		2	6
Змістовий модуль 3. Моделі і методи інтелектуальних комп'ютерних програм, які навчають виконувати алгоритмічні завдання.					
Тема 7. Модель розрахункового завдання в демонстраційному режимі	12	2		2	8
Тема 8. Модель навчаемого для рішення алгоритмічних завдань в режимі демонстрації					
Тема 9. Модель розрахункового завдання в тренувальному режимі	14	2		4	8
Тема 10. Модель розрахункового завдання в тренувальному режимі. Експериментальні дослідження і діагностичні моделі на прикладі метода Лобачевського- Греффі –Данделі. Компільовано- інтерпритована модель програм. Метод автоматичної побудови діагностичних моделей пропуску операндів					

Тема 11. Метод пошуку найбільш схожих за назвою компонентів знань і умінь	12	2		2	8
Тема 12. Модель даних	10	2		2	6
Тема 13. Модель навчання для розрахункової завдання в тренувальному режимі	12	2		2	8
Тема 14. Моделі і методи при виконанні завдань на складання алгоритмів. Метод перевірки правильності алгоритму, складеного учнем на мові програмування. Модель класифікації алгоритмів, складених учнем. Методи діагностування алгоритмів, складених учнем. Метод і діагностичні моделі для аналізу алгоритму, сконструйованого учнем в графічній середовищі. Висновки.	14	2		4	8
Тема 15. Ігрові моделі в інтелектуальних комп'ютерних навчальних програмах.	14	2		4	8
Модульний контроль	2	2			
Разом за змістовим модулем 3	90	16		20	54
Змістовий модуль 4. Математичне й алгоритмічне забезпечення прикладних інтелектуальних комп'ютерних програм, які навчають виконувати алгоритмічні завдання.					
Тема 16. Математичне та алгоритмічне забезпечення інтелектуальних комп'ютерних програм, навчальних виконання завдань по теорії автоматичного управління. Моделі і алгоритми інтелектуальної комп'ютерної програми, навчальної побудови перехідних характеристик системи автоматичного управління. Моделі інтелектуальної комп'ютерної програми, навчальної експериментального визначення параметрів передавальних функцій об'єктів автоматичної стабілізації.	14	2		4	8
Тема 17. Математичне забезпечення інтелектуальної комп'ютерної програми тестування знань і умінь з математики.					
Тема 18. Математичне та алгоритмічне забезпечення інтелектуальної комп'ютерної програми, навчальної мови SQL. Висновки.	14	4		2	8
Модульний контроль	2	2			
Разом за змістовим модулем 4	30	8		6	16
Усього годин		32		32	90
Модуль 2					
Розрахункова робота	26				26
Усього годин	180	32		32	116

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
1		-	-
2		-	-
	Разом	-	-

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
1.	Системи числення. Методи розміщення інформації у пам'яті комп'ютерів.	4	-
2.	Бітові операції в мові асемблер. Спільне використання мови асемблер і мов високого рівня.	4	-
3.	Регістри мікропроцесора. Стек. Обчислення арифметичних виразів мовою асемблер.	4	-
4.	Реалізація складних логічних структур мов програмування високого рівня мовою асемблер. Регістр флагів. Організація умовних переходів.	10	-
5.	Динамічна пам'ять. Організація циклів і робота з масивами.	4	-
6.	Виклик функцій і передача параметрів у функцію мовою асемблера. Робота з динамічною пам'яттю. Робота з файлами.	6	-
	Разом	32	-

7. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
1.		-	-
2.		-	-
	Разом	-	-

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
1.	Рефлексія, як одна із складових інтелектуальної діяльності	4	-
2.	Методи видобування знань з даних	5	-
3.	Види семантичних відношень. Модифікація баз знань на семантичних мережах. Розуміння мови та семантичні мережі. Банки знань на базі семантичних мереж	4	-
4.	Класифікація фреймів. Формальний опис фрейма	5	-
5.	Історія експертних систем. Задачі, що вирішують експертні системи. Обмеження експертних систем. Поняття екстенсiоналу та iнтенсiоналу	4	-
6.	Інтерфейсні засоби експертних систем	3	-
7.	Використання Prolog для побудови логічних систем	4	-
8.	Реалізація експертної системи в Prolog	4	-
9.	Нечіткі числа	4	-
10.	Методи формування баз нечітких правил	6	-
11.	Нечітка система Сугено	6	-
12.	Теореми про універсальну апроксимацію за допомогою нечітких моделей	4	-
13.	Нечітка кластеризація. Нечіткий метод к-середніх	6	-
14.	Стохастичні методи навчання нейронних мереж	4	-
15.	Нейронні мережі Хопфілда та Хеммінга	3	-
16.	Двонаправлена асоціативна пам'ять	4	-
17.	Когнітрон	5	-
18.	Використання генетичних алгоритмів для налаштування штучних нейронних мереж	5	-
19.	Методи реалізації генетичних операторів для кодування дійсними числами	4	-
20.	Еволюційна стратегія та еволюційне програмування	5	-
21.	Гібридний алгоритм безперервної оптимізації за допомогою колонії мурах	4	-
22.	Бактеріальна оптимізація	4	-
23.	Паралельні популяційні алгоритми	4	-
	<i>Розрахункова робота</i>	15	-
	Разом	116	-

9. Індивідуальні завдання

Розрахункова робота на тему: «Розробка інтелектуальної комп'ютерної програми, яка навчає вирішувати математичні задачі»

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники) та іншою допоміжною літературою.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспитів.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...6	4	0...12
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...6	4	0...12
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Змістовний модуль 3			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...6	4	0...12
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Змістовний модуль 4			
Виконання і захист практичних робіт	0...6	4	0...12
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Виконання і захист РР	0...12	1	0...12
Усього за семестр			0...100

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

Білет для заліку складається з восьми теоретичних, та двох практичних завдань, кожне по 10 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- призначення, функції та архітектуру систем штучного інтелекту;
- основні поняття та визначення теорії експертних систем;
- класифікацію експертних систем;
- математичні моделі подання знань в експертних системах;
- основні принципи побудови експертних систем;
- методи логічного виведення та пошуку рішень в експертних системах;
- засоби логічного програмування для вирішення завдань штучного інтелекту;
- методи розв'язання задач у слабоформалізованих галузях;
- основні поняття теорії нечітких множин;
- принципи та алгоритми нечіткого логічного висновку;
- принципи виявлення і побудову правил нечітких продукцій;
- структуру та властивості штучних нейронів різних типів;
- методи навчання штучних нейронних мереж (ШНМ);
- метод зворотного поширення ;
- використання методів навчання ШНМ для налагодження гібридних нейронечітких систем;
- принципи роботи еволюційних методів пошуку.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- обґрунтовувати та аналізувати вибір конкретного типу моделі та методу подання знань для вирішення відповідних практичних задач;
- використовувати сучасні програмні засоби для вирішення задач побудови експертних систем;
- створювати бази знань для побудови та використання експертних систем;
- здійснювати підготовку даних для побудови моделей знань;
- представляти результати роботи із експертними системами;
- аналізувати результати побудови та використання моделей й вирішення практичних задач на основі експертних систем;
- використовувати мову ПРОЛОГ при вирішенні практичних завдань;
- представляти знання за допомогою нечітких продукцій;
- вибирати стратегії керування нечітким логічним висновком;
- розробляти і представляти моделі систем у формі правил нечітких продукцій;
- розробляти нечіткі моделі ухвалення рішень;
- обґрунтовувати та вибирати тип та архітектуру ШНМ в залежності від типу задачі;
- вирішувати прикладні задачі за допомогою моделей адаптивних систем;
- обґрунтовувати та вибирати параметри еволюційних пошукових алгоритмів для вирішення відповідних практичних задач.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання та здати тестування. Знати основні етапи системного аналізу. Уміти виконувати дії з основними принципами побудови експертних систем, знати методи логічного виведення та пошуку рішень в експертних системах. Представляти результати роботи із експертними системами.

- **Добре (75-89).** Твердо знати мінімум, захистити всі індивідуальні завдання, виконати РР, здати тестування та поза аудиторну самостійну роботу. Уміти обґрунтовувати та аналізувати вибір конкретного типу моделі та методу подання знань

для вирішення відповідних практичних задач. Використовувати сучасні програмні засоби для вирішення задач побудови експертних систем. Розробляти і представляти моделі систем у формі правил нечітких продукцій;

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх.

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

13. Методичне забезпечення

Навчально-методичне забезпечення дисципліни "Теорія та методи обчислювального інтелекту" для магістрів / Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т" ; розроб. А. Г. Чухрай. - Харків, 2019. - 243 с. - http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/_A_A_Teoriya.pdf

14. Рекомендована література

Базова

1. Информационно-аналитические модели управления техническими высшими учебными заведениями [Текст] : монография / А. Н. Гуржий, В. С. Кривцов, А. Г. Чухрай и др. – Харьков : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьков. авиац. ин-т», 2004. – 387 с. Совершенствование содержания инженерно-технического образования наукоемких областях [Текст] : монография / Ю. С. Перфильев, В. В. Филатов, А. Г. Чухрай и др. ; под общ. ред. Ю. С. Перфильева. – Томск : Изд-во науч.- техн. лит-ры, 2008. – 548 с.

3. Экспериментальная отработка систем управления объектов ракетно - космической техники [Текст] : учеб. пособие / А. И. Батырев, Б. И. атырев, А. Г. Чухрай и др. ; под общ. ред. Ю. М. Златкина, В. С. Кривцова, А. С. Кулика, В. И. Чумаченко. – Харьков : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьков. авиац. ин-т» ; НПП «Хартрон-Аркас», 2008. – 501 с.

4. Збірник задач із систем автоматичного управління [Текст] / О. Г. Гордін, К. Ю. Дергачов, А. Г. Чухрай та ін. ; під заг. ред. А. С. Куліка, В. Ф. Симонова. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2009. – 206 с.

и Проектирование систем управления объектов ракетно-космической техники [Текст] : учебник : в 3 т. / Ю. С. Алексеев, А. И. Батырев, А. Г. Чухрай др. ; под общ. ред. Ю.С. Алексеева, Ю.М. Златкина, В.С. Кривцова, А.С.

Кулика, В.И. Чумаченко. – Харьков : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьков. авиац. ин-т» ; НПП «Хартрон-Аркас», 2012. – Т. 3. Экспериментальная отработка систем управления объектов ракетно -космической техники. – 472 с.

Допоміжна

1. Информационная технология организационного управления техническим высшим учебным заведением [Текст] / В. С. Кривцов, Н. В. Нечипорук, А. Г. Чухрай и др. // Авиационно-космическая техника и технология. – 2005. – № 7 (23). – С. 304–316.
2. Кулик, А. С. Нечеткий поиск похожих строк в системах повышения качества данных автоматизированных систем организационного управления [Текст] / А. С. Кулик, А. Г. Чухрай, А. Ю. Завгородний // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – 2006. – № 7 (19). – С. 17–22.
3. Anzenberger, P. Object-relational data models for real the world [Text] / P. Anzenberger, A. Chukhray // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – 2007. – № 5 (24). – С. 109–111.
4. Методы быстрого поиска похожих строк [Текст] / А. Л. Сидоренко, С. А. Раков, А. Г. Чухрай и др. // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – 2008. – № 4 (31). – С. 51–59.
5. Чухрай, А. Г. Об одном методе проверки профессиональных умений алгоритмизации [Текст] / А. Г. Чухрай // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – 2009. – № 4 (38). – С. 84–86.
6. Кулик, А. С. Задачи разработки адаптивного компьютерного средства обучения SQL [Текст] / А. С. Кулик, А. Г. Чухрай, П. Анценбергер // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – 2009. – № 7 (41). – С. 19–25.
7. Чухрай, А. Г. Разработка комплекса интерактивных web-тестов по математике [Текст] / А. Г. Чухрай, Е. С. Вагин, С. И. Педан // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – 2010. – № 1 (42). – С. 103–107.
8. Чухрай, А. Г. Разработка компьютерной среды обучения синтезу систем автоматического позиционирования [Текст] / А. Г. Чухрай, З. В. Томченко // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – 2010. – № 4 (45). – С. 164–168.

15. Інформаційні ресурси

- <http://online-journals.org/i-jet/article/view/68>
- http://www.icl-conference.org/dl/proceedings/2007/paper/52_Final_Paper.pdf.
- http://www.icl-conference.org/dl/proceedings/2008/finalpaper/Contribution217_a.pdf.
- http://www.icl-conference.org/dl/proceedings/2009/program/pdf/Contribution_041.pdf
- <http://lib.physcon.ru/doc?id=bd192ef28d97>
- www.carnegiesciencecenter.org
- <http://www.emteachline.com>
- <http://www.ict.edu.ru/ft/005638/62315e1-st02.pdf>