



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ФІЗИКА, ЕЛЕКТРОНІКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА

ІМА :: 2016

МАТЕРІАЛИ
та програма

НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ

(Суми, 18-22 квітня 2016 року)

Суми,
Сумський державний університет
2016

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНФОРМАТИКА, МАТЕМАТИКА,
АВТОМАТИКА

ІМА: 2016

**МАТЕРІАЛИ
та програма**

НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

(Суми, 18–22 квітня 2016 року)



Суми
Сумський державний університет
2016

Шановні колеги!

Факультетом електроніки та інформаційних технологій Сумського державного університету в черговий раз щиро вітає учасників щорічної конференції «Інформатика, математика, автоматика». Головними принципами конференції є її відкритість і вільна участь для всіх учасників незалежно від віку, статусу та місця проживання. Оргкомітет планує й надалі не запроваджувати організаційного внеску за участь.

Важливою особливістю конференції є її технологічність та відмінні авторські сервіси завдяки веб-сайту конференції. Усі подані матеріали автоматично доступні для зручного перегляду на сайті та добре індексуються пошуковими системами. Це допомагає учасникам сформуванню своєї цільової аудиторії та є потужним фактором популяризації доробку авторів на довгі роки.

Цього року ми щиро вдячні за матеріальну підтримку партнерам факультету ЕІТ СумДУ: **Netcracker**, **Porta One**, **Эффективные решения** та **CompService**.

Усі питання та пропозиції Ви можете надіслати на електронну адресу, зазначену нижче.

E-mail: elitconf@gmail.com

Web: <http://elitconf.sumdu.edu.ua/index.php/ima/ima16>

Секції конференції

1. Інтелектуальні системи.
2. Прикладна інформатика.
3. Інформаційні технології проектування.
4. Автоматика, електромеханіка і системи управління.
5. Прикладна та обчислювальна математика.
6. Математичний аналіз.
7. Моделювання складних систем.

Голова оргкомітету –

проф. С.І. Проценко

СЕКЦІЯ № 1 «ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ»

Голова секції – канд. фіз.-матем. наук, ст. викл. Великодний Д.В.
Секретар секції – асист. Шутилева О.В.

Початок: 20 квітня 2016 р., ауд. Г 200, 13²⁵

1. Применение меры tf-idf и меры странности для выделения ключевых слов при классификации текстов научных статей.

Авторы: студ. **Козлова Е.С.**,
ст. преп. Романов А.Ю.

2. Применение искусственной нейронной сети для рубрикации научных статей по УДК.

Авторы: студ. **Ломотин К.Е.**,
ст. преп. Романов А.Ю.

3. Применение косинусной меры для классификации статей по УДК.

Автор – студ. **Колесниченко А.Л.**,
Руководитель: ст. преп. Романов А.Ю.

4. Налаштування Quality of Service на пристрої Cisco ASA.

Автор – студ. **Алфьоров Д.С.**,
Керівник: ст. викл. Великодний Д.В.

5. Програмні засоби аналізу мережевого трафіку у корпоративних мережах.

Автори: студ. **Кручиніна Д.М.**,
ст. викл. Великодний Д.В.

6. Перспективи educational data mining в Україні.

Автор – асп. **Войцун О.Є.**,
Керівник: доц. Манакова Н.О.

7. Інтелектуальна платформа віртуальної консолідації пристроїв для розподіленого масштабованого виробництва.

Автори: асп. **Коробов А.Г.**,
студ. Даценко Д.С.,
Керівник – ст. викл. Москаленко В.В.

8. Розв'язання задач нестационарного відривного обтікання тіл довільної форми методом гідродинамічних особливостей.

Автор – студ. **Мешкова Н.Д.**,
Керівник – проф. Косторной С.Д.

9. Оптимізація функціональних параметрів інформаційно-аналітичної системи оцінки якості навчального контенту.

Автори: асп. **Козлов З.В.**,
асп. Кулік Є.С.,
Керівник – доц. Ободяк В.К.

10. Оптимізація параметрів рецепторного поля системи діагностування емоційно-психічного стану людини за зображенням обличчя.

Автори: асп. **Прилепа Д.В.**,
доц. Шелехов І.В.,
студ. Агеєв В.С.

11. Автоколивальний режим руху індентора в моделі наноструктуруючого вигладжування із урахуванням сухого тертя.

Автори: доц. Ляшенко Я.О.,
студ. **Феденко М.О.**

12. Калибровка камери для 3d системи технічного зрення.

Автори: доц. Бабий М.С.,
студ. Носилевец І.Ю.

13. Оптимізація параметрів рецепторного поля системи діагностування емоційно-психічного стану людини за зображеннями обличчя.

Автори: асп. Прилепа Д.В.,
доц. Шелехов І.В.,
студ. Агеєв В.С.

14. Управління діалогом в системі електронного навчання «людина-комп'ютер».

Автори: студ. Каба Є.,
студ. Лебедка А.,
студ. Яковенко Н.,
проф. Лавров Е.А.

15. Сервіс проведення фронтальних опитувань.

Автори: студ. Челядін А.С.,
студ. Сасюк М.О.
Керівник – ст. викл. Кузіков Б.О.

16. Применение нечетко-множественного подхода при выборе систем автоматического регулирования технологических параметров.

Автор – асп. Джамбеков А.М.

СЕКЦІЯ № 2 «ПРИКЛАДНА ІНФОРМАТИКА»

Голова секції – д-р. техн. наук, проф. Довбиш А.С.
Секретар секції – асист. Стадник Г.А.

Початок: 20 квітня 2016 р., ауд. Г 200, 13²⁵

1. Дослідження впливу температури на швидкість Інтернету.
Автори: студ. Колесова А.В.,
доц. Тиркусова Н.В.
2. Вдосконалення якості дистанційних методів навчання програмуванню на мові С++ шляхом розробки інтерактивних тренажерів.
Автори: студ. Кулагін Д.В.,
доц. Тиркусова Н.В.
3. Розробка геопорталу інтеграції гетерогенних даних в ГІС прецизійного землеробства.
Автор – асп. Сініцин О.В.
4. Адаптація генетичного алгоритму до вирішення багатокри-теріальної задачі про призначення.
Автори: асп. Міщенко П.М.,
студ. Шаповалова Є.С.,
доц. Шаповалов С.П.
5. Програмний комплекс проектування композиційних ма-теріалів керованих властивостей.
Автори: доц. Шаповалов С.П.,
студ. Виноградов М.О.,
студ. Челядін Д.О.
6. Програмна реалізація тренажерів за темою «Способи подан-ня логічних функцій».
Автори: доц. Маслова З.І.,
ст. викл. Лаврик Т.В.,
студ. Семенюченко О.В.

7. Комп'ютерне моделювання роботи системи ідентифікації поточних параметрів системи амортизації приладного відсіку.
Автори: студ. Пономаренко Р.А.,
доц. Авраменко В.В.
8. Комп'ютерне моделювання роботи системи оперативного розпізнавання імпульсних еталонних сигналів при адитивних імпульсних завадах.
Автори: студ. Коноплянченко А.Є.,
доц. Авраменко В.В.
9. U-Multirank як система підтримки прийняття рішень у процесі вибору ВНЗ.
Автори: асп. **Васильчук Б.А.**,
доц. Фільченко Д.В.,
доц. Любчак В.О.
10. Активація дистанційного навчання шляхом впровадження FLASH-тренажерів.
Автори: студ. Самсоненко Є.Ю.,
доц. Шаповалов С.П.
11. Модифікація алгоритму Віоли-Джонса шляхом аналізу регіонів з визначеною текстурою.
Автори: асп. Марченко І.О.,
доц. Петров С.О.
12. Комп'ютеризована інформаційна система прогнозування рівня популярності операційних систем.
Автори: студ. Дєдова А.В.,
доц. Тиркусова Н.В.

13. Використання SR-дерев у щільнішому методі кластеризації числових просторів DBSCAN.

Автори: асп. Козлов З.В.,
асп. Кулік Є.С.,
проф. Довбиш А.С.

14. Інтерполяція даних структурного аналізу за допомогою сплайнів.

Автори: ст. викл. Шовкопляс О.А.,
студ. Виноградов М.О.

15. Особливості технологій 3D-біопрінтингу.

Автори: проф. Романюк О.Н.,
студ. Чорний В.М.

16. Модифікація білінійного текстурування для кругової моделі пікселя.

Автори: проф. Романюк О.Н.,
асп. Дудник О.О.

17. Інформаційно-комунікаційна система «ПОЛІДАР».

Автор – асп. **Товкач І.О.**

18. Інтерактивний інструмент Sender для системи електронного документообігу Polidar SED.

Автори: студ. **Гарбовський В.П.**,
асп. Товкач І.О.,
доц. Піддубний В.О.

19. Функціонал Polidar CRM - інтелектуальна технологія для автоматизації процесу створення формулювань анкет та звернень на задану тему.

Автори: студ. **Соловей О.О.**,
асп. Товкач І.О. ,
доц. Піддубний В.О.

20. IP-АТС в середовищі інформаційно-комунікаційної системи «ПОЛІДАР».

Автори: студ. **Жураківський І.В.**,
асп. Товкач І.О. ,
доц. Піддубний В.О.

21. Модуль захисту авторизації системи «ПОЛІДАР» на основі гібридного алгоритму W-SHAG.

Автори: студ. **Петровський А.А.**,
асп. Товкач І.О. ,
доц. Піддубний В.О.

22. Формування інформатичних компетенцій у студентів економічного ВНЗ.

Автор – доц. Яценко В.В.

23. Разработка веб-сайта с системой визуализации 3D-моделей.

Автори: студ. Давыдов Д.М.,
студ. Могила А.С.,
студ. Поддубовик С.Г.,
студ. Шиптя С.А.,
асп. Чирва А.С.,
доц. Ободяк В.К.

СЕКЦІЯ № 3
«ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ»

Голова секції – канд. техн. наук, доц. Бондар О. В.

Секретар секції – канд. техн. наук, ст. викл. Кузнєцов Е. Г.

Початок: 20 квітня 2016 р., ауд. Г 1305, 15⁰⁰

1. Dynamic Multipath QoS-Routing Modeling using Tensor Approach.

Author – Ph.D. Yeremenko O.S.

2. Solution of the Fault-Tolerant Routing Problem on the Edge of IP-Network.

Author – postgrad. Tariki N.

3. Разработка информационного обеспечения системы водораспределения.

Автор – студ. Мамедли И.А.

Руководитель – Керимова Х.А.

4. Алгоритм выбора компьютерной системы для организации гибкой корпоративной сети в высшем учебном заведении (на примере сумгаитского государственного университета).

Авторы: **асп. Мусаев П.Б.**,

маг. Гусейнов Т.Т.

5. Алгоритм и программа ЭВМ для геометрического моделирования пластинчатых конструкций с учётом условий жесткости.

Автор – доц. Черняев А.А.

6. Формализованное описание производственных процессов на Лебединском заводе поршневых колец для задач управления качеством.

Авторы: студ. **Бахмач Н.В.**,
проф. Лавров Е.А

7. Розробка архітектури інформаційної системи пошуку оптимального шляху.

Автори: студ. **Бичко Д. В.**,
доц. Шендрик В.В.

8. Адаптивное управление работой металлорежущих станков на основе прогноза фактического ресурса режущего инструмента.

Авторы: студ. **Бутурлим В.Б.**,
асс. Нагорный В.В.

9. Интеллектуальный анализ данных о безошибочности операторов Call-центра. Подход к построению классификатора.

Авторы: асп. Криводуб А.С.,
студ. **Шапочка Ю.С.**,
проф. Лавров Е.А.

10. Перспективы совершенствования информационной технологии оценки условий труда на рабочем месте оператора Call-центра.

Авторы: асп. Криводуб А.С.,
студ **Кротевиц К.Н.**,
проф. Лавров Е.А.

11. Системний аналіз інтегрованого контакт-центра як поліергатичної системи.

Автор: асп. Криводуб А.С.

12. Формализованное описание деятельности операторов системы управления газоперекачивающей установкой.

Авторы: студ. **Кошара В.С.**,
проф. Лавров Е.А.

13. Інформаційна система підтримки діяльності екзаменаційної комісії з атестації випускників ВНЗ.

Автори: студ. **Лихошва В.Ю.**,
доц. Марченко А.В.

14. Комп'ютерні експерименти по вибору оптимальних траєкторій навчання.

Автори: студ. **Рудакова Н.О.**,
проф. Лавров Є.А.

15. Моделювання послідовності складання виробів машинобудування.

Автори: студ. **Крамар А.О.**,
доц. Чибіряк Я.І.

16. Моделювання підсистеми аналізу компонування верстатного пристрою.

Автори: студ. **Шинкар І.В.**,
доц. Іванов В.О.,
доц. Вашенко С.М.

17. Інформаційна система для розрахунку та аналізу збитків в наслідок техногенної катастрофи..

Автори: студ. Сушинський С.О.,
студ. **Ковпак А.Ю.**,
доц. Марченко А.В.

18. Модель управління бізнес-процесами інженерно-технічної компанії «Автоматик Груп».

Автори: студ. **Лугова А.О.**,
студ. Супрун В.О.
Керівник – доц. **Алексенко О.В.**

19. Використання засобів ІТ-технологій для вивчення CASE-методу моделювання інформаційних систем BPWin.

Автори: студ. **Науменко Ю.В.**,
доц. **Чибіряк Я.І.**

20. Розробка модулю електронного тестування знань студентів.

Автори: студ. **Наливайко Б.С.**,
студ. **Соболь А.В.**,
доц. **Ващенко С.М.**

21. Створення web-ресурсу продажу автомобілів.

Автори: студ. **Демченко М.О.**,
доц. **Шендрик В.В.**

22. Створення комп'ютерного тренажера для вивчення ітераційного методу Ньютона.

Автори: студ. **Ярмак С.І.**,
доц. **Чибіряк Я.І.**

23. Модель даних ІС моніторингу якості питної води в Сумській області.

Автор – студ. **Мица Ю.В.**
Керівник – доц. **Алексенко О.В.**

24. Застосування принципів гейміфікації в навчальному процесі.

Автори: студ. **Рокитянський А.В.**,
доц. **Баранова І.В.**

25. Створення офісу управління проектами в громадській організації AIESEC.

Автори: студ. **Марченко В.Ю.**,
доц. Гайдабрус Б.В.

26. CAD system as the design object. Status of issue.

Author – lect. Zakharchenko V.

27. Застосування геоінформаційних систем для забезпечення ефективності вантажоперевезень.

Автор – студ. **Пархоментко Я.Ю.**
Керівник – доц. Алексенко О.В.

28. Моделювання процесу створення ІТ-підприємства.

Автор – студ. **Бабич К.В.**
Керівник – доц. Концевич В.Г.

29. Підвищення якості дистанційного навчання за рахунок сучасних ІТ-технологій.

Автор – студ. **Сусик А.О.**
Керівник – доц. Концевич В.Г.

30. Методи інтеграції даних в інформаційних системах.

Автори: студ. **Бойко А.О.**,
доц. Шендрик В.В.

31. Рівень розвитку автоматизації проектувальних робіт.

Автор – доц. Неня В.Г.

32. Підсистема контролю успішності у складі мультимедійного забезпечення дисципліни «Геометричне моделювання в САПР».

Автори: студ. **Терещенко А. О.**,
ст. викл. Кузнецов Е.Г.

33. Система електронного абонементу відвідувача фітнес-центру.

Автори: студ. **Пушніна О.Ю.**,
ст. викл. Кузнецов Е.Г.

34. Повышение качества графических изображений, внедренных в документ Microsoft Excel.

Авторы: студ. **Байдак С.Н.**,
студ. Михайленко Ю.С.
Руководитель – доц. Концевич В.Г.

35. Методика інтеграції розрахункових модулів та САПР верстатних пристроїв.

Автори: студ. **Яценко В.П.**,
доц. Ващенко С.М.,
ас. Парфененко Ю.В.

36. Актуальність створення мобільного додатку “МуELIT” для операційної системи Windows Phone.

Автори: студ. **Мякота А.С.**,
доц. Гайдабрус Б.В.

37. Розроблення віртуального середовища для військової кафедри.

Автори: студ. **Глущенко Д.О.**,
доц. Баранова І.В.

38. Модель діяльності ресторану «Мрія студента».

Автори: студ. **Пуховий І.І.**,
доц. Концевич В.Г.

39. Підвищення якості процесу розробки параметричної моделі струменево-реактивної турбіни із застосуванням інтелектуальної мови програмування iLogic.

Автори: студ. **Хальота О.В.**,
доц. Концевич В.Г.

40. Автономний пристрій збору температурних даних будівель.

Автори: асп. **Окопний Р.П.**,
доц. Неня В.Г.

41. Огляд основних стратегій реалізації проектів диверсифікації підприємств.

Автор: асп. **Мірошнікова І.А.**
Керівник: доц. Гайдабрус Б.В.

42. Розробка інформаційної системи підтримки вільного вибору траєкторії освіти.

Автор: студ. **Карпенко В.М.**
Керівник: доц. Шендрик В.В.

43. Модифікація процесу моніторингу якості освіти шляхом впровадження в процес ІТ технологій.

Автор – студ. Бойко Ю.Ю.
Керівник – доц. Алексенко О.В.

Секція № 4 «АВТОМАТИКА, ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА І СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ»

Голова секції – канд. техн. наук, доц. Черв'яков В.Д.
Секретар секції – асистент Панич А.О.

Початок: 19, 20 квітня 2016 р., ауд. ЕТ 302, 15⁰⁰

1. Дослідження моделей синергетичного управління взаємодією акторів соціальних інтернет-сервісів.
Автор – доц. Молодецька К.В.
2. Измерение тока в системах автоматизации.
Авторы: доц. **Филимонов С.А.**,
доц. Батраченко А.В.,
ассист. Филимонова Н.В.
3. Гібридні накопичувачі енергії на основі наноструктурованих напівпровідників.
Автори: доц. **Сичікова Я.О.**,
доц. Дейнеко Н.В.
4. Измерительный комплекс для контроля параметров фотоэлектрических модулей промышленного производства.
Авторы: ст. науч. сотруд. **Кириченко М.В.**,
доц. Зайцев Р.В.,
студ. Прокопенко Д.С.
5. Задача управления режимами стока реки с водохранилищами в условиях полноводья и мелководья.
Автор – студ. **Гасимов К.А.**
Руководитель – проф. Искендеров А.А.
6. Автоматическое управление процессом кормления кур.
Авторы: студ. **Гаджиев З.Р.**,
шк. Исмаилзаде Р.Ф.
Руководитель – науч. сотруд. Исмаилов Ф.Б.
7. Использование глобальной компьютерной сети в автоматизированных оросительных системах.

Автор – студ. **Гусейнова З.М.**
Руководитель – докторант Аббасова Г.Ю.

8. Схема автоматизации логического проектирования производственного предприятия в корпоративной сети инженеров-пользователей.

Авторы: асп. Тагиева Т.,
студ. **Сафаралиева Ф.И.**,
проф. Мамедов С.Ф.

9. Исследование емкостного датчика больших линейных перемещений.

Автор – студ. **Абузарова С.Дж.**
Руководитель – ассист. Агаева Ф.Ш.

10. Electroacoustic Transducers for Diagnostic Automatic Systems.

Authors: Ph. D. **Bazilo C.V.**,
Stud. Petrushko Yu.A.

11. The Flow-Injection Device for Remaining Chlorine in Technological Water.

Authors: Sn. Teacher **Tychkov V.V.**,
Assoc. Prof. Trembovetskaya R.V.,
Assoc. Prof. Kisil T.Yu.

12. Дослідження режимів охолоджувача при сепарації вологи.

Автори: студ. **Лістратенко К.О.**,
доц. Самедов Ю.Ф.

13. Метод непрямой вейвлет-фільтрації шумів у цифрових зображеннях об'єктів ідентифікації.

Автори: асп. **Бага Л.М.**,
доц. Павлов А.В.

14. Комбінований закон частотного регулювання.

Автори: студ. **Мелашенко О.В.**,
доц. Павлов А.В.

15. Алгоритм вейвлет-фільтрації шумових дефектів цифрових зображень.

Автори: асп. **Бага Л.М.**,
доц. Павлов А.В.

16. Вдосконалення системи автоматизації комплексу сушіння молочних продуктів з використанням енергозбережних заходів.

Автор – асп. Швець В.В.

17. Моделювання системи керування ходовим візком прольотних кранів.

Автори: студ. **Крючкова А.С.**,
доц. Соколов С.В.

18. До визначення координат стану процесу плавки металу в індукційній тигельній печі.

Автори: студ. **Таран І.В.**,
доц. Черв'яков В.Д.

19. Частотне регулювання електроприводом компресорної станції.

Автор – студ. Копейкін В.Є.

20. Аналіз залежності критерію енергоефективності перехідних процесів в електроприводі від величини ривка.

Автори: студ. **Чуня Л.А.**,
доц. Черв'яков В.Д.

21. Оптимізація системи автоматичного керування насосної станції.

Автори: студ. **Холодько С.Г.**,
доц. Соколов С.В.

22. Використання параметра ковзання для діагностування технічного стану асинхронного двигуна і визначення його динамічної стійкості.

Автори: проф. Савченко П.І.,
асп. Гузенко В.В.,
студ. **Холодна Д.О.**

23. Модернізація двухконтурного газового котла.

Автори: студ. **Євтушенко Д.О.**,
доц. Соколов С.В.

24. Впровадження новітніх інформаційних технологій, як спосіб скорочення витрат банківської установи.

Автори: доц. Толбатов А.В.,
студ. **Глуходід Н.Ю.**

25. Загальні принципи автоматизованої обробки даних для аналізу та оцінки складності робіт.

Автор – Толбатов С.В.

26. Збільшення ефективності вітрових установок.

Автори: студ. **Борисенко Д.О.**,
доц. Самедов Ю.Ф.

27. Моделювання системи регулювання температури контактного відділення.

Автори: студ. **Отенко С.О.**,
доц. Самедов Ю.Ф.

28. Дослідження процесу функціонування комплексної охоронної системи допуску.

Автори: доц. Толбатов В.А.,
доц. Толбатов А.В.,
студ. Калітін О.Ю.,
студ. **Виногорова О.О.**

29. Синтез системи автоматичного керування для кільцезрозкатної машини RAW 160/125.

Автори: доц. Толбатов В.А.,
асп. Добророднов О.А.,
доц. Войченко Г.І.,
студ. **Ямкін М.В.**

30. Модернізація токарного верстата з ЧПК моделі 16К20Ф3С32.

Автори: доц. Толбатов В.А.,
асп. Добророднов О.А.,
доц. Толбатов А.В.,
студ. В'юненко О.Б.,
студ. **Осадчий М.О.**

31. Використання персональних навчальних середовищ для організації дистанційної форми навчання.

Автори: доц. **В'юненко О.Б.**,
доц. Толбатов А.В.

32. Показатель форми спектра низкочастотного шуму как функция частоты.

Автор – асп. Резчиков С.Е.

33. Разработка работа сферической формы.

Авторы: студ. **Американов А.А.**,
студ. Лежнев Е.В.,
ст. преп. Романов А.Ю.

34. Дослідження алгоритмів комп'ютерного зору та розпізнавання об'єктів на двовимірних зображеннях.

Автори: доц. Толбатов В.А.,
доц. Шандиба О.Б.,
доц. Толбатов А.В.,
студ. Нечипоренко С.М.,
студ. **Виноградова О.О.**

35. Автоматизовані інформаційні системи як ефективний засіб забезпечення прийняття управлінських рішень органами державної влади.

Автори: доц. Толбатов А.В.,
студ. **Загорулько В.О.**

36. Розробка програмного забезпечення для реалізації моделювання технологічних процесів промислових підприємств.

Автори: доц. Толбатов В.А.,
доц. Толбатов А.В.,
асп. Добророднов О.А.,
Толбатов С.В.

37. Синтез прецизионного астатического регулятора.

Авторы: ст. преп. Близниченко Т.Н.,
асп. **Мельников В.Е.**

38. Развитие принципов энергосберегающего управления энергетическими установками электростанций.

Автори: проф. Канюк Г.И.,
доц. Мезеря А.Ю.,
асп. **Бабенко І.А.**

39. Энергосберегающее управление котельным агрегатом электростанций.

Автори: доц. Мезеря А.Ю.,
асп. Сук И.В.,
асп. **Сердюк А.В.**

40. Повышение уровня энергосбережения при управлении насосными установками нефтеперекачивающих станций.

Автори: доц. Чернюк А.М.,
асп. **Князева В.Н.**

41. Унифицированная структура быстродействующих прецизионных систем автоматического управления и регулирования.

Автори: асп. **Козлова М.Л.**,
асп. Князева В.Н.,
асп. Сердюк А.В.,
проф. Канюк Г.И.

42. Дослідження процесу координаційного керування виконавчими механізмами летучої пили.

Автори: студ. **Доценко С.Ю.**,
асист. Панич А.О.

43. Аналіз засобів програмування та керування промисловими роботами.

Автори: студ. **Семич О.Б.**,
студ. Вовк А.О.,
студ. Ковтуненко О.В.,
асист. Панич А.О.

СЕКЦІЯ № 5 «МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ»

Голова секції – д-р. фіз.-матем. наук, доц. Лисенко О.В.
Секретар секції – асист. Заскока А.М.

Початок: 19 квітня 2016 р., ауд. Ц 220, 15⁰⁰

1. Имитационное моделирование в декларативных языках.

Автор – студ. Кирюхин А.С.

2. Моделирование влияния шума на размягчение поверхности льда при трении.

Авторы: проф. Хоменко А.В.,
студ. **Руденко С.В.**,
студ. Хоменко М.А.

3. Комп'ютерне моделювання ультратонкої плівки рідкого аргону, затиснутої між алмазними пластинами.

Автори: проф. Хоменко О.В.,
студ. **Бойко Д.В.**,
студ. **Захаров М.В.**,
асист. Хоменко К.П.

4. Паралельне моделювання динамічних систем вкладеними методами.

Автори: проф. Дмитрієва О.А,
магістр. Дегтяр О.В.,
магістр. Гуськова Н.Г

5. Моделирование процессов индуцированного шумом туннелирования электронов через Джозефсоновский контакт.

Авторы: студ. **Василевская А.С.**,
доц. Князь И.А.

6. Моделирование процессов индуцированной шумом взаимной синхронизации в системах связанных осцилляторов.

Авторы: студ. **Яворська В.**,
доц. Князь И.А.

7. Моделирование формирования мультигармонического спектра в пролетной секции двухпоточкового супергетеродинного ЛСЭ при неосевом влёте пучка.

Авторы: доц. Лысенко А.В.,
асп. **Волк Ю.Ю.**,
студ. Ньюкало Д.О.
студ. Данильченко П.С.

8. Моделирование динамики волн в плазменно-пучковом супергетеродинном ЛСЭ Н-убитронного типа с неосевой инжекцией электронного пучка.

Авторы: доц. Лысенко А.В.,
асп. **Алексеенко Г.А.**,
студ. Тихонова А.С.
студ. Усик К.А.

9. Расчет систем пористого охлаждения.

Авторы: ст. науч. сотрудник Бразалук Ю.В.
доц. Губин А.И.
асп. Коваленко О.А.

10. Влияние упругих свойств контактирующих материалов на прерывистый режим граничного трения.

Авторы: доц. Ляшенко Я.А.
ассист. Манько Н.Н.,
студ. Карчов В.В.

11. Экспериментальная проверка результатов модели соударения упругих тел.

Авторы: доц. Ляшенко Я.А.,
студ. **Литовка С.С.**

12. Метод классификации страхователей по платежеспособности на основе анализа контекстуальных характеристик.

Авторы: доц. Мазорчук М. С.,
асп. Базилевич К.А.,
ст.преп. **Добряк В.С.**

13. Алгоритм визначення відносної ефективності сільськогосподарських підприємств методом DEA.

Автор: доц. Долгіх Я.В.

14. Моделювання кінетики режимів фрагментації матеріалів при інтенсивній пластичній деформації.

Автори: проф. Хоменко О.В.,
асп. **Троценко Д.С.**,
студ. Солонар І.О.

15. Моделювання та оптимізація роботи транспортно – логістичної системи.

Автори: асп. Романенко Є.М.,
проф. Сохацький А.В.

16. Оцінка складності тесту за допомогою програми Microsoft Excel.

Автори: ст. викл. Базиль О.О.,
уч. Соколов О.С.

17. Перспективи використання магнітолевітаційних систем в морському порті.

Автори: асп. Іванисенко І.С.
проф. Сохацький А.В.

18. Моделирование показателей надежности объекта повышенной опасности.

Автор – асп. **Астафьев Н.А.**

19. Моделирование пьезокерамического двигателя.

Автори: доц. **Филимонов С.А.**,
маг. Озирский В.Н.,
ассист. Филимонова Н.В.

20. Применение комбинированного метода граничных элементов и дискретных вихрей для анализа вихревых движений в ограниченных областях.

Автори: зав. лаб. Евдокимов Д.В.,
асп. **Ковтун В.И.**,
проф. Карплюк В.И.

21. Чисельний розв'язок нестационарного рівняння теплопровідності із змінними коефіцієнтами у двовірному випадку.

Автори: проф. Гончаров О.А.,
доц. Юнда А.М.,
студ. **Бондаренко Р.Ю.**,
доц. Васильева Л.В.,
м.н.с., Агулов О.В.

22. Создание компьютерной модели источника нейтронов для исследования характеристик тяжелых оксидных сцинтилляторов.

Автори: студ. **Горбатюк Т.М.**,
доц. **Малыхина Т.В.**

23. Моделирование пространственной структуры объекта при моделировании оптической когерентной томографии.

Автор – студ. **Петров Д.А.**,
Керівник – доц. **Проскурин С.Г.**

24. Дифракция плоских волн на замкнутых неоднородностях произвольной формы.

Автори: доц. **Назаренко А.М.**,
студ. **Потапенко Е.А.**

25. Моделювання слабо формалізованої динамічної системи.

Автор – студ. **Борода А.О.**,
Керівник – доц. **Назаренко А.М.**

26. Визначення загального стану людини за допомогою біоелектричних потенціалів.

Автори: студ. **Кривоус А.П.**,
доц. **Філімонов С.О.**,
ст. викл. **Циба А.А.**

27. Математичне та комп'ютерне моделювання стаціонарних макроекономічних процесів.

Автори: студ. **Гиря С.С.**,
студ. **Козлова В.С.**
Керівник – доц. **Назаренко О.М.**

28. Математичне моделювання інвестицій в рамках n -секторної економіки.

Автор – студ. **Ніколаєнко О.М.**,
Керівник – доц. **Назаренко О.М.**

29. Сравнение алгоритмов поиска опорных вершин кривой Безье при помощи генетических алгоритмов.

Автор – асп. Степанов К.А.

30. Оптимізація стратегій збору даних для моделі на основі оцінки і прийняття рішень.

Автор – студ. Колесніков Р.Є.,

31. Використання підходу векторних авторегресій у моделюванні та дослідженні макроекономічних процесів в Україні.

Автори: ст. викл. Маринич Т.О.,
маг. Гец К.В.

32. Моделювання коінтеграційних зв'язків як інструмент просторового планування регіону.

Автори: ст. викл. Маринич Т.О.,
студ. Харченко Ю.А.

33. Системи керування технологічним асортиментом.

Автор – доц. Іващук В.В.

34. Программный комплекс обработки результатов исследования измерения теплопроводности жидкостей и материалов методом термистометрии.

Автори: асп. Матвиенко С.Н.,
доц. Выслоух С.П.

35. Дискретне лінійне моделювання динамічних процесів.

Автори: студ. Шляхетський А.І.,
ст. викл. Назаренко Л.Д.

36. Мінімаксне керування лінійними об'єктами з розподіленими параметрами в умовах невизначеності.

Автори: доц. Лобок О.П.,
проф. Гончаренко Б.М.,
доц. Савіцька Н.М.,
доц. Іващук В.В.

37. Метод объемной визуализации для медицинских приложений.

Авторы: ст. наук. співроб. Вяткин С.И.,
проф. Павлов С.В.,
асп. Романюк С.А.

38. Використання методики Бокса-Дженкінса для прогнозування обсягів виробництва підприємства.

Автори: ст. викл. Маринич Т.О.,
студ. Лиценко М.І.

39. Моделювання сильних нелінійних взаємодій гармонік хвиль просторового заряду у двопотоковому електронному пучку з тепловим розкидом.

Автори: доц. Лисенко О.В.,
доц. Ромбовський М.Ю.,
доц. Коваль В.В.,
студ. Тихонова А.С.

40. Варианты проектных обликов регенеративных электронных систем на базе ПЛИС Xilinx семейства Virtex-7.

Автор – соискатель Савкин Л.В.

41. Вплив групової роботи на рівень індивідуальних досягнень у ході самостійної навчальної діяльності студентів.

Автори: доц. Купенко О.В.,
ст. викл. Шовкопляс О.А.

42. Модель урахування вимог роботодавця при підготовці майбутніх фахівців технічного профілю.

Автори: асист. Загородня Т.М.,
ст. викл. Романовський В.І.

43. Моделювання ефектів пам'яті в ультратонкій плівці мастила.

Автор – асист. Заскока А.М.

44. Інтерполяція функцій опору повітря за допомогою параболічного сплайна.

Автори: ст. наук. співроб. Стеля О.Б.,
пров. інж. Сіренко І.П.,
мол. наук. співроб. Потапенко Л.І.

45. Монотонна різницева схема для нестационарного рівняння конвекції-дифузії-реакції.

Автори: ст. наук. співроб. Стеля О.Б.,
пров. інж. Сіренко І.П.,
мол. наук. співроб. Потапенко Л.І.
мол. наук. співроб. Стеля І.О.

46. Моделирование взаимодействия белков актина и миозина.

Авторы: проф. Святный В.А.,
асп. Гуськова Н.Г.

47. Эволюция вращений твердого тела, под действием возмущающего момента, медленно изменяющегося во времени.

Авторы: гл.науч. сотруд. Акуленко Л.Д.,
проф. Лещенко Д.Д.,
доц. Козаченко Т.А.

48. Дифракція продольної волни сдвига на системі жетких включений произвольної форми в полупространстве.

Автори: доц. Назаренко А.М.,
студ. Харитонов И.М.,
студ. Харитонова Ю.В.
доц. Петров І.А.

49. Моделювання теплового поля прямокутної області із розташованим на границі джерелом тепла.

Автори: проф. Гончаров О.А.,
доц. Юнда А.М.,
студ. Шведова І.С.

СЕКЦІЯ № 6 «МАТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ»

Голова секції – канд. фіз.-матем. наук, доц. Ячменьов В.О.

Секретар секції – канд. тех. наук, доц. Маслов О.П.

Початок: 20 квітня 2016 р., ауд. Н- 212, 15⁰⁰

1. Поліноми Лежандра при апроксимації гідростатичної сили у шпаринному ущільненні.

Автори: студ. Білоус Д.О.
доц. Беда І.М.

2. Гвинтова структура одношарових нанотубуленів.

Автори: студ. Гула О.В.,
доц. Білоус О.А.

3. Апроксимація гаусіаном.

Автори: студ. Неклець Г.Г.,
студ. Отог Д.В.,

доц. Білоус О.А.

4. Периодичность свёртки Лапласа. Примеры.

Автор – студ. **Малютин М.В.**,
Руководитель – доц. Орлов С.С.

5. О некотором исследовании феномена Гиббса.

Авторы: доц. Маслов А.П.,
студ. **Супруненко Н.К.**,

6. Про задачу з нелокальними умовами за часом для факторизованого гіперболічного оператора парного порядку.

Автор – маг. **Дирів Л.М.**
Керівник – доц. Гой Т.П.

7. Крайова задача з нелокальними умовами другого роду для гіперболічного рівняння зі змінними коефіцієнтами.

Автор – маг. **Стефанюк О.П.**
Керівник – доц. Гой Т.П.

8. Формула Фаа ді Бруно та параперманенти трикутних матриць.

Автор – доц. **Гой Т.П.**

9. Нові параметризації хвильової функції дейтрона в координатному та імпульсному представленнях.

Автор – ст. викл. **Жаба В.**

10. Периодические гиббсовские меры для одной модели.

Автор – докт. **Хакимов Р.М.**

11. Температурний стан охолоджуваного сферичного середовища.

Автор – студ. **Купріянов Б.Ю.**

Керівник – ст. викл. Климченко В.А.

12. Температурний стан пластини при теплообміні за законом Ньютона.

Автор – студ. **Ярушина Є. В.**

Керівник – ст. викл. Климченко В.А.

СЕКЦІЯ № 7 «ПРИКЛАДНА ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНА МАТЕМАТИКА»

Голова секції – д-р. фіз.-мат. наук, проф. Фильштинський ЛА

Секретар секції – аспірант Носов Д.М.

Початок: 21 квітня 2016 р., ауд. ЕТ 342, 15⁰⁰

1. Новий підхід до побудови комбінованого ітераційного методу для розрахунку оболонок змінної товщини.

Автор – асп. **Дзюба В.А.**

Керівник – проф. Стеблянко П.О.

2. Об управляемости и наблюдаемости одного класса 3D - линейных модулярных динамических систем.

Автори: проф. **Фейзиев Ф.Г.**

ст. преп. **Самедова З.А.**

3. Плоска термопружна деформація двошарової основи з пружними зв'язками між смугами.

Автор – ст. викл. **Антоненко Н.М.**

4. Урахування нерухомої особливості у плоскій задачі теорії пружності для півсмуги з поперечною тріщиною.

Автор – асп. **Журавльова З.Ю.**

5. Численне дослідження нелінійних процесів в магнітних плівках.

Автори: гл. научн. сотруд. **Ерофєєнко В.Т.**
зав. відделом Громько Г.Ф.
вед. науч. сотруд. Заяц Г.М.

6. Численне дослідження загальної задачі оптимальної переорієнтації орбіти космічного апарата.

Автори: доц. **Панкратов І.А.**
ст. научн. сотруд. Сапунков Я.Г.
проф. Челноков Ю.Н

7. Численне дослідження особого режиму в задачі оптимальної переорієнтації космічного апарата під дією реактивної тяги, ортогональної площини орбіти.

Автори: доц. **Панкратов І.А.**
проф. Челноков Ю.Н

8. Численне рішення кінематическої задачі оптимальної переорієнтації космічного апарата.

Автори: студ. Бондаренко Г.Е.
доц. **Панкратов І.А.**
студ. Исмайылов Г.А.

9. Дослідження властивостей численних алгоритмів методом іскусствених возмущений.

Автори: ст. научн. сотруд. **Бразалук Ю.В.**
зав. лаб. Евдокімов Д.В.
проф. Кочубей А.А.

10. Движение пузырьковой среды вблизи твердой стенки.

Автори: зав. лаб. Евдокімов Д.В.
проф. Кочубей А.А.

асп. Шульга Р.А.

11. Алгоритм метода граничних елементів з точками коллокації всередині області рішення для крайових задач параболического типу.

Автор – зав. лаб. **Евдокимов Д.В.**

12. Сравнение эффективности методов граничных элементов и конечных разностей в задачах о медленных фазовых переходах.

Авторы: студ. **Бразалук А.К.**
проф. Гоман О.Г.
зав. лаб. Евдокимов Д.В.

13. Математическое моделирование оледенения цилиндрической оболочки бака с криогенным топливом.

Авторы: зав. лаб. Евдокимов Д.В.
проф. Кочубей А.А.
асп. **Стояновский М.А.**

14. Аналитическое приближенное решение задачи оптимального разворота осесимметричного космического аппарата при произвольных граничных условиях.

Авторы: ст. н. с. **Молоденков А.В.**
ст. н. с. Сапунков Я.Г.

15. Квадратная разностная разметка соединений циклов и цепей.

Автор – асп. **Шерман З.А.**

16. Системний аналіз вибору місця розташування кафе.

Автор – студ. **Суїма І.О.**
Керівник – доц. Хом'як Т.В.

17. Системний аналіз напряму діяльності підготовчих курсів.

Автор – асп. **Красицька А.В.**
Керівник – доц. Хом'як Т.В.

18. Численное исследование воздействия низкоинтенсивного ионизирующего излучения на параметры МДП-приборов.

Авторы: вед. науч. сотруд. **Зяц Г.М.**
гл. науч. сотруд. Комаров А.Ф.
зав. лаб. Комаров Ф.Ф.

19. Формозміна циліндру при симетричному та несиметричному навантаженні основ.

Автор: ст. викл. **Штефан Т.О.**

20. Исследование поля смещений и напряжений упругой полуполосы при учете ее собственного веса.

Автор: студ. **Мысов К.Д.**
Руководитель – проф. Вайсфельд Н.Д.

21. Построение оптимальных траекторий движения самолёта в горизонтальной плоскости.

Авторы: студ. Коннов К.Ю.
доц. **Панкратов И.А.**

22. Антиплоска задача теорії пружності для чверті простору.

Автор – студ. **Пожиленков О.В.**
Керівник – проф. Вайсфельд Н.Д.

23. Краевые задачи механики разрушения магнитоэластичных материалов с дефектами структуры типа трещин.

Авторы: проф. Фильштинский Л.А.
асп. **Еременко А.А.**

асп. Носов Д.Н.

24. Математическое моделирование эксперимента по оптимальному управлению движением динамической системы.

Авторы: проф. Фильштинский Л.А.
студ. **Лукьянихин О.В.**

25. Краевая задача механики разрушения об антиплоской деформации магнитоэластичного материала с трещинами.

Авторы: проф. Фильштинский Л.А.
студ. **Шевченко Ю.А.**

26. Статистические характеристики параметров разрушения анизотропных композитных материалов содержащих множественные трещины.

Авторы: проф. Фильштинский Л.А.,
ст. преп. Шрамко Ю.В.,
асп. **Носов Д.Н.**,
асп. Еременко А.А.

27. Исследование поля смещений и напряжений упругой полуполосы при учете ее собственного веса.

Авторы: студ. **Плюснев Д.С.**
Керівник – проф. Вайсфельд Н.Д.

28. Моделирование процесса фильтрации в композитной среде с множественными трещинами.

Авторы: студ. **Кириченко А.А.**,
студ. Пластун Е.А.,
ст. преп. Шрамко Ю.В.

29. Оптимізація процесу перевезень на прикладі підприємства харчової промисловості ТОВ «Колос».

Автор – студ. **Моїсеєнко Є.В.**

Керівник – асист. Козлова І.І.

30. Статистичні методи розрахунку рівня рентабельності.

Автор – студ. **Криничний А.В.**

Керівник – асист. Козлова І.І.

31. До розв'язання геометрично нелінійних задач статички для довгої некругової циліндричної оболонки.

Автор – пров. наук. співроб. **Сторожук Є.А.**

32. Про вісесиметричне деформування замкнутої тороїдальної оболонки еліптичного перетину.

Автор – пров. наук. співроб. **Максимюк В.А.**

33. Чисельний аналіз дисперсійних рівнянь при поширенні вісесиметричних хвиль вздовж шарів композитного матеріалу з початковими напруженнями.

Автор – асп. Глухов А.Ю.

СЕКЦІЯ 1

«Інтелектуальні системи»

Применение меры **tf-idf** и меры странности для выделения ключевых слов при классификации текстов научных статей

Козлова Е. С., студент; Романов А. Ю., старший преподаватель
Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики», г. Москва, Россия

В рамках исследования используются две меры для выделения ключевых слов в наборе текстов: **tf-idf** и **weirdness** (мера странности) [1]. В исследовании используется выборка из более чем двадцати двух тысяч научных статей из девяти тем УДК. Задача исследования состояла в выделении оптимального набора слов для быстрой классификации заданного текста.

Первой тестировалась мера **tf-idf**, применение которой для данной задачи наиболее оптимально при объединении всех статей одной темы в единый текст. Полученный результат показывает, что при таком подходе слишком большой вес встречаемости слова в рамках одной темы приводит к увеличению количества незначущих слов в результирующем наборе. В итоге получаем набор ключевых слов, в котором до 20 % элементов повторяются и не имеют практической пользы, что вносит значительную погрешность в эксперимент и уменьшает количество полезных слов.

Следующим этапом эксперимента стало использование меры странности. Аналогично эксперименту с **tf-idf** тексты объединяются в один единый, но формула позволяет повысить значимость сравнения средних значений встречаемости слова в каждой теме. Это дает возможность эффективно избавляться от равномерно распределенных по темам слов, хотя и допускает незначительное количество погрешностей для извлечения слова, случайно встретившегося в текстах другой тематики. Этот способ показывает значительно более высокую эффективность в рамках поставленной задачи.

Проведенный эксперимент показал, что наиболее оптимально мера странности применима при относительно небольшом количестве объемных текстов, в то время как **tf-idf** показывает наилучшие результаты при большом количестве текстов при объеме, недостаточном для эффективного применения меры странности.

1. Э.С. Клышинский, Н.А. Кочеткова, *Новые информационные технологии в автоматизированных системах* **17**, 365 (2014).

Применение искусственной нейронной сети для рубрикации научных статей по УДК

Ломотин К. Е., студент; Романов А. Ю., старший преподаватель
Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики», г. Москва, Россия

Использование искусственных нейронных сетей (ИНС) для решения задач классификации позволяет разделить такие сложные классы образов, какими являются темы классификатора УДК.

Для проведения исследования нами выбран классификатор гиперплоскостной группы, реализованный в виде многослойного персептрона Розенблатта. Выбор обусловлен тем, что классификаторы этой группы имеют низкую вычислительную сложность и требуют мало памяти в процессе классификации [1].

Для поиска экстремума функционала вторичной оптимизации применяется алгоритм обратного распространения ошибки.

Обучающая выборка представляет собой пару <вектор, число>, где вектором является столбец, состоящий из показателей TF-IDF для каждого из найденных в данном тексте ключевых слов, а числом – тема УДК, к которой относится данный текст. На текущем этапе исследования для рубрикации выбран первый слой (первая цифра) УДК.

Оптимальная структура ИНС плохо поддается вычислению и, как правило, выбирается экспериментально под конкретную задачу. В ходе исследования было проведено тестирование нескольких вариантов структуры ИНС, в том числе и сетей глубокого обучения. Из поставленной задачи и метода проведения исследования следует, что в выходном слое должно быть девять нейронов (по количеству тем первого уровня УДК).

Самыми эффективными оказалась ИНС с 243 нейронами в скрытом слое, а также с тремя скрытыми слоями по девять нейронов. Они показали точность определения темы в среднем 60–70 %. Этот результат может быть улучшен за счет увеличения обучающей выборки и подбора более оптимальной структуры.

1. А.И. Галушкин, *Нейронные сети. Основы теории* (Москва: Гор. Линия-Телеком: 2010).

Применение косинусной меры для классификации статей по УДК

Колесниченко А.Л., студент

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия

Одним из наиболее эффективных методов классификации текстов является метод косинусной меры. Он заключается в нахождении минимального угла между векторами, соответствующими темам, и вектором, соответствующим тексту. Векторы формируются из числа встреч каждого ключевого слова в тексте. Из-за древовидной структуры УДК, было решено принимать в качестве результата не одну, а две наиболее вероятных темы.



Рисунок 1 – Результаты применения метода косинусной меры.

После проведения классификации выполняется анализ ошибок (рис. 2), который показывает, какое процентное количество текстов для каждой темы было ошибочно отнесено к другим.

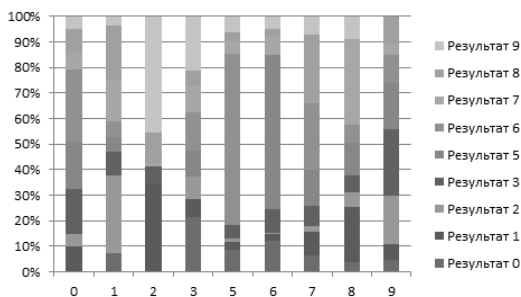


Рисунок 2 – Анализ ошибок.

Руководитель: Романов А.Ю., старший преподаватель

Налаштування Quality of Service на пристрої Cisco ASA

Алфьоров Д.С, *студент*
Сумський державний університет, м. Суми

Очевидно, що найближчим часом збережеться тенденція побудови інтегрованих, багатосервісних мереж. Як показує поточний стан мережі Internet, обробка всього трафіку на рівних правах призводить до серйозних проблем. У зв'язку з цим, при створенні мережі з комбінованими функціями потрібно гарантувати необхідний рівень сервісу для кожної програми.

Основна мета QoS на Cisco ASA забезпечити обмеження швидкості на обраний трафік як для окремого потоку так і для VPN тунелю.

Traffic Policing дозволяє гарантувати, що трафік не перевищує максимальну швидкість, гарантує, що жоден потік трафіку або клас не може використовувати на себе увесь доступний ресурс. Traffic Shaping – обмеження пропускної здатності каналу для окремого вузла або вузлів мережі нижче технічних можливостей каналу. Shaping зазвичай використовується як засіб обмеження максимального споживання трафіку з боку вузла мережі. Traffic Prioritization – принцип полягає в тому, що деякому типу трафіку присвоюється пріоритет і після цього, він «обслуговується» в першу чергу, в порівнянні з іншим типом трафіку.

GNS3 – графічний інтерфейс для емулятора dynamips, який дозволяє змоделювати віртуальну мережу з комутаторів, маршрутизаторів, хостів та іншого обладнання. GNS3 працює з образами IOS, які використовуються як програмне забезпечення в пристроях компанії Cisco. Також можна отримати доступ до реальної мережі і використовувати віртуальні машини VirtualBox.

В GNS3 була змодельована мережа, яка містить пристрій Cisco ASA, маршрутизатор, яка складається з 3 мереж: 2 мережі користувачів і менеджерська мережа. В менеджерській мережі на віртуальній машині встановлене розроблене програмне забезпечення. Програма дозволяє гнучко конфігурувати QoS на Cisco ASA, з'єднуючись через протокол telnet. Для мереж користувачів було налаштовано механізми QoS.

Керівник: Великодний Д.В., *старший викладач*

Програмні засоби аналізу мережевого трафіку у корпоративних мережах

Кручиніна Д. М., студент; Великодний Д.В., старший викладач
Сумський державний університет, м. Суми

Постійний контроль за роботою корпоративної мережі, необхідний для підтримки її у робочому стані та забезпечення максимальної ефективності використання ресурсів.

Потреба реалізації аналізу мережевого трафіку визначається тим, що в роботі комп'ютерної мережі і мережевого стека вузлів періодично виникають проблеми, причину яких важко виявити загальновідомими утилітами для збору статистики і стандартними додатками на основі протоколу ICMP. У подібних випадках для діагностики неполадок часто доводиться використовувати більш специфічні засоби, які дозволяють відобразити мережевий трафік та проаналізувати його передачу на рівні протоколів.

Створення віртуальної моделі мережі в симуляторах дозволяє вивчити можливості популярних аналізаторів протоколів, а також характеристики, які є необхідними для оцінки якості передачі чутливого до затримок трафіка. У результаті були оцінені переваги і недоліки таких аналізаторів протоколів як Wireshark і CommView. Обидва аналізатора дають змогу на однаково високому рівні забезпечити адміністраторів мережі інформацією для виконання troubleshooting-a, виявлення несанкціонованого використання ресурсів мережі. Процес перехоплення пакетів відбувається за допомогою маніпулювання пакетами безпосередньо на рівні їх «конструювання».

Засобами платформи .Net, мови програмування C# і середовища розробки Visual Studio 2010 була створена програма-аналізатор трафіку Simple Sniffer. Можливості даної програми дозволяють отримати детальну інформацію про структуру IP, TCP / UDP пакетів, вибрати порт хоста для аналізу трафіку. Програма дозволяє виявити джерело розсилки мережевих пакетів та проаналізувати принципи інкапсуляції даних на різних рівнях мережевої моделі. Для створення даного програмного забезпечення використовувалась технологія raw-сокетів – пакет безпосередньо передається додатку і обробляється ефективніше ніж при проході через головний стек протоколів клієнта.

Перспективи educational data mining в Україні

Войцун О.Є., *аспірант*

Харківський національний університет міського господарства
ім. О.М. Бекетова, м. Харків

Завжди, а особливо в сучасному світі, освіта розглядається як найважливіший компонент економічного зростання і розвитку держави. Аналіз робіт вітчизняних та закордонних вчених показує, що педагогічні парадигми змінились і вимагають особистісно-орієнтовану освіту, яка необхідна для задоволення потреб індивідуума, групи, громади.

Актуальність дослідження полягає в тому, що сучасний стан освіти вимагає використання сучасних методів для імплементації вказаних вище потреб, і educational data mining (EDM) надає унікальні можливості для дослідників і практиків. Метою роботи було виявлення перспективних напрямків EDM для України.

Основна складність просування технології EDM в Україні полягає в тому, що характерний «вік» накопичених освітніми закладами баз даних становить кілька років, до того ж інформації, що зберігається в цих базах даних, виявляється недостатньо для вироблення на її основі ефективної стратегії прийняття рішень за допомогою систем EDM. Ще одна обставина, що впливає на використання систем EDM в українських реаліях, пов'язана з тим, що люди, відповідальні за прийняття рішень в освітній сфері, зазвичай не є спеціалістами зі статистики і штучного інтелекту, і тому не можуть безпосередньо використовувати системи EDM, які вимагають складних налаштувань або спеціальної підготовки даних.

Таким чином, аналіз даних в освітній сфері – це нова і актуальна галузь науки, в якій існує велика кількість невирішених завдань для аналізу і досліджень. Найбільш перспективними визначено наступні напрямки, які потребують глибокого дослідження і пошуку варіантів вирішення: захист недоторканості приватного життя, виявлення плагіату, розробка доступних за вартістю та простих у використанні систем EDM, створення відкритого сховища для зберігання освітніх даних.

Керівник: Манакова Н.О., *доцент*

Інтелектуальна платформа віртуальної консолідації пристроїв для розподіленого масштабованого виробництва

Коробов А.Г. аспірант; Даценко Д.С. студент
Сумський державний університет, м. Суми

Застосування адитивних технологій набуло значного поширення в галузях виробництва, таких як: виготовлення моделей і форм для ливарного виробництва, протезування, прототипування і т.д. Головна проблема розповсюдження таких технологій серед споживачів виникає у результаті необізнаності про їх можливості, високу ціну та складність в експлуатації пристроїв, а також недостатня розвиненість структури технічної підтримки і можливостей навчання обслуговуючого персоналу.

Одним із шляхів вирішення цих проблем є створення та впровадження програмної платформи для реалізації веб-сервісу інтелектуального супроводження замовлень та віртуальної консолідації пристроїв, керованих G-кодом, для розподіленого масштабованого виробництва.

Це дасть змогу підвищити ефективність використання та прибутковість територіально розподілених станкових парків, 3D-принтерів та 3D-сканерів, що керуються G-кодом, шляхом створення хмарного веб-сервісу для супроводження замовлень, встановлення партнерських взаємовідносин з власниками відповідного виробничого обладнання та функціонального контролю виробничого процесу.

Функціональний контроль покликаний знизити матеріальні втрати та затримки під час виконання замовлень шляхом вчасного усунення неполадок. Функціональне діагностування пропонується здійснювати на основі відеоспостереження, методів машинного зору та машинного навчання в рамках власної інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології аналізу даних [1], яка перевершує відомі методи технології Data Mining.

Для формування підказок та пропозицій при обслуговуванні клієнтів сервісу пропонується використовувати ідеї та методи технології експертних систем

Керівник: Москаленко В.В., старший викладач

1. А.С. Довбиш, *Основи проектування інтелектуальних систем* (Суми: СумДУ: 2009).

Розв'язання задач нестационарного відривного обтікання тіл довільної форми методом гідродинамічних особливостей

Мешкова Н.Д., *студент*
Сумський державний університет, м. Суми

Розвинені і освоєні математичні моделі і алгоритми дозволяють чисельним експериментом на ЕОМ ефективно, з підвищеним ступенем достовірності дослідити і оцінити для режимів безвідривного і відривного обтікання внутрішні і зовнішні динамічні характеристики систем. Отримані таким чином результати можуть бути використані для цілеспрямованої зміни і подальшого вдосконалення гідродинамічних якостей гідравлічної машини, зокрема енергетичних, кавітаційних та ерозійних показників, гідродинамічних навантажень на лопатеві системи і турбулентні характеристики потоку. Метод дискретних особливостей дозволяє чисельно визначити гідродинамічні характеристики обтічної поверхні в ідеальній нестисливій рідині.

Метою дослідження було розв'язання прямої задачі нестационарного обтікання тіл довільної форми методом гідродинамічних особливостей, та визначення турбулентних характеристик ближнього сліду.

Задача зводилася до знаходження сумарного вихрового шару на тілі і вільних вихрових шарів за тілом. Середовище поза обтічним тілом вважалось ідеальним. Задача обтікання вирішувалася методом просторових панельних джерел, в центрі яких виконувалися граничні умови не протікання. Вільні вихрові пелени за лопаткою моделювалися вихровими точковими особливостями, які виникали внаслідок зміни циркуляції по краях обтічної панелі.

В роботі розв'язано пряму задачу нестационарного обтікання тіл довільної форми методом гідродинамічних особливостей. Отримано практичні результати розподілу швидкостей на обтічному тілі і в самому каналі. Побудований вихровий слід, що сходить з обтічного тіла в каналі і розраховані турбулентні характеристики в довільній точці. Програма реалізована в середовищі Delphi XE2.

Керівник: Косторной С.Д., *професор*

Оптимізація функціональних параметрів інформаційно-аналітичної системи оцінки якості навчального контенту

Козлов З.В., аспірант; Кулік Є.С., аспірант
Сумський державний університет, м.Суми

У роботі розглянуто задачу оптимізації системи контрольних допусків (СКД) інформаційно-аналітичної системи (ІАС) оцінки якості навчального контенту у рамках інформаційно-екстремальної технології. Питання вибору контрольних допусків на значення ознак розпізнавання відіграє важливу роль при розробці ІАС, так як вони мають безпосередній вплив на геометричні параметри контейнерів класів розпізнавання, а отже і на асимптотичні точнісні характеристики системи прийняття рішень.

Для вирішення поставленого питання було застосовано послідовний та паралельний алгоритми оптимізації контрольних допусків на ознаки розпізнавання, оскільки використання лише одного з зазначених алгоритмів є недостатнім для покращення працездатності ІАС.

Для перевірки ефективності запропонованого алгоритму оптимізації СКД була сформована навчальна матриця, яка складалася з 3 класів. Перший клас відповідав навчальному контенту, який отримав оцінку «добре», другий клас – «задовільно», третій – «незадовільно». Аналіз результатів показав, що ймовірність точного прийняття рішення інтелектуальною ІАС була підвищена з 76 % до 93 %. Таким чином, були знайдені оптимальні параметри контейнерів кожного з класів для відповідних міжцентрових відстаней. Також для вказаних параметрів були обчислені відповідні значення критеріїв функціональної ефективності та точнісні характеристики ІАС для кожного з класів.

Керівник: Ободяк В.К., доцент

1. А.С. Краснопоясовський, *Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування* (Суми: Вид-во СумДУ: 2004);
2. А.С. Довбиш, *Інформаційно-екстремальна інтелектуальна технологія аналізу та синтезу систем керування, що навчаються* (Суми: Вид-во СумДУ: 2007).

Оптимізація параметрів рецепторного поля системи діагностування емоційно-психічного стану людини за зображеннями обличчя

Прилепа Д.В., аспірант; Шелехов І.В., доцент; Агеев В.С., студент
Сумський державний університет, м.Суми

У роботі розглянуто задачу підвищення функціональної ефективності базового алгоритму ітераційної оптимізації параметрів навчання комп'ютеризованої системи діагностування (КСД) емоційно-психічного стану (ЕПС) людини в рамках інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології, що спрямований на відтворення в радіальному базисі оптимальних в інформаційному розумінні контейнерів класів розпізнавання за зображеннями ліво- та правопівкульного портретів. Запропонована процедура оптимізації параметрів рецепторного поля КСД використовує модифікацію структурованого алгоритму вибору кроку квантування [1] у часі реалізацій образу на вході системи прийняття рішень, що навчається:

$$\tau^* = \langle \arg \{ \max_{G_\tau} \frac{1}{2} \sum_{k=1}^2 \{ \max_{G_{d,k}} E_k \} \} \rangle,$$

де G_τ та $G_{d,k}$ – область допустимих значень кроку квантування τ та радіусів d_k контейнерів класів X_1^o – ліво- і X_2^o – правопівкульний портрет; E_k – значення ентропійного критерію функціональної ефективності (КФЕ) при рівноймовірних двоальтернативних гіпотезах, обчислене для X_k^o ($k = 1, 2$) на кожній ітерації навчання.

Для перевірки працездатності запропонованого алгоритму розглядалися дві пари портретів особи з стабільним та нестабільним емоційно-психологічним станом, які формувалися за напівтоновими зображеннями обличчя людини. Аналіз результатів оптимізації показує, що КСД зберігає здатність розрізняти ЕПС за зображенням обличчя при використанні значень кроків квантування від одного до п'яти пікселів. При цьому максимальному значенню усередненого КФЕ відповідає оптимальне значення кроку квантування реалізацій образу, яке дорівнює $\tau^* = 4$.

1. А.С. Краснопопаясовський, *Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування* (Суми: Вид-во СумДУ: 2004).

Автоколивальний режим руху індентора в моделі наноструктуруючого вигладжування із урахуванням сухого тертя

Ляшенко Я.О., доцент; Феденко М.О., студент
Сумський державний університет, м. Суми

Наноструктуруюче вигладжування – один із перспективних сучасних методів модифікації поверхонь деталей, що дозволяє покращити їх міцністні характеристики [1, 2]. Причому ця методика дозволяє модифікувати поверхні готових деталей, що також обумовлює її підвищену актуальність.

На основі моделі, що запропонована в роботі [2], проведено моделювання руху індентора, із урахуванням сухого тертя, що виникає між індентором і направляючими, в яких він тримається. Величина сили тертя береться із експерименту, як і інші параметри, такі як маса індентора, контактна жорсткість, тощо. Врахування тертя показує, що фазові портрети істотно змінюються, і наведена на них координата індентора змінюється стрибкоподібно. Це відбувається за рахунок того, що при зміні напрямку руху індентора сила тертя змінює свій знак, але змінюється не неперервно, а стрибкоподібно, оскільки визначається законом Амонтона

$$F = \text{sgn}(V)\mu N ,$$

де μ – коефіцієнт тертя, N – навантаження, V – швидкість руху індентора. Оскільки розглядається нормальний рух індентора, величина навантаження N не змінюється. Порівняння отриманих результатів із результатами роботи [2] показує, що зміна коефіцієнта тертя μ дозволяє регулювати режими вигладжування, оскільки він істотно впливає на траєкторію руху індентора.

2. S. Swirad, *Wear* **271**, 576 (2011).
3. Я.А. Ляшенко, В.П. Кузнецов, М. Попов, В.Л. Попов, В.Г. Горгоц, *Физ. мезомех.* **18**, 38 (2015).

Калибровка камеры для 3d системы технического зрения

Бабий М.С., *доцент*; Носилевец І.Ю., *студент*
Сумський державний університет, г. Суми

Необходимым этапом при наладке компьютерного стенда развал-схождение, используемого для диагностики состояния ходовой части автомобиля, является калибровка видеокамер стенда. В контексте трехмерного машинного зрения калибровка представляет собой процесс определения внутренних геометрических и оптических параметров камеры, а также положения и ориентации камеры в пространстве по изображению калибровочного объекта. В нашем исследовании в качестве калибровочного объекта взят шахматный шаблон, который одновременно используется и для определения параметров ходовой части автомобиля.

Проективное преобразование (перспективная проекция), отображающее точку сцены $\tilde{\mathbf{M}} = [X, Y, Z, 1]^T$ в точку изображения

$\tilde{\mathbf{m}} = [u, v, 1]^T$, выраженное в гомогенных координатах, имеет вид

$$s \tilde{\mathbf{m}} = \mathbf{A}[\mathbf{R} \ \mathbf{t}]\tilde{\mathbf{M}}, \text{ где } \mathbf{A} = \begin{bmatrix} \alpha & \gamma & u_0 \\ 0 & \beta & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},$$

s – произвольный масштабный коэффициент. Внешние параметры представлены матрицей поворота \mathbf{R} и вектором переноса \mathbf{t} , внутренние параметры – матрицей \mathbf{A} , главная точка – координатами u_0, v_0 . Элементы α и β – масштабные коэффициенты по осям u и v , параметр γ – скос между осями.

Внутренние параметры определяются на основе ограничений, накладываемых гомографией. Принимая во внимание наличие гауссова шума, для оценки внешних параметров используется метод максимального правдоподобия. Минимизация функционала выполняется методом Левенберга-Марквардта, сочетающего преимущества методов Гаусса-Ньютона и наискорейшего спуска. В соответствии с данным алгоритмом разработана программа для определения внутренних и внешних параметров видеокамеры.

Оптимізація параметрів рецепторного поля системи діагностування емоційно-психічного стану людини за зображен- нями обличчя

Прилепа Д.В., *аспірант*; Шелехов І.В., *доцент*; Агеев В.С., *студент*
Сумський державний університет, м. Суми

В роботі розглянуто задачу підвищення функціональної ефективності базового алгоритму ітераційної оптимізації параметрів навчання комп'ютеризованої системи діагностування (КСД) емоційно-психічного стану (ЕПС) людини в рамках інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології, що спрямований на відтворення в радіальному базисі оптимальних в інформаційному розумінні контейнерів класів розпізнавання за зображеннями ліво- та правопівкульного портретів. Запропонована процедура оптимізації параметрів рецепторного поля КСД використовує модифікацію структурованого алгоритму вибору кроку квантування [1] в часі реалізації образу на вході системи прийняття рішень, що навчається:

$$\tau^* = \langle \arg \{ \max_{G_\tau} \frac{1}{2} \sum_{k=1}^2 \{ \max_{G_{d,k}} E_k \} \} \rangle,$$

де G_τ та $G_{d,k}$ – область допустимих значень кроку квантування τ та радіусів d_k контейнерів класів X_1^o – ліво- і X_2^o – правопівкульний портрет; E_k – значення ентропійного критерію функціональної ефективності (КФЕ) при рівноймовірних двоальтернативних гіпотезах, обчислене для X_k^o ($k = 1, 2$) на кожній ітерації навчання.

Для перевірки працездатності запропонованого алгоритму розглядалися дві пари портретів особи з стабільним та нестабільним емоційно-психологічним станом, які формувалися за напівтоновими зображеннями обличчя людини. Аналіз результатів оптимізації показує, що КСД зберігає здатність розрізняти ЕПС за зображенням обличчя при використанні значень кроків квантування від одного до п'яти пікселів. При цьому максимальному значенню усередненого КФЕ відповідає оптимальне значення кроку квантування реалізацій образу, яке дорівнює $\tau^* = 4$.

1. А.С. Краснополюсовський, *Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування* (Суми: Вид-во СумДУ: 2004).

Управління діалогом в системі електронного навчання «людина-комп'ютер»

Каба Є., студент; Лебедка А., студент; Яковенко Н., студент;
Лавров Е.А., професор
Сумський державний університет, м. Суми

Велика кількість освітніх ресурсів обумовлює проблему для користувача по пошуку та використанню найліпшого ресурсу. Постає питання організації ергономічної експертизи та управління діалогом в системі «людина-машина» з метою підвищення ефективності взаємодії.

В умові АСУ ВНЗ розробити АРМ Ергономіст, що дозволить автоматизувати діяльність ергономіста по: оцінці електронних навчальних ресурсів (електронних модулів), їх допуску до сховища освітніх ресурсів; оцінці індивідуальних психофізіологічних параметрів користувача для процедур адаптації; ведення бази даних користувачів навчальної системи та електронних освітніх модулів.

Комплекс задач АРМ ергономіста. Реалізація задачі «Оцінка електронних навчальних ресурсів» складається з вирішення наступних основних питань:

- розробка алгоритму діяльності ергономіста,
- розробка комплексу нечітких моделей для оцінки локальних показників ергономічної якості,
- створення моделі процедур інформаційного обміну між розробниками електронних модулів та публікації результатів експертизи.

Результати оцінки записуються до БД «Модулі». Ці показники можуть змінюватись після коригування змісту модуля. Реалізація задачі «Оцінка індивідуальних психофізіологічних параметрів користувача» дозволяє отримати інформацію про комплекс характеристик «Сприйняття інформації», «функціональний стан» та ін. Доступ до базового набору тестів організовано on-line. Результати оцінки записуються до БД «Студенти».

Розроблені компоненти для управління діалогом дозволяють підвищити ефективність навчання в системі «студент-комп'ютер».

Сервіс проведення фронтальних опитувань

Челядін А.С., *студент*; Сасюк М.О., *студент*
Сумський державний університет, м. Суми

Застосування електронних засобів в навчанні значно розширює можливості викладача по наданню знань студентам та їх контролю. Наприклад, стало звичною практикою розділяти лекційні відео-матеріали на невеликі фрагменти та проводити заходи самоконтролю після кожного з фрагментів. Аналогічні підходи важко застосувати у навчальному процесі за денною формою навчання через часові обмеження. Застосування мобільних пристроїв дозволяє запровадити подібну практику з мінімальним відволіканням студентів від процесу сприйняття матеріалу. Використання таких технологій дозволить провести оперативний контроль знань, контроль присутності, налагодити оперативний зворотній зв'язок тощо.

Виходячи з актуальності проблеми, метою роботи стала розробка сервісу підтримки фронтальних опитувань із застосуванням мобільних пристроїв.

Ключовими особливостями сервісу стануть:

- Застосування Android клієнта для забезпечення ідентифікації студента та поліпшення взаємодії із сервісом. У випадку, коли ПЗ не встановлено використовується браузер.
- Застосування відомостей із сервісу розкладу для швидкого переходу на потрібні ресурси або QR-кодів для переходу на окремі опитування.
- Відображення результатів опитування викладачу у псевдо-реальному режимі (near-relatime comuniaction) із засуванням технології web-socket.

На першому етапі розроблено ресурс <http://attendance.dl.sumdu.edu.ua>, який дозволяє додавати об'єкти (оголошення, файли, опитування, відкриті питання) до занять. Джерелом даних є сервіс розкладу. Викладач може додавати об'єкти до своїх занять, а студенти їх переглядати. Для простоти навігації для кожної події генерується QR-код із посиланням до неї. Код ресурсу знаходиться у вільному доступі за посиланням: <http://bit.ly/1kwUPWH>

Керівник: Кузіков Б.О., *старший викладач*

Применение нечетко-множественного подхода при выборе систем автоматического регулирования технологических параметров

Джамбеков А.М., *аспирант*

Астраханский государственный технический университет,
г. Астрахань, Россия

При выборе систем автоматического регулирования (САР) на технологических установках (ТУ) из возможных альтернатив необходимо принять решение на основе оценки САР по критериям. Субъективный характер рассматриваемых критериев выбора определяет необходимость разработки подхода к принятию решений на ТУ с возможностью учета неопределенности оценок рассматриваемых альтернатив. Результаты анализа существующих исследований в данной проблемной области подтверждают целесообразность применения методов многокритериальной оптимизации для решения задач принятия решений на ТУ в условиях неопределенности. При решении поставленной задачи предложено применение нечетко-множественного подхода. В общем виде рассмотрен выбор САР параметров ТУ (технологических параметров) по заданным признакам, характеризующим качество переходных процессов в САР технологического параметра. Цель работы – повышение эффективности управления ТУ на основе применения нечетко-множественного подхода к выбору САР технологических параметров в условиях неопределенности. Задача ПСФР на ТУ сформулирована следующим образом. Заданы: множество альтернатив – методов регулирования параметра t (ПИД-регулятор, нечеткий регулятор, нейро-нечеткий регулятор); наборы признаков: показатели переходного процесса, по которым производится выбор приемлемого метода; важность каждого признака в альтернативе; вес каждой альтернативы. Требуется: выбрать наиболее приемлемую альтернативу – метод, обеспечивающий регулирование параметра t с наилучшими показателями качества переходного процесса. Результаты расчетов свидетельствуют о целесообразности применения метода нейро-нечеткого регулирования при разработке САР параметра t . В результате применения нечетко-множественного подхода по заданным признакам и экспертным оценкам выбран метод регулирования технологического параметра.

СЕКЦІЯ 2

«Прикладна інформатика»

Дослідження впливу температури на швидкість Інтернету

Колесова А.В., *студент*; Тиркусова Н.В., *доцент*
Сумський державний університет, м. Суми

Тема залежності швидкості Інтернету від рівня температури є досить цікавою та актуальною. Так, наприклад, співробітники компанії Cisco Systems, Inc припустили наявність впливу на швидкість Інтернету залежно від зміни температури, оскільки провідність мідних ліній залежить від цього параметру.

Виробник мережевого устаткування регулярно опитує від 15 до 20 найбільших Інтернет-провайдерів світу. І хоча питання про сезонні коливання ніколи не ставилося, статистика показує, що інформація передається швидше в червні, липні і серпні [1].

Дана робота присвячена дослідженню впливу природних факторів, таких як температура та вологість повітря, на параметри передачі інформації в середовищі Інтернет за допомогою комп'ютерного моделювання.

В роботі досліджено середні показники температур та швидкості Інтернету (Download та Upload) у містах, які знаходяться у різних кліматичних зонах, а також були побудовані моделі залежності швидкості Download та Upload від температури та вологості у цих містах.

Для дослідження зв'язку між температурою та швидкістю Інтернету були розраховані коефіцієнти парної кореляції, базисного, середнього та абсолютного темпів зростання та приросту.

Опираючись на отримані результати було встановлено, що зі збільшенням значення температури швидкості Інтернету має тенденцію до зростання, збільшення вологості знижує цей показник.

Помилки прогнозованих значень, що були обчислені за розробленими моделями не перевищували 5 %.

Також, під час виконання даної роботи у середовищі MS Excel, на мові програмування VBA, було написано декілька функцій, що дало змогу автоматизувати розрахунки.

1. *Зависит ли скорость интернета от времени года?* [Електронний ресурс]: 3DNews Daily Digital Digest. – Режим доступу: <http://www.3dnews.ru/581051>.

Вдосконалення якості дистанційних методів навчання програмуванню на мові C++ шляхом розробки інтерактивних тренажерів

Кулагін Д.В., *студент*; Тиркусова Н.В., *доцент*
Сумський державний університет, м. Суми

Для студентів, які навчаються дистанційно, та бажають стати спеціалістами у сфері комп'ютерних наук, комп'ютерні технології є не тільки об'єктом вивчення, але й засобом навчання. Комп'ютерні технології покращують процес навчання та допомагають викладачу більш чітко контролювати його. У навчальному комплексі найчастіше використовуються інтерактивні комп'ютерні тренажери та програми тестування. Серед переваг інтелектуальних тренажерів можна відмітити те, що вони дозволяють навчатися самостійно за допомогою інтерактивних підказок, дозволяють наочно побачити результат власно виконаної роботи, а також дозволяють працювати з групами студентів різного ступеню підготовки.

При створенні дистанційного курсу навчання «Introduction to specialty» для англomовних студентів, що обрали спеціальність «Інформатика», були розроблені тренажери, які дозволяють перевірити засвоєння навчального матеріалу стосовно основних правил розробки програм на мові C++.

Тренажери було створено за допомогою JTrainer Framework котрий базується на Javascript, HTML та CSS. Тренажери повністю підтримують мультязність. Для створення інтерфейсу тренажерів було використано набір стандартних класів JTrainer SCC, а саме DraggableGroup та DroppableArea. Ці класи дозволяють користувачу зручно працювати та засвоювати новий матеріал.

Матеріал до навчання подається у вигляді незавершеного шаблону коду, котрий треба вдосконалити або доповнити. Такий підхід дозволяє студенту у подальшому уникати найбільш поширених помилок під час написання коду та засвоїти базові принципи програмування.

Тренажери надають допомогу на кожному кроці виконання, в нашому випадку це кнопка перевірки, котра дозволяє перевірити правильність виконання поточного завдання.

Розробка геопорталу інтеграції гетерогенних даних в ГІС прецизійного землеробства

Сініцин О.В., *аспірант*

Національний університет біоресурсів і природокористування
України, м. Київ

Прецизійне землеробство – це новітня система у аграрній галузі, яка застосовує наукоємні технології, останні досягнення техніки та інтелектуальні методи управління. Її фундаментальною частиною є розвиток і адаптація стратегії та практики ведення сільського господарства в сучасних умовах. Головні завдання, що постають при такому підході, – виміряти, оцінити, оптимізувати і використати на практиці фактори, що впливають на продуктивність рослин, а саме: водно-фізичні та хімічні властивості ґрунту, ландшафтні особливості сільськогосподарських ділянок, сорти насіння, строки сівби і збирання, засоби боротьби з хворобами рослин, шкідниками, облік агрокліматичних умов біологічного розвитку тощо. Ефективне вирішення згаданих завдань неможливе без розробки, створення і впровадження дієвих геоінформаційних систем прецизійного землеробства (ГІС ПЗ) [1].

Мета роботи – розробка геопорталу, який інтегрує різні типи даних в модель гетерогенних даних (ГД), для комплексного вирішення задач ГІС ПЗ.

Геопортал реалізовано за допомогою мови розмітки гіпертексту HTML 5 з підтримкою можливостей каскадної таблиці стилів CSS.

Геопортал підтримує інтеграцію ГД для формування та візуалізації двомірних і тримірних, моделей дискретних географічних об'єктів і в разі необхідності неперервних об'єктів з такими основними шарами: растрові і векторні карти різної тематики і масштабів; межі адміністративно-територіальних одиниць України; супутникові зображення на територію України; профілі ґрунтів, повздовжні і поперечні профілі автодороги, атрибутивні дані та метадані.

1. М.І. Васюхін, А.М. Касім А.М., О.М. Ткаченко, В.В. Долинний, Ю.Ю. Іваник, *Проблеми інформаційних технологій* **1** No 15, 64 (2014).

Адаптація генетичного алгоритму до вирішення багатокритеріальної задачі про призначення

Мищенко П.М., *аспірант*; Шаповалова Є.С., *студент*
Сумський державний університет, м. Суми

Задача про призначення – фундаментальна задача комбінаторної оптимізації в дослідженні та аналізі операцій. В більшості випадків ця задача є багатокритеріальною і особа, що приймає рішення, стикається з труднощами подолання багатоваріантності. У зв'язку з цим виникає проблема – рішення необхідно шукати або в Парето-областях, або застосовувати сучасні методи рішення багатокритеріальних задач.

Одна з таких задач – задача розподілу m робіт для n виконавців із забезпеченням максимальної якості виконання при мінімальній затраті часу та виконання повного обсягу робіт.

Функція цілі в даній постановці:

$$K(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m aX_{ij} \rightarrow \max; \quad T(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m bX_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

де n – кількість ресурсів, m – кількість робіт, a , b – коефіцієнти важливості відповідного параметру (час, якість), X_{ij} – характеристика призначення i -го працівника на виконання j -ї роботи, K – якість виконання робіт, T – час виконання робіт.

Представлена модель може бути вирішена за допомогою генетичних алгоритмів. При цьому на етапі відбору хромосом необхідно ввести в фітнес-функцію обмеження максимального часу, розраховане виходячи з важливості відповідного параметру. Це дозволить відкинути значну кількість потенційно поганих хромосом та, відповідно, прискорити еволюцію. Даний метод дозволить оптимізувати розподіл задач таким чином, щоб час виконання був мінімальним, а якість – максимальною.

Керівник: Шаповалов С.П., *доцент*

1. Р. Штойер, *Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения* (Москва: Радио и связь: 1992).

Програмний комплекс проектування композиційних матеріалів керованих властивостей

Шаповалов С.П., *доцент*; Виноградов М.О., *студент*;
Челядін Д.О., *студент*
Сумський державний університет, м. Суми

Створення програмного комплексу проектування композиційних матеріалів розв'язує завдання оптимального проектування матеріалів та конструкцій при мінімальних технологічних витратах. В даному разі, вирішенням завдання оптимального проектування послуговує підбір складу композитного матеріалу, що забезпечить наперед задані фізико-механічні характеристики композитного матеріалу.

Теоретичною основою комплексу є встановлення функціональних залежностей фізико-механічних властивостей композитного матеріалу від об'ємного складу, схеми розташування, геометричної форми та фізико-механічних характеристик компонентів. В загальному разі, проектується структура трикомпонентного композиційного матеріалу, яку складають матриця, армованого двома видами включень, що розрізняються геометричними та фізико-механічними властивостями. На рис. 1 представлена одна з структур, що проектується.

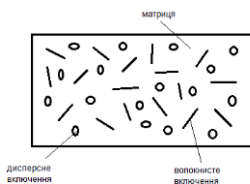


Рисунок 1 – Структура композиційного матеріалу.

Програмний комплекс дозволяє розв'язувати як пряму задачу – розраховує фізико-механічні властивості композиційних матеріалів та будує графіки їх залежностей від об'ємного змісту включень, так і дозволяє розв'язати зворотну задачу – за заданими макровластивостями композиційного матеріалу розраховується структура композита.

1. С.П. Шаповалов, *Проектирование трехфазных композитов и исследование напряжений в элементах структуры* (Куйбышев: 1988).

Програмна реалізація тренажерів за темою «Способи подання логічних функцій»

Маслова З.І., *доцент*; Лаврик Т.В., *старший викладач*;
Семенюченко О.В., *студент*
Сумський державний університет, м. Суми

Математичний апарат алгебри логіки, основним об'єктом якого є логічні функції, використовується для формального опису моделей дискретних пристроїв, у тому числі цифрової обчислювальної техніки. Відомо, що логічна функція може бути подана аналітично і таблично. Англійський математик Дж. Буль запропонував алгоритм побудови за таблицею істинності логічної функції її аналітичної форми у вигляді ДДНФ і ДКНФ, що розглядається при вивченні дискретної математики студентами комп'ютерних спеціальностей. На аудиторних заняттях студентам очної форми навчання пропонується за таблицею істинності логічної функції записати її аналітично у вигляді ДДНФ і ДКНФ. Студентам дистанційної форми навчання в умовах віддаленості пропонується комплекс тренажерів з побудови ДДНФ і ДКНФ.

Розроблений комплекс тренажерів може функціонувати у демонстраційному, навчальному та контролюючому режимах. Демонстраційний режим дозволяє переглянути приклад побудови ДДНФ або ДКНФ за таблицею істинності логічної функції. У навчальному режимі студенту надається можливість виконувати завдання за вказівками стільки разів, скільки буде потрібно. При цьому, повідомлення про результат йому надається автоматично. Контролюючий режим, на відміну від навчального, обмежується тільки однією спробою.

Програмна реалізація комплексу тренажерів здійснена на основі мов програмування PHP, Javascript та HTML. Цей комплекс тренажерів включено до дистанційного курсу «Дискретна математика».

Формування практичних умінь здійснювати перехід від табличної до аналітичної форми подання логічної функції і, навпаки, використовується у подальшому при розв'язанні завдань, пов'язаних з проектуванням автоматів.

Комп'ютерне моделювання роботи системи ідентифікації поточних параметрів системи амортизації приладного відсіку

Пономаренко Р.А., *студент*
Сумський державний університет, м. Суми

Для практики дуже важливо бути впевненим, що умови для роботи приладів не відхиляються від запроєктованих, і даним, які отримані від цих приладів, можна довіряти. Тому ставиться задача розробити алгоритм і комп'ютерну програму для оперативної оцінки значень параметрів системи амортизації коливань приладного відсіку під впливом вібрації.

Відомі кореляційні методи і метод найменших квадратів не можуть бути використані, бо для їхньої реалізації потрібні спостереження на певному інтервалі часу, але в постановці задачі вимагається оперативний контроль по даним, які отримані в поточний момент t . Для цього випадку підходить лише метод, який базується на використанні функцій непропорційності. Конкретно пропонується функція непропорційності по похідній першого порядку для числових функцій, які задані параметрично.

Для функції $\varphi(t)$ по $\psi(t)$ ця непропорційність має вигляд:

$$@ d_{\psi(t)}^{(1)} \varphi(t) = \frac{\varphi(t)}{\psi(t)} - \frac{\dot{\varphi}_t}{\dot{\psi}_t}, \quad (1)$$

де @ – символ обчислення непропорційності, d – від англійського *derivative* (похідна).

Читається як «ет де один $\varphi(t)$ по $\psi(t)$ ».

Отримані наближені значення параметрів системи kk_3 , kk_2 , kk_1 .

Отримані результати свідчать, що алгоритм і комп'ютерна програма працюють правильно. Отримані оперативно значення параметрів системи практично співпадають із реальними.

Керівник: Авраменко В.В., *доцент*

Комп'ютерне моделювання роботи системи оперативного розпізнавання імпульсних еталонних сигналів при адитивних імпульсних завадах

Коноплянченко А.Є., студент
Сумський державний університет, м. Суми

Мета роботи – розпізнавати гладкі та імпульсні сигнали. Імпульсний характер еталонних сигналів і завади виключає наявність їхніх похідних, що повинно бути враховано при розв'язанні задачі. Ставиться задача по відомому в поточний момент часу t значенню зашумленого сигналу $y(t)$ виявити фрагмент якої із еталонних функцій входить в нього.

Для розв'язання задачі пропонується використовувати функцію непропорційності по похідній першого порядку для числових функцій, які задані параметрично. Ця непропорційність функції $\varphi(t)$ по $\psi(t)$ має вигляд

$$\textcircled{d}_{\psi(t)}^{(1)}\varphi(t) = \frac{\varphi(t)}{\psi(t)} - \frac{d\varphi/dt}{d\psi/dt}, \quad (1)$$

Однак, безпосередньо цю формулу не можна застосовувати, бо за умовою еталонні функції є імпульсними і не мають перших похідних. Для розв'язання задачі застосована інтегральна непропорційність по похідній першого порядку для функцій, які задані параметрично

$$\textcircled{\Gamma}_{x(t)}^{(1)}y(t) = \frac{\int_{t-h}^t y(t)dt}{\int_{t-h}^t x(t)dt} - \frac{y(t)}{x(t)}, \quad (2)$$

де h – заданий інтервал часу. При дискретному представленні сигналів – це крок квантування у часі.

Керівник: Авраменко В.В., доцент

U-Multirank як система підтримки прийняття рішень у процесі вибору ВНЗ

Васильчук Б.А., аспірант; Фільченко Д.В., доцент;

Любчак В.О., доцент

Сумський державний університет, м. Суми

У даній роботі розглядаються інформаційні системи (ІС) ранжирування (рейтингування) вищих навчальних закладів (ВНЗ) як системи підтримки прийняття рішень (СППР). Оскільки для користувачів такі системи повинні бути перш за все інструментом для вирішення власних задач з вибору ВНЗ, вони були розглянуті з точки зору їх інтерактивності, ступеню взаємодії з користувачем, способу представлення результатів рейтингу.

Більшість критеріїв якості систем рейтингування ВНЗ, викладених в існуючих документах стосуються процесу та методик побудови рейтингу, але не взаємодії ІС з користувачами.

Базуючись на Берлінських принципах ранжирування ВНЗ, критеріях, виділених професором Саймоном Марґінсоном та огляді існуючих систем, були створені критерії якості систем рейтингування ВНЗ. Серед створених критеріїв виділені такі групи: інформаційний супровід, об'єднання та групування ВНЗ, інтерактивність в процесі ранжирування та в процесі представлення результатів, зручність оперування результатами ранжирування.

Проведено дослідження існуючих систем рейтингування ВНЗ і виконаний їх порівняльний аналіз за сформульованими критеріями.

U-Multirank – одна з систем рейтингування ВНЗ, які найбільш відповідають встановленим критеріям. Вона з поміж усіх є найбільш орієнтованою на взаємодію з користувачами та відповідає концепції інструменту для допомоги у виборі ВНЗ з безліччю функцій та способів представлення інформації.

Проте, існують і недоліки, котрі віддаляють систему від поняття «ідеальної» системи. Наприклад, користувач не може визначити власні вагові коефіцієнти критеріїв, за якими проводиться ранжирування.

Отже, результат дослідження дає можливість визначити напрямок, за яким повинні розвиватися інформаційні системи рейтингування ВНЗ, щоб відповідати сучасним тенденціям і потребам користувача.

Активация дистанційного навчання шляхом впровадження FLASH-тренажерів

Самсоненко Є.Ю., студент
Сумський державний університет, м. Суми

На сучасному етапі інформатизації суспільства процес навчання відбувається фактично в комп'ютерно-орієнтованому середовищі, тому інструментарії активізації інтерактивного навчання виходять на передній план. Ці інструментарії повинні забезпечити роботу з векторними зображеннями, відеопотоками, плавну анімацію руху.

Одним з найбільш застосовним середовищем, що відповідає вимогам сьогодення є Adobe Flash. На даний момент Flash-технологія підтримує більшість існуючих операційних систем, вона використовує мову програмування ActionScript.

Метою роботи була розробка Flash-тренажерів в дистанційну форму навчання для дисципліни «Теорія алгоритмів та математична логіка». При створенні тренажерів та їх реалізації обговорювався сценарій тренажерів, визначалися компоненти Flash, які потрібні для їх реалізації.

Наприклад, розглянемо реалізацію тренажеру з теми «Модальна логіка».

В сценарії було відзначено, що повинно бути: покрокове виконання програми; графічне відображення фрейма Кріпке; ділення екрану на дві частини для відображення інформації; покроковий контроль за правильністю виконання завдань; виставлення оцінки за критеріями викладача, з урахуванням кількості помилок при проходженні тренажеру; інструкція та підказка до тренажеру; допомога викладача - при необхідності є можливість задати запитання по даній темі.

Виконання цих завдань забезпечили об'єкти та компоненти Adobe Flash: Об'єкт MovieClip – використовується для створення анімованих елементів; Кнопка (Button) – стандартний компонент, зручний для керування та навігації у тренажері; Текстові поля – для вводу та виводу інформації; Radiobutton – вибір правильної відповіді з декількох.

Керівник: Шаповалов С.П., доцент

Модифікація алгоритму Віоли-Джонса шляхом аналізу регіонів з визначеною текстурою

Марченко І.О., *аспірант*; Петров С.О., *доцент*
Сумський державний університет, м. Суми

Відомим недоліком алгоритму Віоли-Джонса є послідовна обробка всього зображення, незважаючи на особливості об'єкту, що локалізується або розпізнається [1]. Це особливо уповільнює алгоритм у випадках складного фону або малого розміру об'єкту відносно всього зображення.

Кожне конкретне застосування алгоритму Віоли-Джонса налаштовується на розпізнавання об'єктів певного класу. Враховуючи це, попередньо обробимо вхідні дані, виділивши області, що є схожими з шуканим об'єктом на рівні текстури. Під схожістю будемо розуміти належність кольорової гама пікселю певному діапазону значень в палітрі RGB. Це дозволяє побудувати допоміжну матрицю X для зменшення кількості позицій вікна сканування які можуть містити шуканий об'єкт. Для прикладу застосуємо даний підхід на в рамках задачі локалізації обличчя людини на зображенні.

Відомо, що відтінки кольору шкіри складають обмежену множину кольорів моделі RGB. Таким чином, виділимо діапазони, при потрапленні в які піксель визнається як такий, що може бути кольором шкіри. Таким чином пікселі, які потрапили в сформований діапазон, зафарбовуються у білий колір, а всі інші – в чорний, що позначається цифрами 1 та 0 відповідно. В результаті чого отримуємо допоміжну бінарну матрицю X вхідного зображення. Даний оператор перетворення назвемо F . Після цього суміжні комірки матриці X , які містять однакові значення, об'єднуються в регіони.

Зазначимо, що на практиці регіони отримані після перетворення F можуть бути довільної форми, при цьому нагадаємо що вікно сканування має прямокутну форму. Окрім цього, теоретично можливий випадок, коли один об'єкт буде представлене декількома різними регіонами, але це не впливає на загальну схему роботи алгоритму. Будемо виконувати пошук лише на тих частинах вхідного зображення, що визначені як регіон в матриці X . Зазначимо, що на розмір допоміжної бінарної матриці X впливає якість зображення що розпізнається. Висока деталізація зображення і як наслідок значний об'єм файлу що

оброблюється приводить до зростання розміру матриці, але це не відбивається суттєво на часі роботи алгоритму, оскільки дане перетворення проводиться на етапі попередньої обробки зображення.

Таким чином процес обробки зображення за допомогою алгоритму Віюлі-Джонса приймає наступний вигляд. Нехай, A – вхідне початкове зображення. Застосувавши оператор перетворення F отримаємо допоміжну матрицю X . Застосуємо алгоритм Віюлі-Джонса [1] до зображення A , при цьому, якщо концентрація білих пікселів матриці X перевищує параметр α від площі вікна сканування, то поточна позиція вважається такою, що може містити обличчя. Таким чином, регіони, які не містять людського обличчя, відкидаються ще до початку його обробки каскадом Хаара.

Так як зазвичай значну частку зображення становить фон, то відкинувши його вдається суттєво зменшити кількість операцій, необхідних для обробки одного зображення, що позитивно позначиться на швидкості роботи алгоритму в цілому. Головну складність становить вибір оптимального значення параметру α , при якому значення помилок першого та другого роду будуть мінімальними як наслідок при обробці каскадами Хаара буде розглянута мінімальна кількість регіонів, що не містять шуканого об'єкту, та максимальна кількість таких, що можуть його містити.

Окремою задачею є проблема вибору оптимальної функції класифікації пікселів на приналежність до певного класу об'єктів що локалізуються. Окрім того, на точність класифікації пікселів на етапі застосування перетворення F впливає якість вхідного зображення [2]: шуми, дефекти зображення, освітлення значним чином змінює колір, що негативно відображається на результаті роботи.

Таким чином, застосування даної модифікації дозволило зменшити час роботи алгоритму на 17.8% в більшості за рахунок відкидання зображень що не містять визначеного шаблону текстури. При цьому точність локалізації залишилась незмінною.

1. M. Jones, P. Viola, *Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on CVPR* **1**, 511 (2001).
2. А.В. Тарановський, С.О. Петров, *Інтелектуальні системи в промисловості і освіті : тези доповідей Четвертої міжнародної науково-практичної конференції* (Суми: СумДУ: 2013).

Комп'ютеризована інформаційна система прогнозування рівня популярності операційних систем

Дедова А.В., *студент*; Тиркусова Н.В., *доцент*
Сумський державний університет, м. Суми

Операційні системи (ОС) займають важливе місце у сукупності сучасних систем програмних засобів для ЕОМ. Вони є основою організації обчислювальних процесів та визначають ефективність як використання апаратних засобів, так і розв'язання поставлених задач.

Дане дослідження допомагає визначити та зрозуміти як змінювалась популярність різних операційних систем, таких як WinXP, Win7, Android за період 2010-2015 років, та дає можливість спрогнозувати популярність ОС на наступний період.

Для кількісної оцінки динаміки явищ були обчислені статистичні показники динаміки, такі як ланцюгові, базисні, середні темпи зростання та темпи приросту. Отримані данні показують, що спостерігається стійка тенденція збільшення популярності операційної системи Android, середній темп приросту за цей період в 10 разів перевищує середнє значення. ОС Win7 мала період високої популярності але за останні роки популярність зменшилась (ланцюговий темп приросту – 2,67 %). Операційна система WinXP демонструє яскраво виражене спадання (середній темп приросту складає приблизно – 89 %).

Також були отримані моделі, які дають можливість прогнозувати рівень популярності операційних систем. Похибка прогнозованих значень на наступний період не перевищує 6 %. Показано, що параметри моделей є статистично значущими, а самі моделі якісні та адекватні.

Для того, щоб автоматизувати перевірку необхідних умов для залишків було створено функцію на мові Visual Basic, що обчислює необхідні параметри, порівнює їх з критичними значеннями і видає висновки про випадковість залишків, їх відповідність нормальному закону та наявність автокореляції.

Отримані результати дають можливість визначити рівень популярності окремих операційних систем у наступному періоді, що дасть змогу вузам та іншим закладам зрозуміти на які ОС потрібно звернути увагу.

Використання SR-дерев у щільнішому методі кластеризації числових просторів DBSCAN

Козлов З.В., *аспірант*; Кулік Є.С., *аспірант*
Сумський державний університет, м. Суми

Алгоритм щільнісного кластерного аналізу DBSCAN при обробці просторових даних дуже часто потребує знаходження ε -околу точки у n -вимірному просторі. Цей крок алгоритму виконується для кожної точки щонайменше один раз [1], отже покращення ефективності знаходження ε -околу матиме значний вплив на результати роботи алгоритму загалом. Тривіальна реалізація цього етапу щільнісної кластеризації має асимптотичну складність $O(n)$, при цьому загальна асимптотична складність DBSCAN складає $O(n^2)$.

Для вирішення цієї проблеми було застосовано структуру даних Sphere/Rectangle Tree (SR-Tree), асимптотична складність пошуку ε -околу в якій складає $O(\log n)$. SR-Tree використовує обмежувальні гіперсфери та гіперкуби для побудови дерева, висота якого складає щонайбільше $\log n$, де n – кількість точок у множині, що підлягає кластерному аналізу [2]. Таким чином, асимптотична складність щільнісного алгоритму DBSCAN набуває значення $O(n * \log n)$.

Для перевірки ефективності SR-Tree було застосовано алгоритм DBSCAN з його використанням для кластерного аналізу двовимірної множини даних, яка не має однорідної щільності точок у просторі. Аналіз результатів показав, що швидкість роботи алгоритму підвищилася в 658 разів, при цьому збереглася точність знаходження кластерів та кількість точок, що були віднесені до шуму. Таким чином, було покращено швидкість роботи щільнісного алгоритму кластерного аналізу DBSCAN, при цьому не порушуючи його ефективність.

Керівник: Довбиш А.С., *професор*

1. M. Ester, H.-P. Kriegel, J. Sander, X. Xu, *In Proc. ACM SIGMOD Int. Conf. on Management of Data* **22**, 226 (1996).
2. N. Katayama, S. Satoh, *Proc. ACM SIGMOD Int. Conf. on Management of Data* **23**, 369 (1997).

Інтерполяція даних структурного аналізу за допомогою сплайнів

Шовкопляс О.А., *старший викладач*; Виноградов М.О., *студент*
Сумський державний університет, м. Суми

У роботі модифікований авторський програмний пакет “SpecDec” для аналізу складних профілів на етапі точкової апроксимації експериментальних даних.

Апаратурний рентгенодифракційний спектр представляє собою задану таблично залежність інтенсивності дифракційного відбиття від кута сканування $I = f(2\theta)$ для великої кількості (близько 10^3) значень аргументу $2\theta_i$, $i = 0 - n$. При нескінченному збільшенні порядку інтерполяційного полінома він дає досить значну похибку, крім того, істотно збільшується час проведення обчислень. У цьому випадку більш ефективним є використання кубічних сплайнів. Граничні умови – природні: $f''(2\theta_0) = f''(2\theta_n) = 0$.

Досліджуваний кутовий діапазон дифракційного спектра розбивається експериментальними значеннями аргументу на n проміжків, на кожному з яких для $2\theta_{i-1} < 2\theta < 2\theta_i$ апроксимуюча функція задається поліномом третього степеня

$$f(2\theta) = a_i + b_i(2\theta - 2\theta_i) + c_i(2\theta - 2\theta_i)^2 + d_i(2\theta - 2\theta_i)^3. \quad (1)$$

Коефіцієнти полінома (1) a_i , b_i , c_i , d_i підбираються таким чином, щоб на границях проміжків функція, її перша та друга похідні були неперервними. Також є можливість задати граничні умови – значення першої або другої похідної на границях проміжків. Для розв’язання отриманої системи $4n$ лінійних рівнянь з тридіагональною матрицею використаний метод прогонки (або алгоритм Томаса), який є спрощенням методу Гаусса та має лінійний час роботи.

Даний програмний продукт написаний мовою програмування Java з використанням таких бібліотек як ControlsFX та jfxtras для візуального оформлення, apache.commons-math3-математичної бібліотеки – для швидкого виконання арифметичних дій за допомогою спеціальних функцій. Також була використана бібліотека JFoenix, що дозволило побудувати застосунок у концепції material design. Проект побудований засобами системи Maven.

Робота виконана в рамках НДР № 0115U000508, що фінансується із коштів державного бюджету Міністерством освіти і науки України.

Особливості технологій 3D-біопрінтингу

Романюк О.Н., *професор*; Чорний В.М., *студент*
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

3D-біопрінтинг – технологія створення об'ємних моделей клітин з використанням 3D-друку, при якій зберігаються функції і життєздатність клітин. Така технологія дозволяє розробити та синтезувати ряд інноваційних біоматеріалів, що застосовуються для вирощування живих тканин та органів. Основною відмінністю біопрінтинга від технології 3D-друку [1] є використання конгломератів клітин як біочорнил та спеціального гідрогеля як біопаперу. При цьому вихідна 3D-модель створюється в звичайному 3D-редакторі [2].

При синтезі біочорнил використовуються спеціальні плашки або силіконові штампи з агарозою, які дозволяють відтворити негатив – форму для клітинної суспензії [3]. Під дією сили тяжіння клітини осідають на дно форми і утворюють тканинні сфероїди, які після дозрівання завантажуються в біопринтер. Друк органного конструкту здійснюється пошарово за допомогою стероїдів шляхом екструзії – продавлювання в'язкої консистенції через формуючий отвір. При цьому в момент екструзії біопапір-гідрогель має бути рідким.

Таким чином, біопрінтинг передбачає поєднання практичних і теоретичних знань з різних галузей науки: інженерної справи, механіки, загальної біології, біології розвитку, ембріології, біохімії, прикладної біотехнології та інформатики. Без об'єднання різнобічних фахівців і обміну інформацією на взаємно зрозумілій їм мові неможливий розвиток біопечати як технологічного напрямку.

1. S.V. Murphy, A. Skardal, A. Atala, *Creating Valve Tissue Using 3-D Bioprinting* (Режим доступу: <https://asme.org/engineering-topics/articles/bioengineering/creating-valve-tissue-using-3d-bioprinting>).
2. О.Н. Романюк, А.В. Чорний, *Високопродуктивні методи та засоби зафарбовування тривимірних графічних об'єктів* (Вінниця: УНІВЕСУМ-Вінниця: 2006).
3. D. Thomas, *Engineering Ourselves – The Future Potential Power of 3D-Bioprinting?* (Режим доступу: <http://www.engineering.com/3DPrinting/3DPrintingArticles/ArticleID/7379/EngineeringOurselves-The-Future-Potential-Power-of-3D-Bioprinting.aspx>).

Модифікація білінійного текстуровання для кругової моделі пікселя

Романюк О.Н., *професор*; Дудник О.О., *аспірант*
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Білінійне текстуровання – процес обчислення кольору пікселя в площині вихідного зображення шляхом визначення декількох текселів вихідної текстури з подальшим усередненням їх значень [1].

Для спрощення процедури текстуровання тексель розглядають як квадрат зі стороною 1. Для більшості пристроїв відображення піксель є колом [2], тому в ряді випадків використання білінійного текстуровання призводить до надмірного розмиття вихідного зображення. Квадрат охоплює більшу площу ніж коло. Тому в системах високореалістичного рендерингу існує потреба у використанні кругової моделі пікселя.

Швидке обчислення усередненого значення кольору пікселя з використанням кругової моделі можливе таким алгоритмом:

1. Збільшимо дискретизацію текселя в N -разів.

2. Заздалегідь розрахуємо площу чотирьох секторів кола у субтекселях і кількість субтекселів у кожному з N рядків, що знаходяться в середині кола шляхом обчислення кількості x для кожного y , таких що виконується рівність:

$$x_2 + y_2 = (0.5N)^2,$$

3. Обчислюємо кількість субтекселів у кожній із чотирьох частин кола, шляхом визначення рядків та стовпців текселя, які охоплює коло та співставлення із значеннями отриманими у пункті 2.

4. Визначаємо колір пікселя за формулою:

$$P = (S_1T_1 + S_2T_2 + S_3T_3 + S_4T_4)/S,$$

де $S_1 - S_4$ – кількість субтекселів, що формують коло у кожному із текселів, $T_1 - T_4$ – кольори відповідних текселів, S – площа кола у субтекселях.

Запропонована модифікація забезпечує підвищення реалістичності відтворення графічних зображень, за рахунок більш точного визначення кольорів пікселів.

1. Paul S. Heckbert, *Graphics Interface* (Canada: 1986).
2. С.И. Вяткин, А.Н. Романюк, А.А. Дудник, *Вимірювальна та Обчислювальна Техніка в Технологічних Процесах* **4**, 217 (2015).

Інформаційно-комунікаційна система «ПОЛІДАР»

Товкач І.О., аспірант

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ

У НТУУ «КПІ» розроблено базову конфігурацію інформаційно-комунікаційної системи (ІКС), яка отримала назву «ПОЛІДАР» [1]. Робота її базується на паралельній обробці лінійних ірраціональних даних алгоритмами рекомбінації (від чого й походить назва). Реалізована система на основі «хмарних обчислень» і є типовим представником SaaS-технології. Її структура складається з ядра (командера) та ряду тематичних функціоналів – окремих систем спеціалізованого призначення, що тісно пов'язані між собою і працюють як єдине ціле (рис. 1). Така побудова системи дозволяє постійно її удосконалювати та нарощувати кількість функціонального складу. Талановите студентство також має можливість долучатись до цього процесу і на практиці опановувати інформаційні технології – інтегруючи свої власні напрацювання до реально діючої on-line системи та в такий спосіб реалізуючи свій творчий потенціал.



Рисунок 1 – Структура ІКС «ПОЛІДАР».

В даний час на завершальній стадії проходить трансформація інформаційно-комунікаційної системи «ПОЛІДАР» у платформу «хмарних сервісів» Polidar System.

1. *Інформаційно-комунікаційний комплекс «ПОЛІДАР»* (Режим доступу: <http://starlinetelecom.in.ua/#polidarSystem>).

Інтерактивний інструмент **Sender** для системи електронного документоведення **Polidar SED**

Гарбовський В.П., студент; Товкач І.О., аспірант
Національний технічний університет України «Київський полі-
технічний інститут», м. Київ

Усе частіше в своїй діяльності установи та організації використовують електронні системи для впорядкованого ведення діловодства (СЕД). Функціонал **Polidar SED** інформаційно-комунікаційної системи «ПОЛІДАР» забезпечує on-line електронне документоведення у формі електронних журналів (е-журналів) за тематичними напрямками [1].

Метою даної розробки, яка на даний час успішно завершена та впроваджена, було створення для вказаної СЕД сервісу взаємодії з фізичними та юридичними особами, які звертаються до установ у яких функціонує дана система.

Працює все в автоматичному режимі наступним чином. Якщо запитувач у листі вказав свою е-пошту, то після реєстрації звернення у відповідному е-журналі йому відразу відправляється автоповідомлення на е-пошту. Це повідомлення містить всі необхідні реквізити: дату, номер реєстрації та індивідуальне посилання для доступу запитувача до конкретного е-журналу, щоб він мав можливість дистанційно переглядати просування розгляду його звернення в установі (в е-журналі в цьому випадку доступними для перегляду є лише дані, які стосуються конкретного запитувача). Після внесення до е-журналу дати відправки відповіді на звернення звичайною поштою, запитувачу на е-пошту автоматично надсилається також і повідомлення про це.

Керівник: Піддубний В.О., доцент

1. *Інформаційно-комунікаційний комплекс «ПОЛІДАР»* (Режим доступу: <http://starlinetelecom.in.ua/#polidarSystem>).

Функціонал Polidar CRM - інтелектуальна технологія для автоматизації процесу створення формулювань анкет та звернень на задану тему

Соловей О.О., студент; Товкач І.О., аспірант

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ

Відомо, що досить складно розробити систему запитань, які були б об'єднані єдиним дослідницьким задумом та спрямовувались на з'ясування кількісно-якісних характеристик об'єкта і предмета аналізу. Також, не менш проблематичною задачею є складання запитів та звернень, особливо до органів влади, адже їх формулювання мають бути зрозумілими для чиновників, і не мати формальних ознак для підстави відмовити у розгляді. Тому, з метою автоматизації даного процесу було створено інтелектуальний функціонал Polidar CRM (рис. 1) та інтегровано його до інформаційно-комунікаційної системи «ПОЛІДАР» [1]. Наприклад, якщо задіяти CRM для вирішення питання конкретного громадянина при його зверненні до конкретної установи, то Polidar CRM з'єднується з її базами даних і автоматично з'ясує, чи є для нього будь-які дані, а при їх відсутності – здійснить пошук по базах даних інших установ ІКС «ПОЛІДАР». В результаті громадянин отримає відповідь або конкретні пропозиції.



Рисунок 1 – Образна інтерпретація роботи функціоналу.

Керівник: Піддубний В.О., доцент

1. Інформаційно-комунікаційний комплекс «ПОЛІДАР» (Режим доступу: <http://starlinetelecom.in.ua/#polidarSystem>).

ІР-АТС в середовищі інформаційно-комунікаційної системи «ПОЛІДАР»

Жураківський І.В., студент; Товкач І.О., аспірант

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ

У даний час активно розвивається віртуальна ІР телефонія, яка забезпечує потужний та економічний засіб зв'язку.

З метою розширення функціонального складу інформаційно-комунікаційної системи «ПОЛІДАР» [1] в її середовище за допомогою розробленого модуля взаємодії було інтегровано кросплатформенну програмну VoIP-систему Asterisk (рис. 1). Це дозволило забезпечити на зовсім іншому якісному рівні зв'язок, як між установами, що використовують дану систему, так і між цими установами та громадянами, які відтепер можуть здійснювати безкоштовні дзвінки до таких установ (звісно, за встановленою процедурою).

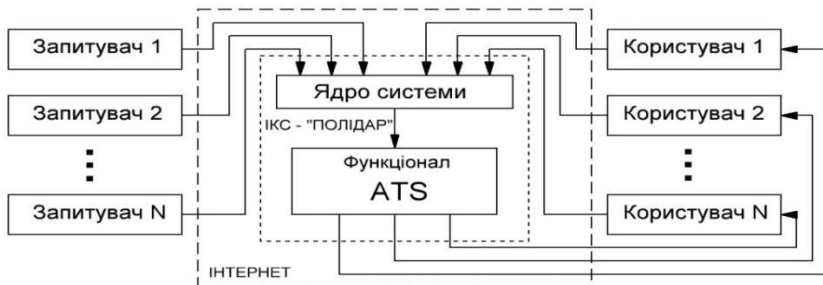


Рисунок 1 – Структура використання віртуальної АТС для комутації між установами-користувачами системи «ПОЛІДАР» та зовнішнім середовищем (запитувачами).

Таким чином, створений функціонал Polidar ATS сприятиме доступності громадян до державних установ та органів влади.

Керівник: Піддубний В.О., доцент

1. Інформаційно-комунікаційний комплекс «ПОЛІДАР» (Режим доступу: <http://starlinetelecom.in.ua/#polidarSystem>).

Модуль захисту авторизації системи «ПОЛІДАР» на основі гібридного алгоритму W-SHAG

Петровський А.А., студент; Товкач І.О., аспірант

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ

У добу інформаційних технологій однією із найважливіших проблем є проблема захисту інформації. Це питання стає особливо значущим коли йдеться про захист даних цілої системи, в середовищі котрої працює багато функціоналів різного призначення.

Комплексний захист інформаційно-комунікаційної системи «ПОЛІДАР» забезпечує її функціонал Polidar Sentinel [1]. Метою даної роботи було створення для функціоналу Polidar Sentinel такого важливого компоненту, як модуль захисту авторизації (рис. 1). Для цього було розроблено гібридний метод W-SHAG, який в комплексі використовує низку сучасних алгоритмів з'єднання та не скомпроментованих алгоритмів шифрування.

Розроблений модуль захисту авторизації виявивсь дуже ефективним, його робота ні в чому не поступається аналогічному, який застосовується в системі on-line банкінгу «Приват 24».

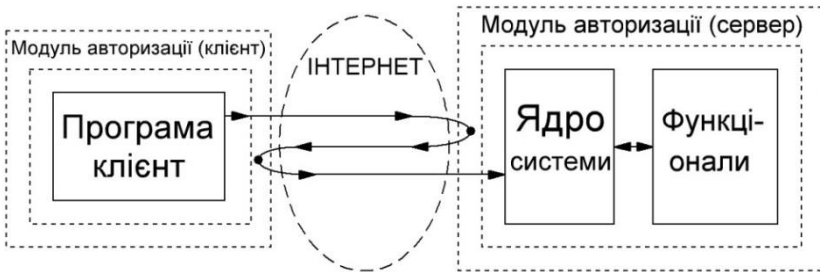


Рисунок 1 – Схема, що пояснює взаємодію модуля захисту авторизації з інформаційно-комунікаційною системою «ПОЛІДАР».

Керівник: Піддубний В.О., доцент

1. Інформаційно-комунікаційний комплекс «ПОЛІДАР» (Режим доступу: <http://starlinetelecom.in.ua/#polidarSystem>).

Формування інформатичних компетенцій у студентів економічного ВНЗ

Яценко В.В., *доцент*

Інститут бізнес-технологій "УАБС" СумДУ, м. Суми

Стрімкий розвиток сучасних технологій потребує від фахівця наявності різних видів компетентності – соціальної, інформатичної, комунікативної, професійної.

Основні інформатичні компетенції формуються у майбутніх економістів під час вивчення дисципліни "Інформатика".

Метою дослідження є формування системи інформатичних компетенцій у студентів-економістів.

Кредитно-модульно-компетентнісна модель навчання інформатики в економічному ВНЗ включає: визначення цілей навчання; побудову навчальних модулів; підбір технологій формування компетенцій, систему визначення рівня сформованості інформатичної компетентності студентів.

Ступінь освоєння компетенцій, необхідних для діяльності в інформаційному просторі, характеризує інформатичну компетентність студента у галузі інформатики.

Компетенції на основі видів інформаційної діяльності об'єднано у групи компетенцій: інформаційно-технологічну, інформологічно-методологічну, комп'ютерної інженерії, моделювання.

Інформатичні компетенції розподілені у відповідності до змістовних модулів дисципліни. За видами діяльності компетенції поділено на: визначення інформації, збирання і зберігання інформації, пошук інформації, сприйняття, розуміння, відбір і аналіз інформації, опрацювання інформації, організація і представлення інформації, використання персонального комп'ютера та програмного забезпечення, передавання інформації, комунікація, алгоритмізація, моделювання, проектування, управління.

Для забезпечення формування інформатичних компетенцій у студентів-економістів автором розроблено та видано практикум, який вміщує систему індивідуальних завдань та питань для самопідготовки, впровадження якого у навчальний процес сприяло високому рівню сформованості інформатичної компетентності студентів.

Разработка веб-сайта с системой визуализации 3D-моделей

Давыдов Д.М., *студент*; Могила А.С., *студент*; Поддубовик С.Г.,
студент; Шиптя С.А., *студент*; Чирва А.С., *аспирант*
Сумский государственный университет, г. Сумы

Разработка сайта 3D-лаборатории Сумского государственного университета потребовалась для повышения ее рейтинга, упрощения работы с клиентами, публикации работ и исследований. Таким образом, целью работы являлось создание сайта 3D-лаборатории, который должен обладать следующими свойствами:

- минимализм;
- эргономичность;
- адаптивность для основных платформ;
- многофункциональность.

При выполнении проекта проведен сравнительный анализ украинских и зарубежных аналогов для создания индивидуального дизайна и функционала сайта 3D-лаборатории.

При реализации сайта 3D-лаборатории выполнены следующие работы:

- разработан макет-дизайн сайта и его верстка;
- внедрены front-end дополнения (анимированные переходы, функции кнопок и scroll-эффектов);
- разработана административная панель;
- разработана система визуализации выбранной модели для дополнительного видеоизменения продукта.
- разработана структура баз данных;
- реализована бизнес-логика WEB-приложения;
- проведен комплекс мер по оптимизации сайта для поисковых систем (search engine optimization, SEO).

В системе визуализации 3D-модели предусматриваются функции изменения ее основных параметров для 3D-печати.

Разработанный сайт 3D-лаборатории Сумского государственного университета введен в эксплуатацию. Ведутся работы по внедрению дополнительного функционала.

Руководитель: Ободяк В.К., *доцент*

СЕКЦІЯ 3

«Інформаційні технології проектування»

Dynamic Multipath QoS-Routing Modeling using Tensor Approach

Yeremenko O.S., *Ph.D.*

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine

Nowadays development of telecommunication networks (TCN) is characterized by introduction the increasing number infocommunication services and associated technological means of improving the Quality of Service (QoS) of end-users. An important place in the list of such methods is given to QoS-routing over multiple parameters (average delay, jitter, packet loss probability and performance of TCN as a whole). However, existing technological and routing solutions based mostly on insufficient mathematical models and methods (graph models, method of finding the shortest path), that do not take into account the characteristics of packet flows making it difficult to control and prevent communication links overload.

In this research was obtained the new dynamic presentation of tensor model for multipath routing with QoS guarantees over multiple parameters. The model is based on the flow-based conservation law. The expressions for different queuing systems modeling state of the network router interface [1] used for representing the average packet delay as time-varying function. Conditions of ensuring QoS for the set of parameters as packet transmission rate and average delay obtained in the same way as in [2]. The novelty of the model is that the network metric is a function of time, i.e. it takes into account that the average queue length and the average delay take their limit values not instantly, but after some time (convergence). As was shown by simulation, this time is within the range of few to tens of seconds. Thus, using the proposed model allows more adequate describing the routing process in terms of packet transmission rate and average delay. Proposed model can be used in calculation of important network parameters (average packet delay, network utilization), and can be the basis for a new QoS-routing protocols in modern multiservice networks.

1. O.S. Yeremenko, T.M. Lebedenko, T.V. Vavenko, M.V. Semenyaka, *PIC S&T* **2015**, 46 (2015).
2. O.V. Lemeshko, S.V. Garkusha, O.S. Yeremenko, A.M. Hailan, *SIB-CON* **2015**, 1 (2015).

Solution of the Fault-Tolerant Routing Problem on the Edge of IP-Network

Tariki N., *Postgraduate Student*

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine

In accordance with the principles of Next Generation Networks (NGN) development, Telecommunication system (TCS) includes a transport network (TN), basically based on IP/MPLS technologies, and a set of access networks (AN). There are several technological solutions used to increase fault-tolerance of TCS such that MPLS Fast ReRoute, IP Fast ReRoute, Fast IGP (BGP) convergence, and Fault-Tolerant IP Routing. However, existing solutions have significant drawbacks. The flow-based nature of network traffic is not considered, and it is not provided consistent solution of related problems "default gateway" selecting and transport network routing. In this regard, it was proposed Fault-Tolerant IP Routing Flow-Based Model.

Protocol responsible for solving formulated optimization problems in dependence with the state of TCS can select interfaces of virtual routers ("default gateways") through which will be connected access networks to transport network. Proposed model with the implementation of presented conditions also provides the support of traffic balancing functions on the virtual router interfaces, which also has a positive impact not only on the availability, but on the productivity of TCS as a whole.

In the case of one of the routers failure, which interfaces are part of the virtual router, solution of formulated optimization problem is performed which allows to select the appropriate "default gateway" and determine the new order of flow routing in the transport network.

To increase fault-tolerance of telecommunication system at the level of transport network it is advisable to supplement the proposed model by the terms of protection schemes Fast ReRoute [1,2]. While to ensure quality of service not only in terms of performance but also in terms of average delay and (or) packet loss probability in the model must be introduced conditions proposed in [2].

1. O. Lemeshko, A. Romanyuk, H. Kozlova, *CADSM 2013*, 202 (2013).
2. O.V. Lemeshko, K.M. Arous, O.S. Yeremenko, *Scholars Journal of Engineering and Technology (SJET)*. **3** №4A, 343 (2015).

Разработка информационного обеспечения системы водораспределения

Мамедли И.А., *студент*

Сумгаитский Государственный Университет, г. Сумгаит, Азербайджан

Информационное обеспечение системы водораспределения является сложной «человеко-машинной» системой и основная трудность её разработки заключается в правильном проектировании специальной базы данных (БД). процесс создания такой системы включает следующую последовательность работ:

- на основе характеристик сети обеспечения водными ресурсами и заявок потребителей формируется требования к БД системы обеспечения водой (инфологическая модель);

- создается СУБД, которая вырабатывает точные и своевременные ответы на запросы потребителей и поддерживает постоянную работоспособность БД (концептуальная модель);

- разрабатывается неповторяющаяся и быстродоступная структура файлов БД и программные комплексы для выполнения операций над ними (логическая модель);

- путём выбора соответствующих техсредств, реализуются разработанные БД и программы, использующие эти БД

созданная авторами СУБД организует информационный обмен между файлами БД для решения следующих задач [2]:

- составление предварительных графиков обеспечения потребителей водными ресурсами;

- введение поправок к предварительным графикам обеспечения потребителей водными ресурсами;

- составление графика забора и распределения воды сети обеспечения водными ресурсами;

- расчет управляющих воздействий исполняющих механизмов сети обеспечения водными ресурсами;

Для осуществления алгоритма СУБД авторами создана программа на машинном языке, которая наглядно иллюстрирует движение информации в системе и реализацию задач управления. В докладе приводятся основные результаты исследований.

Руководитель: Керимова Х.А., *диссертант*

Алгоритм выбора компьютерной системы для организации гибкой корпоративной сети в высшем учебном заведении (на примере Сумгаитского государственного университета)

Мусаев П.Б. аспирант; Гусейнов Т.Т., магистр

Сумгаитский государственный университет, г. Сумгаит, Азербайджан

Качество работы учебного процесса и научных исследований в ВУЗ-е во многом зависит от правильной, надежной и компактной организации корпоративной сети между подсистемами управления, факультетов и кафедр. В этой связи, рассматривается задача определения обобщенных показателями компьютерной системы для точности его выбора и функционирования, определяется среднее быстродействие компьютера в зависимости от времени вычисления и формирования выходных данных, достоверности выдаваемых данных, времени работы устройств вывода данных.

Среднее быстродействие компьютера определяется в виде:

$$V_{ЭВМ} = \frac{1}{\sum_{k=1}^n P_k t_k}$$

Основными показателями при выборе компьютера является время работы устройств параллельного ввода данных и устройств параллельного вывода данных:

$$T_{вв} = \frac{Q_{вв}}{V_{вв} K_{вв} N_{вв}}, \quad T_{выв} = \frac{Q_{выв}}{V_{выв} K_{выв} N_{выв}},$$

Вопрос выбора устройства обработки корпоративной информации характеризуется средним временем решения задачи управления, достоверностью выдаваемых данных и вероятностью решения задач в установленное время без отказов в работе управляющего компьютера.

Таким образом, в данной методике предусматривается выбор компьютера на основе выполнения расчетов по следующим этапам: 1) подготовка исходных данных для выбора числа управляющих компьютеров; 2) подготовка исходных данных для выбора устройств связи с подсистемами университета; 3) определение необходимого числа компьютера; 4) выбор устройств связи с подсистемами университета; 5) проверка требований надежности.

Алгоритм и программа ЭВМ для геометрического моделирования пластинчатых конструкций с учётом условий жесткости

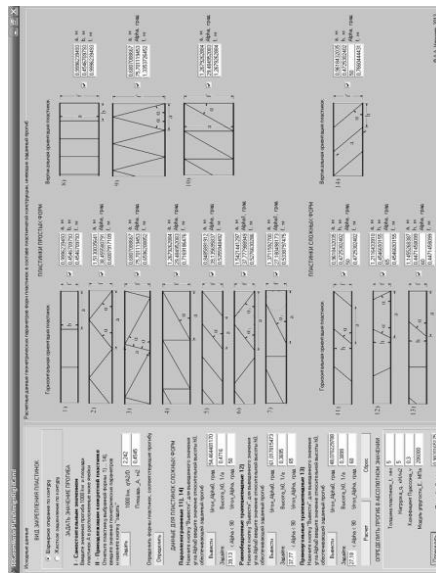
Черняев А.А., доцент

Приокский государственный университет, г. Орёл, Россия

В работе приводится алгоритм и программа для ЭВМ для геометрического моделирования пластинчатых конструкций с учётом условий жесткости. Программа предназначена для определения геометрических параметров форм пластинок в составе пластинчатой конструкции с двумя параллельными опорными направляющими (лонжеронами), имеющими одинаковый (заданный) прогиб при поперечном изгибе равномерно распределенной по всей площади нагрузкой (рисунок 1).



а



б

Рисунок 1 – Алгоритм (а) и интерфейс программы (б).

В системе применяются методики геометрических методов расчёта из строительной механики. При этом в качестве геометрического критерия сравнения «правильности» или «симметричности» пластинок

различных форм используется аргумент, предложенный автором – отношение внутреннего \dot{r} к внешнему \bar{r} конформных радиусов, подсчитанных для ограниченных их контуром областей.

Построенный алгоритм основан на установленной ранее физико-математической аналогии максимального прогиба (условие жесткости) при поперечном изгибе пластинок с отношением конформных радиусов:

$$w_0 = k_w \frac{\dot{r}}{\bar{r}} \cdot \frac{qA^2}{D},$$

где k_w – функциональная константа, зависящая от вида граничных условий; q – интенсивность равномерно распределенной по всей площади нагрузки; A – площадь пластинки; D – цилиндрическая жесткость.

Эта аналогия позволяет с помощью приведенного отношения моделировать форму пластинки и использовать ее в задачах физико-механического и геометрического подобия плоских элементов конструкций.

Рассматриваются упругие тонкие пластинки следующих форм: треугольные, ромбические, прямоугольные, параллелограммные и трапециевидные. Граничные условия закрепления пластинок рассматриваются как для шарнирной опоры по контуру, либо как для жесткого защемления по контуру.

Программа написана на языке Object Pascal в среде объектно-ориентированного программирования Delphi 7.

Разработанная программа может быть использована при вариантном проектировании и решении задач оптимизации формы пластинчатых конструкций по условий равной жесткости. Имеет важное прикладное значение в авиа- и судостроении при конструировании и расчете обшивок фюзеляжей и крыльев летательных аппаратов, обшивок корпусов судов.

1. A.A. Chernyaev, *Int. J. Computational Civil Structural Eng.* **8** No 4, 66 (2012).

Формализованное описание производственных процессов на Лебединском заводе поршневых колец для задач управления качеством

Бахмач Н. В., студент; Лавров Е. А., профессор
Сумской государственной университет, г. Сумы

Введение. Одной из подсистем автоматизированной системы управления предприятием является подсистема управления качеством продукции. На Лебединском заводе поршневых колец проблема качества стоит особо остро в связи большим процентом брака, а также – сложностью выбора экономически целесообразных мероприятий, направленных на повышение качества. На предприятии функционирует отдел контроля качества, однако организация его эффективной деятельности требует тщательного планирования с привлечением методов квалиметрии.

Постановка задачи. На основе системного анализа производственных процессов выполнить формальное описание функциональных элементов технологии производства поршневых колец, обеспечивающих оценивание надежности производства.

Результаты. Сформулированы требования к методу описания процессов: возможность формализации, оценивания и оптимизации дискретного процесса. Обоснован выбор метода, удовлетворяющего этим требованиям. Целесообразно в качестве базового выбрать обобщенный структурный метод проф. Губинского А.И. С помощью моделей типовых функциональных элементов и типовых функциональных структур описаны технологические процессы производства. Описаны логико-временные взаимосвязи между основными рабочими операциями, операциями контроля качества процессов производства, операциями “доработки”, исправления ошибок, диагностирования оборудования и т.п.

Перспективы использования моделей. Полученная библиотека моделей может быть положена в основу системы управления качеством. Это позволит решать разнообразные задачи:

1. Оценивания вероятностей возникновения нарушений технологических процессов;
2. Оптимизации процессов производства, в т.ч. выбор точек, методов и технологий проведения контроля качества.

Розробка архітектури інформаційної системи пошуку оптимального шляху

Бичко Д. В., студент; Шендрик В. В., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

Стрімкий розвиток геоінформаційних технологій та повсякденне використання гаджетів призводить до створення безлічі додатків, які покращують орієнтування на незнайомій місцевості: web та мобільні додатки, web-карти, засоби навігації на основі GPS та стільникових станцій, супутникові системи навігації, то що. На жаль, потреба та попит на такі інформаційні ресурси значно перевищують їх кількість та якість, а головною проблемою існуючих розробок є їх вузька направленість, що обмежує можливості користувачів (наприклад, реалізується вибір лише найкоротшого маршруту без врахування інших потреб користувача або існує тільки мобільна версія додатку).

Метою даної роботи є розробка архітектури інформаційної системи для пошуку оптимального шляху.

Пропонується реалізація архітектури інформаційної системи як клієнт-серверна технологія з використанням бази даних, яка дозволить багатьом клієнтам звертатися до серверу одночасно без впливу на якість роботи серверу. Якість та швидкість обробки даних забезпечується розділенням операцій, які виконуються на різних рівнях:

- інтерфейс користувача (відповідає за представлення даних та введення керуючих команд від користувача);
- управління даними (зберігання та доступ до даних);
- прикладний рівень (обробка інформації та виведення результатів роботи).

Результатом роботи є розробка архітектури інформаційної системи для пошуку оптимального шляху.

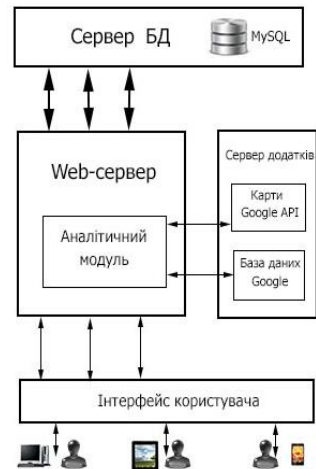


Рисунок 1 – Схема архітектури системи.

Адаптивное управление работой металлорежущих станков на основе прогноза фактического ресурса режущего инструмента

Бутурлим В.Б., студент; Нагорный В.В., ассистент
Сумский государственный университет, г. Сумы

В настоящее время наиболее эффективно задача адаптивного управления работой металлорежущих станков с ЧПУ решается с помощью активно внедряемых в современное производство автоматизированных САМ – систем (САМ от англ. Computer - Aided Manufacturing).

Однако существенным недостатком современных САМ - систем являются реализуемые ими алгоритмы управления, ориентирующиеся на использование средне статистических данных о ресурсе режущего инструмента. Подобный подход к управлению работой станка не позволяет в практике резания избежать внезапного отказа режущего инструмента, что неминуемо сопровождается появлением, как правило, неисправимого брака.

Это объясняется тем, что проблема определения фактического ресурса инструмента так и не получила своего приемлемого решения, что существенно снижает эффективность функционирования интенсивно разрабатываемых в настоящее время интеллектуальных САМ - систем управления станками.

В докладе рассматривается лишенный указанных недостатков алгоритм адаптивного управления работой металлорежущего оборудования, обеспечивающий выбор оптимального сочетания режимов резания по результатам сопоставления требуемой по техпроцессу длительности обработки детали с прогнозом фактического ресурса, которым обладает режущий инструмент в данных условиях его эксплуатации.

Системы управления, основывающиеся на данном алгоритме, позволяют впервые в практике обработки материалов резанием своевременно корректировать режим работы оборудования для упреждения внезапных отказов режущего инструмента и продления периода его бездефектной работы, что сводит вероятность появления дефекта изготавливаемой детали, практически, к нулю.

Интеллектуальный анализ данных о безошибочности операторов Call-центра. Подход к построению классификатора

Криводуб А.С., *аспірант*, Шапочка Ю.С., *студент*,
Лавров Е.А., *профессор*
Сумский государственный университет, г. Сумы

Введение. В современных Call-центрах практически невозможно использовать эргономические банки данных о качестве выполнения типовых действий и операций, ориентированных на «среднего оператора». Для прогнозирования надежности выполнения заявок в Call-центре целесообразно использовать накопленные статистические данные. При этом влияющими факторами являются [1]: загруженность, функциональное состояние оператора, коэффициент очереди и т.п. В общем случае задача прогнозирования надежности оператора состоит в определении вероятности безошибочного выполнения операций на основе учета значений всех перечисленных факторов.

Постановка задачи. В данном исследовании поставлена задача анализа возможности использования накопленных статистических данных для прогнозирования безошибочности. На начальной стадии исследования принято решение ограничиться учетом загруженности и коэффициента очереди.

Результаты. На основе статистических данных о характеристиках деятельности операторов Call-центра был разработан классификатор в виде вероятностной нейронной сети (PNN). В качестве входов использовались значения загруженности операторов и коэффициента очереди. Результатом работы сети является классификация безошибочности работы оператора Call-центра: низкая безошибочность, ниже средней, средняя, выше средней и высокая безошибочность.

Перспективы исследований. Планируется расширение функциональных возможностей классификатора с целью учета влияния всех эргономических показателей на безошибочность деятельности оператора Call-центра.

1. Оценка рабочего места оператора Call-центра [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://goo.gl/0j2ulZ>.

Перспективы совершенствования информационной технологии оценки условий труда на рабочем месте оператора Call-центра

Криводуб А.С., *аспирант*, Кротевич К.Н., *студент*,
Лавров Е.А., *профессор*
Сумский государственный университет, г. Сумы

Введение. В информационном обществе деятельность операторов связана не только с факторами среды такими, как шум, освещенность, вибрация, но и существенно зависит от сложности заданий, темпа их поступления, очереди и т.п. К сожалению, операторы Call-центра часто работают в условиях стресса.

Постановка задачи. Существующие технологии [1] хорошо работают с данными, описывающими параметры рабочей среды и санитарно-гигиенические условия на рабочем месте (РМ). Однако, как правило, у работника Call-центра большинство параметров соответствуют норме. Проблемными с точки зрения количественной оценки являются показатели, характеризующие когнитивный комфорт (сложность заданий и возникающие эмоциональные напряжения).

Результаты. Проведенный анализ возможных способов оценивания показателей позволил определить в качестве наиболее перспективной технологию, основанную на Fuzzy Logic (экспертные системы типа Mamdani). При этом входами являются психофизиологические факторы, а выходами – оценка группы психофизиологических факторов по шестибальной шкале.

Перспективы исследований. Поскольку, как показал опрос [2], психологические и эмоциональные факторы вносят существенный вклад в оценку категории тяжести, и ранее отсутствовала сколь угодно аргументированная технология оценки, то с появлением Fuzzy Logic системы появляются новые возможности оценки тяжести труда.

1. Е.А. Лавров, Н.Б. Пасько, А.С. Криводуб, *Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Сер. Процессы управления* 4/3 (76), 16 (2015).
2. Оценка рабочего места оператора Call-центра [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://goo.gl/0j2ulZ>.

Системний аналіз інтегрованого контакт-центра як полієргатичної системи

Криводуб А. С., *аспірант*
Сумський державний університет, м. Суми

Вступ. Сучасний контакт-центр представляє собою складну систему з великою кількістю операторів, які працюють в єдиному інформаційному просторі. Проектуванням такого роду систем та пошуком ергономічних резервів їх удосконалення займається «організаційна ергономіка».

Постановка задачі. Існуючі засоби ергономічного аналізу полієргатичних систем не забезпечують можливість опису всіх елементів системи та можливих зв'язків між ними. Метою даної роботи є формування на основі аналізу реальних систем (PortaOne, Global Bilgi) бази моделей, необхідних для проведення різнопланових ергономічних розрахунків та оцінок ефективності системи.

Результати. В основу дослідження покладений системний ергономічний підхід, запропонований професором Губінським А. І. та розвинутий в роботах Ашерова А. Т., Лаврова Є. А., Пасько Н. Б. Модель системи представлена у вигляді комплексу елементних та морфологічних структур, які описують систему у всіх необхідних розрізах. Розвиток полягає в тому, що запропоновані:

- формальні моделі (у вигляді функціональної мережі), що описують технології, які використовуються в управлінні інцидентами;
- удосконалена професійно-морфологічна модель, яка описує переважні можливості операторів (у розрізі виконання різноманітних операцій по управлінню інцидентами: виявлення проблемної ситуації, діагностика, реалізація процедур усунення проблем та ін.);
- часова модель активності джерел аутсорсингових заявок та ін.

Перспективи досліджень. Розроблені моделі тестуються в аналітико-імітаційному програмному комплексі моделювання Call-центра на рівні підсистем, які характеризують елементи, взаємозв'язки між ними, і є основою для інформаційного забезпечення пошуку ергономічних резервів.

Формализованное описание деятельности операторов системы управления газоперекачивающей установкой

Кошара В. С., студент; Лавров Е. А., профессор
Сумский государственный университет, г. Сумы

1. Введение. Обеспечение надежности и безаварийности транспортировки является важнейшей государственной задачей.

2. Постановка задачи. На основе анализа производственных процессов выполнить формальное описание деятельности операторов с целью последующего выявления эргономических резервов.

3. Результаты.

3.1. Анализ функциональной структуры. Система предназначена для контроля, защиты и управления основным и вспомогательным технологическим оборудованием, режимами работы установки и представляет собой комплекс, обеспечивающий выполнение функций по контролю, управлению и регулированию всего технологического оборудования, например: установки очистки газа; аппаратов воздушного охлаждения; установки подготовки топливного, пускового и импульсного газа; узла редуцирования газа; кранов промышленной площадки и другого вспомогательного оборудования компрессорной станции. Основные функции: 1. Управления: контроль условий готовности агрегата к пуску; автоматическое или по команде оператора управление технологическим оборудованием; остановка агрегата при критических неисправностях. 2. Регулирования: автоматическая защита на всех режимах его работы; регулирование технологических параметров; 3. Информационные: обработка режимов (горячий резерв, пуск, остановка, загрузка в трассу, разгрузка на кольцо, изменение задания частоты вращения ротора нагнетателя и т.д.); отображение состояния технологического оборудования и др.

3.2. Описание деятельности персонала. В качестве базового метода выбран обобщенный структурный метод проф. Губинского А. И. С помощью моделей типовых функциональных элементов и типовых функциональных структур описаны алгоритмы деятельности. Формализованы логико-временные взаимосвязи между основными рабочими операциями, операциями контроля процессов, операциями “доработки”, исправления ошибок, диагностирования оборудования и т.п.

Інформаційна система підтримки діяльності екзаменаційної комісії з атестації випускників ВНЗ

Лихошва В. Ю., студент; Марченко А. В., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

Сучасний стан розвитку суспільства характеризується активним впровадженням інформаційних технологій в суспільну та виробничу діяльність людини. Автоматизація бізнес-процесів в державних установах є актуальним питанням через постійне формування великого обсягу шаблонної документації, однотипність виконуваних операцій.

Аналогічні рутинні процеси є характерними для роботи екзаменаційних комісій з державної атестації випускників вищих навчальних закладів. Другою особливістю роботи державних закладів освіти є необхідність чіткого дотримання вимог до оформлення нормативних документів, які змінюються відповідно сучасним тенденціям розвитку освіти і науки в Європі. Отже існує нагальна потреба реінжинірингу існуючої автоматизованої інформаційної системи (ІС) підтримки діяльності секретаря екзаменаційної комісії з метою більш ефективної та якісної організації атестації випускників.

Для досягнення поставленої мети були вирішені такі задачі:

- проаналізований та розширений перелік бізнес-процесів в роботі екзаменаційної комісії;
- проаналізовано структуру та обсяг необхідної документації;
- проведений реінжиніринг існуючої ІС.

При розробці ІС було використано локальне програмне забезпечення на мові С# та сервер з даними під управлінням СУБД MySQL.

В результаті роботи отримано ІС підтримки діяльності екзаменаційної комісії, яка виконує функції автоматизованого формування розкладу роботи комісії, формування протоколів результатів проведення державних іспитів та захистів кваліфікаційних робіт та інших форм звітної документації, а також накопичення, збереження результатів атестації випускників за минулі роки. ІС впроваджена на секції інформаційних технологій проектування кафедри комп'ютерних наук Сумського державного університету.

Комп'ютерні експерименти по вибору оптимальних траєкторій навчання

Рудакова Н.О.¹, студент; Лавров Е.А.¹, професор;

Барченко Н.Л.², ст. викладач

¹ Сумський державний університет, м. Суми

² Сумський національний аграрний університет, м. Суми

Вступ. Основними претензіями користувачів електронного навчання до організації процесів взаємодії з навчальним середовищем є низька інтерактивність і слабка адаптація до особливостей людини і ресурсних обмежень.

Вирішити задачу оптимізації якості людино-машинної взаємодії в навчальному середовищі можна за допомогою технології інтелектуального агента. Однією з його підсистем повинна бути підсистема розрахунку оптимальної технології навчання.

Постановка задачі. Розробити інформаційну технологію для аналітико-імітаційного моделювання процесів функціонування підсистем оцінювання і прогнозування інтелектуального агента e-learning.

Для досягнення поставленої мети були поставлені наступні задачі:

- розробка методу для вибору оптимальної технології навчання;
- проведення комп'ютерних експериментів в середовищі Matlab.

Результати. Запропонована технологія, яка передбачає вирішення задачі оптимізації, на кожному кроці управління діалогом дозволяє оперативно змінювати функціональну мережу, яка описує процес взаємодії, та пропонувати користувачу раціональні технології реалізації діалогових процедур з пред'явленням на кожному кроці прогнозу по якості і часу навчання.

Реалізована інформаційна технологія дозволяє проводити аналітико-імітаційне моделювання людино-машинної взаємодії.

Проведені комп'ютерні експерименти дозволили підтвердити працездатність процедур оцінювання та оптимізації людино-машинної взаємодії.

Висновки. Розроблені оптимізаційні моделі вибору оптимальної траєкторії дозволяють підвищити ефективність навчання в системі "студент-комп'ютер".

Моделювання послідовності складання виробів машинобудування

Крамар А.О., студент; Чибіряк Я.І., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

Дослідження показали, що процес складання є найбільш трудомістким етапом виробництва та становить 40-60% від загальної тривалості виробничого циклу. На даному етапі закладається якість, конкурентоспроможність та собівартість виробу.

У результаті проведеної роботи виділено шляхи скорочення тривалості виробничого циклу при розробці послідовності складання виробів: одночасна установка кількох базованих деталей на базову; зменшення кількості установів і позицій; здійснення паралельної реалізації окремих складальних вузлів.

Сучасні конструкторські програми, такі як 3D-max, Solid Worsk, Inventor дозволяють виконати тривимірне моделювання твердотільних об'єктів (деталей, складальних одиниць), але не мають функцій проектування раціональної, по заданому критерію, послідовності складання з урахуванням конструкторсько-технологічних особливостей виробів. Також дані програми не дозволяють врахувати специфіку реалізації технологічних операцій складання, особливо таких, які чинять негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я працюючих людей – це ряд екологічно несприятливих складальних операцій, реалізація яких супроводжується використанням токсичних матеріалів, підвищеним шумом, вібрацією, температурами, радіацією.

В роботі здійснено розробку програмного забезпечення, яке надасть можливість автоматизувати процес проектування послідовності складання виробів машинобудування із врахуванням конструкторських, технологічних та екологічних особливостей виготовлення виробу. На етапі функціонального моделювання та описання процесів було обрано методологію IDEF0. Такий підхід дозволяє ієрархічно представити об'єкти процесу, що спрощує розуміння даної предметної області та логічних зв'язків між даними. Для проектування функціонального моделювання використано програму AllFusion Process Modeler. Для реалізації програмного продукту обрано інтегровану систему Visual Studio 2010 та мову програмування C#.

Моделювання підсистеми аналізу компонування верстатного пристрою

Шинкар І.В., студент; Іванов В.О., доцент; Ващенко С.М., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

Для виготовлення якісних деталей в машинобудуванні велике значення має підготовка технологічного процесу для їх обробки і проектування відповідного оснащення за допомогою спеціалізованих САПР, зокрема САПР верстатного пристрою (ВП). На сьогодні САПР ВП реалізує окремі аспекти проектування ВП та забезпечує вибір оптимального компонентування ВП для заданих умов.

Метою даної роботи є розробка підсистеми аналізу компонентування ВП, яка включає визначення силових характеристик при виконанні операцій свердління і фрезерування.

Підсистема є складовою САПР ВП, тому використовує спільну базу даних. В структурі підсистеми визначено три модулі: модуль роботи з потрібними для організації проектування таблицями та модулі визначення силових характеристик свердлильних операцій та фрезерування, у якому виконуються розрахунки для чотирьох базових технологічних переходів.

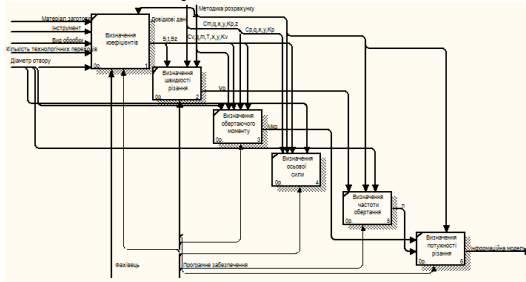


Рисунок 1 – Фрагмент моделі
підсистеми аналізу ВП.

Модель системи розроблено за технологією SADT. Згідно стандарту IDEF0 розроблено структурно-функціональну модель підсистеми аналізу ВП (рис.1), яка повністю відображає структуру підсистеми, виконуваний процеси, а також потоки інформації, що передаються цими функціями.

Отримана модель дає чітке представлення про принцип та порядок функціонування підсистеми аналізу ВП, що значно полегшує її подальшу програмну реалізацію. Розробка програмного коду ведеться мовою Visual Basic у середовищі Microsoft Visual Studio. Після тестування програмні модулі будуть інтегровані до загальної системи САПР ВП.

Інформаційна система для розрахунку та аналізу збитків в наслідок техногенної катастрофи

Сушинський С.О., *студент*; Ковпак А.Ю., *студент*;
Марченко А.В., *доцент*
Сумський державний університет, м. Суми

Впровадження нових досягнень інформаційних технологій у різні сфери діяльності суспільства набуває все більших обертів. Актуальним є розроблення програмних продуктів для швидкого розрахунку збитків в наслідок техногенних катастроф як для промисловості так і для екологів.

Метою даної роботи є розроблення інформаційної системи (ІС) для вирішення ряду задач:

1. Оцінка становища при аварії (визначення напрямку руху та розмірів зони розповсюдження хмари зараженого повітря, тривалості дії факторів забруднення).
2. Графічне відображення результатів аналізу поширення хмари зараженого повітря та визначення даних щодо ушкодження природних ресурсів зараженої місцевості.
3. Розрахунок матеріальних збитків в результаті катастрофи, термінів відновлення господарської території та природних ресурсів на основі методики, представленої в роботах [1, 2].

Інтерфейсна частина ІС та розрахунковий модуль були розроблені в програмному середовищі Microsoft Visual Studio C++. Для реалізації графічного відображення ушкодження місцевості використовуються карти місцевості з web-додатку Google Map. База даних реалізована в СУБД phpMyAdmin.

Впровадження розробленої ІС аналізу збитків від техногенних катастроф дозволить не тільки прискорити відновлення господарських споруд та природних ресурсів, а і підняти на якісно новий рівень як систему контролю екологічного здоров'я природних ресурсів місцевостей, наближених до локацій існуючих промислових зон, так і планування забудов нових промислових зон.

1. Ю.А. Опанасюк, *Економіка і держава* No 3, 91 (2014).
2. Ю.А Опанасюк, Ю.М. Мельник, *Экономика и управление* No 5, 63 (2013).

Модель управління бізнес-процесами інженерно-технічної компанії «Автоматик Груп»

Лугова А.О., студент; Супрун В.О., студент
Сумський державний університет, м. Суми

Оптимізація організаційної структури – одна із важливих складових розвитку будь-якого підприємства и потребує аналізу моделі бізнес-процесів (БП) досліджуваного об'єкту. Опис БП гарантує прозорість усіх операцій бізнесу, у тому числі у взаємодії із клієнтами, та надає можливість вчасного реагування на ризики.

Дослідження проводиться для інженерно-технічної компанії «Автоматик Груп», метою якої є забезпечення клієнтів комплексним сервісом із проектування та автоматизацію виробництва.

Для удосконалення БП спочатку необхідно визначити поточний стан організації управління компанією. Тому на першому етапі дослідження була проаналізована організаційна структура компанії, на основі якої сформована модель «AS IS» (рис. 1).

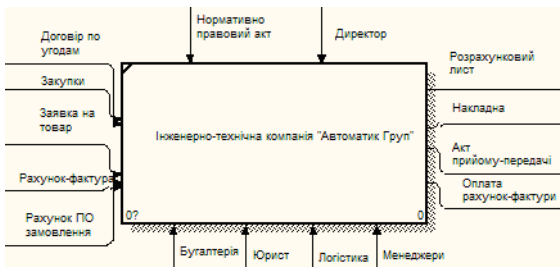


Рисунок 1 – Модель «AS IS» БП ІТ-компанії «Автоматик Груп».

Аналіз БП показав, що проблемними місцями в управлінні підприємством є невизначений розподіл ролей та функцій, відсутність чітко визначених меж відповідальності, а також розрізнені інструменти інформаційних технологій організації роботи, що ускладнює передачу інформації всередині підприємства та знижує її актуальність. Для усунення виділених проблем потрібно змінити бізнес-процеси та поєднати потоки інформації, що буде відображене у функціональній моделі БП «TO BE».

Керівник: Алексенко О. В., доцент

Використання засобів ІТ-технологій для вивчення CASE-методу моделювання інформаційних систем BPWin

Науменко Ю.В., студент; Чибіряк Я.І., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

Аналіз інновацій в освітній діяльності показав, що однією з ефективних систем підготовки та підтримки кваліфікаційного рівня спеціалістів різного профілю є дистанційна форма навчання. Саме ця система володіє необхідною гнучкістю, відкриває широкі можливості до масової самоосвіти будь-яких верств населення, що стає особливо актуальним в умовах постійної зміни потреб суспільства.

Для підвищення якості навчального процесу та збільшення чисельності онлайн-аудиторії, вирішено створити комп'ютерний інструментальний засіб, призначений для вивчення особливостей роботи з базами даних за допомогою CASE-методів. Ці методи дозволяють довільний процес представити у вигляді графічної моделі, здійснювати аналіз, моделювання та оптимізацію цих процесів, містять інструменти для детального опису взаємодії потоків інформації.

Будь-який спеціаліст у сфері інформаційних технологій повинен володіти системним підходом до вивчення заданої предметної області, що є одним з етапів розробки інформаційних систем. Запропонований дистанційний курс дозволить майбутнім спеціалістам використати отримані знання для ефективної організації процесів, здійснювати пошук шляхів оптимізації при рішенні задач в різних предметних областях, а також в науковій діяльності.

В основі створення електронного засобу навчання покладено методичне забезпечення, що складається з набору теоретичних, практичних та відеоматеріалів. Всі необхідні матеріали міститимуться в електронних навчальних посібниках. Проведено аналіз методологій *idef0*, *idef2*, *idef3* визначено їх переваги, виділено CASE-засіб, призначений для підтримки процесу створення інформаційних систем, а саме BPWin. В рамках запропонованого курсу студенти ознайомляться з основними технологіями моделювання *idef0*, *idef2*, *idef3* та іншими, що дозволяють графічно представити систему та інформаційні потоки в ній. Для створення даного електронного ресурсу обрано мови програмування PHP та HTML5.

Розробка модулю електронного тестування знань студентів

Наливайко Б.С., студент; Соболев А.В., студент;
Ващенко С.М., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

Тестування є одним із видів контролю знань. Інформаційна система «Організатор тестувань» [1] дозволяє викладачеві сформулювати тестові завдання та організувати процес тестування в паперовому вигляді. Зменшити час на перевірку завдань можливо для умови використання спеціальних програмних засобів, в яких сам процес тестування та аналіз отриманих відповідей проводиться в автоматичному режимі. Тому метою даної роботи є розробка програмного модуля електронного тестування.

На першому етапі виконання роботи складено модель системи у вигляді набору UML-діаграм (рис.1), які повністю описують систему. Єдиним актором при моделюванні було визначено студента.

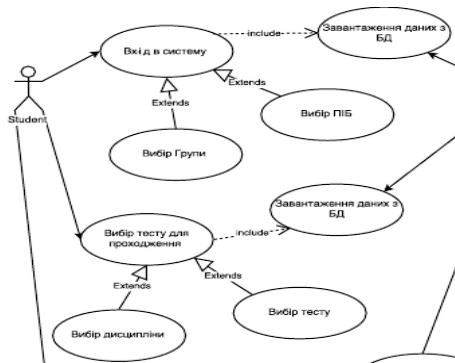


Рисунок 1 – Фрагмент діаграми використання.

Всі основні налаштування процесу тестування будуть виконуватися викладачем у відповідному модулі системи [1].

Розроблений програмний модуль «Тестування» буде інтегрований в систему «Організатор тестувань». Використання його значно скоротить час викладача на проведення атестаційних заходів.

1. O. Aleksenko, I. Baranova, S. Vashchenko, A. Sobol, *Information System of Students Knowledge Test Control* (ICIST 2015, CCIS 538, p. 104-114, 2015).

Створення web-ресурсу продажу автомобілів

Демченко М.О., студент; Шендрик В.В., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

У сучасному світі все більшої популярності набирають покупки через інтернет. Здійснюючи покупки в мережі, ми отримуємо швидкий і зручний пошук необхідного товару, економічно вигідний спосіб покупки та інше. За останній рік кількість покупок через інтернет збільшилася на 65 % [1].

На сьогоднішній день люди зустрічаються з проблемою нестачі часу і грошових коштів, що призводить до необхідності шукати альтернативу ринкам та магазинам. Тому метою даної роботи є створення такого веб-ресурсу, який буде заощаджувати, як час, так і фінанси користувачів.

Запропонований сервіс буде актуальним серед контингенту користувачів, чия діяльність, в тій чи іншій мірі, пов'язана зі сферою покупки або продажу автомобілів. Цей сервіс дозволить налагодити зв'язок, безпосередньо, між продавцем та покупцем, не використовуючи допомогу посередників.

Даний веб-ресурс реалізований на основі системи управління сайтом MODX EVO, до головних переваг якого входить:

- швидкість роботи;
- гнучкість;
- безпека.

Одна із сильних сторін MODX є SEO-орієнтованість, що виділяє його з інших систем управліннь контентом, наприклад, таких як Joomla.

Було створено веб-ресурс, що дозволяє залишати інформацію про продаж автомобілів, вести діалог з продавцем та автоматично прив'язати ціни до курсу валюти.

Даний веб-ресурс відрізняється від інших, насамперед, зручним і зрозумілим інтерфейсом, швидкістю роботи, базою даних з великою кількістю інформації та оптимізацією для пошукових машин.

1. Статистика на iforum-2015 [Заг. з екрану]. Режим доступу: <http://appleshop.if.ua/novyny/statystyka-na-iforum-2015-za-rik-ukrayinskyu-rynok-internet-torgivli-vyris-na-65-v-2014-roci>

Створення комп'ютерного тренажеру для вивчення ітераційного методу Ньютона

Ярмак С.І., студент; Чибіряк Я.І., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

Проведені дослідження показали, що з метою підвищення якості та ефективності навчального процесу в освіті використовують комп'ютерні технології для інтерактивного засвоєння матеріалу. Це електронні підручники, віртуальні лабораторні роботи та тренажери по різним дисциплінам. Чисельні методи відносяться до математичних дисциплін, що і визначає складність її вивчення. Тому вирішено створити комп'ютерний тренажер з метою покращення засвоєння матеріалу з застосування ітераційного методу Ньютона для рішення систем нелінійних алгебраїчних рівнянь. Враховуючи певні труднощі, що виникають у студентів при вивченні математичних дисциплін, дана робота є актуальною.

Віртуальний тренажер створюється на основі розробленого викладачем сценарію та складається з 10 послідовних кроків. На кожному кроці передбачено перевірку правильності дій, що виконує студент. Перехід до наступного кроку відбувається за умови правильного виконання попереднього. За спроби повторного виконання на кожному кроці нараховуються штрафні бали. Тренажер містить варіанти роботи «допомога викладача» (можливість написати та відправити повідомлення викладачу), «калькулятор» (для виконання необхідних обчислень), «далі» (здійснюється перехід на наступний крок).

На кожному кроці студенту запропоновано виконання певної послідовності дій:

- перетягування мишею наявних об'єктів та розташування їх у правильній послідовності;
- проставляння коефіцієнтів та індексів аргументів у відведених вільних місцях;
- вибір вірних значень з випадючих меню.

У якості засобу для реалізації описаного тренажеру обрано Flash-технологію інтерактивної веб-анімації – мову ActionScript 6.0. Створений тренажер буде інтегрований в систему e-learning та задіяний для реалізації дистанційного навчання студентів.

Модель даних ІС моніторингу якості питної води в Сумській області

Мица Ю. В., студент

Сумський державний університет, м. Суми

Проблема водопостачання «доброякісна вода в достатній кількості» є однією з головних проблем людства. Ефективним засобом моніторингу якості води може бути інформаційна система (ІС), що зберігає дані про показники якості води та надає інструменти аналізу. Дана ІС повинна містити інформацію про місце забору води, результати аналізу, показники якості та на основі їх порівняння надавати рекомендації щодо забезпечення санітарних норм.

Метою даної роботи є вирішення задачі формування моделі даних моніторингу якості питної води для створюваної ІТ. Модель даних у вигляді структури БД представлена на рис.1.

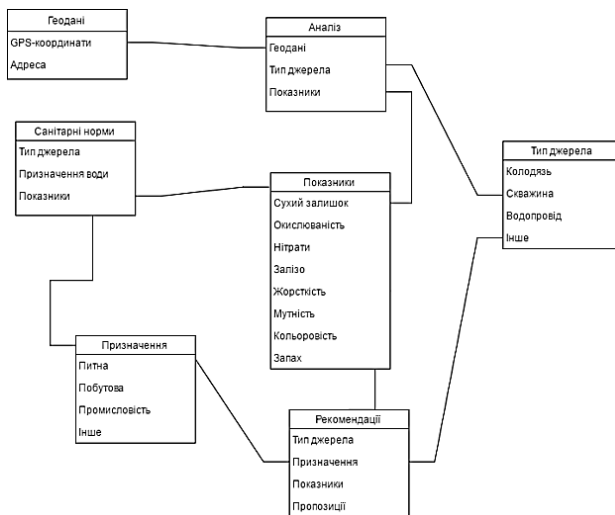


Рисунок 1 – Структура БД.

ІС буде реалізована як Web-сервіс, який дозволить екологам та жителям регіону виконувати процедури моніторингу стану питної води в Сумській області.

Керівник: Алексенко О.В., доцент

Застосування принципів гейміфікації в навчальному процесі

Рокитянський А.В., студент; Баранова І.В., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

Гейміфікація – це використання ігрових підходів, елементів і методів ігрового дизайну в неігровому контексті. На даний момент гейміфікація як явище активно впроваджується в навчальний процес на всіх рівнях.

Особливістю гейміфікації в навчанні є необхідність враховувати сферу інтересів кінцевого користувача. На відміну від класичного підходу до навчання, в якому навчання позиціонується як нескінченний процес, гейміфікація заснована на принципах миттєвого зворотного зв'язку – глобальна мета дробиться на підзадачі, щоб користувач міг спостерігати постійне зростання свого рівня.

Метою роботи є створення ігрового додатку, що реалізує підходи гейміфікації. Хоча викладачу необхідно докладати значних зусиль для організації навчання в ігровій формі, проте в результаті створений додаток дозволить:

- збільшити ступінь залучення користувача в навчальний процес;
- збільшити загальний об'єм успішно опанованих користувачем матеріалів;
- збільшити варіативність завдань при вивченні дисциплін та підвищити об'єктивність оцінювання.

Додаток реалізовано на основі ігрового рушія Unreal Engine 4, до основних переваг якого відносяться мова візуального програмування Blueprint та неперервна компіляція коду Hot Reload для уникнення надлишку збірок продукту. Програмний додаток призначений для студентів, які вивчають конструкції масляних насосів на основі складальних креслень.

Додаток реалізує кілька рівнів складності залежно від попередніх досягнень користувача, варіативність ігрових елементів, які закладаються на рівні проектування системи і включають різні набори залежно від обраної конструкції і вбудовану систему оцінки досягнень користувача, котра в якості критеріїв має прийняті в ході ігрової сесії рішення.

Впровадження даних принципів у навчальний процес дозволить підвищити якість навчання.

Створення офісу управління проектами в громадській організації AIESEC

Марченко В.Ю., студент; Гайдабрус Б.В., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

Більшість організацій розвиваються шляхом успішного впровадження методології управління проектами та проектно-орієнтованого управління. Незалежно від масштабів проектів, їх інноваційності та сфери впровадження вся інформація щодо проекту, як зовнішня так і внутрішня, має оперативно доноситися до осіб, які приймають рішення, ця інформація має бути достовірною і актуальною. Для цього необхідно своєчасно та якісно описати, формалізувати та систематизувати бізнес-процеси організації та критерії оцінки проектів.

Мета роботи полягає у розробці офісу управління проектами, за рахунок дослідження предметної області, інжинірингу та реінжинірингу бізнес-процесів громадської організації AIESEC.

Створення офісу управління проектами (ОУП) завжди починається зсередини – керівництво організації повинно відповісти на питання щодо цілей його створення, визначення його місця в організаційній структурі організації.

Модель ОУП полягає у збільшенні горизонтальних комунікацій та покращенні процесу реалізації проектів в організації.

Для створення ОУП було проведено наступні заходи:

- виконано аналіз, інжиніринг та реінжиніринг бізнес-процесів діяльності громадської організації AIESEC;
- описано ролі зацікавлених сторін проектів, використовуючи уніфіковану мову моделювання UML.
- налагоджено реалізацію проектів у AIESEC відповідно методології управління проектами;
- побудовано системну модель функціонування ОУП AIESEC;
- внесено зміну у організаційну структуру громадської організації AIESEC шляхом введення у неї ОУП.

Упровадження РМО для громадської організації AIESEC допоможе попереджувати «забування» проектів, накопичувати знання та «хороші практики» для майбутніх поколінь та розвивати навички ефективного керівництва у членів організації.

CAD system as the design object. Status of issue

Zakharchenko V., *Lecturer*
Sumy State University, Sumy

The development of systems for the design works automation (CAD systems) rises from the middle of the last century as the first attempts to computerize the design works. Around the world such approach is known as CAD (Computer Aided Design) – the computer oriented design. Every usage of programs to solve design tasks on computers belongs to the CAD field.

In our country there is the general task of the system solution of the design works automation by the creation of the appropriate systems. It was figured out that the universal system is impossible to create and the creation of CAD systems has accepted a branch orientation.

CAD system, as the popular abbreviation, is almost always used groundlessly for providing the separate design work, which was performed, with more important status. At the same time the important issues of concrete subject areas are resolved. The overview of the tasks solved by means of software products, which classify as CAD systems, has shown that their vast majority still hasn't found its formal solution within the applied branch and has no system character.

Publications regarding software implementations focus on separate aspects of the design process or service processes. The proposed solutions have individual character. On the basis of the incoordination of information flows and data formats, they can't be used in the development of the design system in general.

Unproductiveness of such approach to design, according to the scheme “from down to top”, have caused a flow of scientific works under the general name "integration", which, except separate cases of a computerization of simple systems, have no prospect.

According to aforesaid the architecture of the proposed CAD system with the concordance of all its components was developed at the conceptual level to overcome the described problems.

Conclusion. In modern manufacturing there is an urgent need to develop the full functional CAD system. Its received generalized information model will allow to develop the real project of the proposed CAD system.

Застосування геоінформаційних систем для забезпечення ефективності вантажоперевезень

Пархоменко Я.Ю., *студент*
Сумський державний університет, м. Суми

Геоінформаційні системи (ГІС) використовуються для збору, обробки, моделювання та аналізу просторових даних, їх відображення та використання при вирішенні розрахункових задач та прийнятті рішень [1]. Багатофункціональність сприяє їх застосуванню у різних сферах життя, зокрема для забезпечення та підвищення ефективності процесу вантажоперевезень.

ГІС дозволяють оперативно аналізувати великий обсяг вхідної інформації, прораховуючи оптимальний варіант маршруту, схему завантажень та розгрузки. При використанні різних алгоритмів рішення поставленої задачі існує можливість формування альтернативних результатів. Вихідні дані подаються у вигляді текстової або графічної інформації, що значно спрощує процес їх сприйняття. Зручний інтерфейс дозволяє користувачам із різним рівнем комп'ютерної грамотності маніпулювати отриманими даними, за необхідності обирати найбільш прийнятний варіант.

На основі аналізу функціонування деяких транспортних компаній та технологій, які для цього використовуються, було виявлено, що ГІС є більш ефективним інструментом для вирішення поставленої задачі. Їх впровадження для забезпечення вантажоперевезень сприяє підвищенню якості обслуговування клієнтів, продуктивності роботи персоналу, швидкості доставки вантажу, зменшенню пробігу транспортних засобів, прорахунку та мінімізації можливих ризиків і витрат.

Попри усі переваги, великим недоліком даних систем є висока вартість якісних та низька якість безкоштовних ГІС. Це створює передумови для розробки та впровадження власних геоінформаційних систем для забезпечення підтримки вантажоперевезень.

Керівник: Алексенко О.В., *доцент*

1. GIStechnik: всё о ГИС и их применении. Геоинформационные системы и технологии [Електронний ресурс]: <http://oval.ru/enc/37584.html> (відвідано 18.03.2016)

Моделювання процесу створення ІТ-підприємства

Бабич К.В., *студент*

Сумський державний університет, м. Суми

ІТ-бізнес – одна з найвпливовіших інтелектуальних галузей України. Велика частина розумових внесків у розвиток нашої країни припадає саме на неї. Якщо відкриття ІТ-підприємства здійснюється згідно правильного підходу, то як країна, так і власник можуть отримати великі доходи. Варто зазначити, що навіть в умовах кризи ІТ сфера продовжує стабільно працювати, а це ще раз підтверджує її широкі можливості та потенціал.

Під час вивчення різних джерел інформації (книги, Інтернет тощо) з'ясовано, що більшість із них містять методології, плани, стратегії по керуванню існуючим ІТ-підприємством або ж ІТ-підрозділом у компанії. Алгоритм процесу створення ІТ-підприємства чи його особливості розкритий недостатньо, стало причиною вибору даної тематики. Розроблюваний проект має на меті підвищення рівня контролю процесу, скорочення термінів на прийняття стратегічних рішень, з'ясування подробиць та методів вирішення питань, які носять загальний характер, зменшення собівартості процесу тощо.

Вивчення стану в даній предметній області показало, що необхідно провести аналіз та порівняння існуючих методологій та стандартів по організації роботи ІТ підприємства чи ІТ підрозділу. Найкраще для даних цілей підходять міжнародні стандарти ITIL (IT Infrastructure Library), CobIT (Control Objectives for Information and Related Technologies), ITSM (IT Service Management).

На даний час авторами ведеться робота над вирішенням даного питання у контексті бізнес процесу та побудови його схематичного представлення. На даному етапі вже можна зробити наступні висновки:

- Розроблювана модель дозволить визначити відповідність етапам ЖЦ і матиме значну конкурентоздатність.
- Для підвищення якості фахової підготовки студентів СумДУ рекомендується передбачити в учбовому плані підготовки магістрів зі спеціальності ІТП дисципліну з попередньою назвою «ІТ стандартизація при створенні і діяльності ІТ підприємств».

Керівник: Концевич В.Г., *доцент*

Підвищення якості дистанційного навчання за рахунок сучасних ІТ-технологій

Сусик А.О., студент

Сумський державний університет, м. Суми

В наш час електроніки та інформаційних технологій широкого розповсюдження набуває дистанційне навчання (ДН): онлайн-курси, самостійне навчання за програмами університетів тощо. Основний відсоток займає саме вивчення матеріалу за допомогою комп'ютера, що отримало назву E-learning (Електронне навчання). Згідно з визначенням спеціалістів ЮНЕСКО: «E-Learning — навчання за допомогою Інтернету та мультимедіа».

Вибір тематики був спричинений нестачею необхідних матеріалів для відділення дистанційного навчання Сумського державного університету і необхідністю виправити цей недолік, тобто підвищити продуктивність та чисельність онлайн-аудиторії і спрямувати їхню увагу, на ті деталі, які як правило вириваються з поля зору. В області вивчення роботи з CASE-інструментами та базами даних цією важливою деталлю є їх нормалізація, тобто процедура, що виконується із базою даних з метою видалення в ній збитковості.

На сьогоднішній день розроблено методичне забезпечення для ДН що включає:

- розроблене графічне подання згрупованих елементів у вигляді пакета робіт, які ієрархічно пов'язані з результируючим продуктом.
- матеріали, що повинні стати складовими візуального посібника
- наведено результати порівняння CASE-інструментів
- визначено інструменти реалізації продукту.

В результаті проведеної роботи виділено CASE-інструмент, а саме ERWin, на прикладі якого студентами буде вивчатися дисципліна; для створення електронного засобу обрано мови програмування PHP та HTML5; здійснено повний аналіз дисципліни вивчення БД з виділенням окремого розділу, а саме вивчення нормалізації БД; розпочато створення повноцінного візуального посібника, який міститиме у собі необхідні методичні матеріали.

Керівник: Концевич В.Г, доцент

Методи інтеграції даних в інформаційних системах

Бойко А.О., аспірант; Шендрик В.В., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

Ефективність керування підприємством забезпечується сумісним використанням інформаційних систем (ІС) [1], підвищити яке можливо лише завдяки гнучкому управлінню даними. Створення методів інтеграції даних є однією з найбільш актуальних проблем в області ІС. Характер та складність методів інтеграції значно залежить від рівня інтеграції, якому необхідно відповідати, особливостей різних джерел даних (та їх сукупності в цілому) і визначених способів інтеграції [2]. Отже, дана проблема має декілька варіантів вирішення.

Методи інтеграції даних повинні забезпечувати обмін інформацією на фізичному, логічному і семантичному рівнях. На фізичному рівні передача даних є найбільш простим завданням і зводиться до конвертації інформації з різних джерел у відповідний єдиний формат їх фізичного представлення. Логічний рівень надає можливість доступу до даних, що зберігаються в різних сховищах, в межах однієї загальної схеми інтеграції, яка відповідає за спільне представлення та обробку з урахуванням структурних і поведінкових (при використанні об'єктних моделей) властивостей даних.

При створенні методів, що відповідають за інтеграцію даних в ІС, необхідно використовувати конвертори інформації, які забезпечують інтегрування моделі даних (МД) та механізмів відображення МД. Застосування «об'єктних адапторів» (Wrappers) та «посередників» (Mediators) [3] дозволяє розробити методи, архітектура яких забезпечує взаємодію засобів обробки даних, що використовуються в різних інформаційних системах.

Необхідно відзначити, що процес інтеграції інформаційних систем спрощується при використанні запропонованої концепції методів інтеграції, яка забезпечує ефективний та гнучкий обмін даними між різними джерелами інформації.

1. В.В. Шендрик, А.О. Бойко, О.В. Бондар, *Технологический аудит и резервы производства* **4** No 2, 19 (2015).
2. V. Shendryk, A Boiko, *Procedia Computer Sci.* **77**, 98 (2015).
3. Jean-Christophe R. Pazzagli, Suzanne M. Embury, *KRDB* **7**, 1 (1998).

Рівень розвитку автоматизації проектувальних робіт

Неня В. Г., *доцент*

Сумський державний університет, м. Суми

З початку широкого застосування обчислювальної техніки розпочалися роботи із її впровадження у інженерну практику проектування для прискорення вирішення складних задач. Відповідно до використання ЕОМ у промисловості для подібного застосування ЕОМ у проектуванні закріпився термін «автоматизація». Передбачалося, що для досягнення максимального ефекту необхідно створювати системи автоматизації проектувальних робіт (САПР).

САПР відразу розвивалися шляхом вирішення конкретних практичних задач, оскільки стандарт ГОСТ 23501.101 дозволяв вважати вирішення довільної задачі за автоматизацію. При цьому автоматизація вважалася частковою, а при вирішенні усіх задач – повною. Широке впровадження залучення ЕОМ до прискорення проектування супроводжується викладанням у вищих навчальних закладах дисциплін, зміст яких принципово не змінюється протягом чверті сторіччя. При цьому наукових публікацій із даної тематики обмаль, публікації не відрізняються єдністю поглядів на стан САПР та шляхи розвитку теоретичних положень САПР як наукової дисципліни.

Для суспільного виробництва характерною особливістю є слідування тенденції розвитку способу виробництва від ручного до автоматичного через різні стадії автоматизації. Виконаний аналіз фундаментальних основ організації праці проектувальників із використанням ЕОМ показав, що засновники САПР випустили із розгляду вкрай важливу фазу, яка загально визнано називається механізацією. Оскільки машина (ЕОМ) знаходиться між працівником (проектантом) та предметом його праці (інформацією), то виявляється, що сучасний стан у даній області можна охарактеризувати як механізацію. З огляду на тип використовуваних машин, можна використовувати термі «комп'ютеризація», хоча з огляду на інші типи машин так не чинять.

Висновок. Актуальною є задача розробки наукових основ автоматизації проектувальних робіт та переходити до неї як більш продуктивною.

Підсистема контролю успішності у складі мультимедійного забезпечення дисципліни «Геометричне моделювання в САПР»

Терещенко А.О., студент; Кузнєцов Е.Г., старший викладач
Сумський державний університет, м. Суми

Роль інформаційних технологій в сучасній освіті складно переоцінити. Сьогодні більше половини всіх курсів, що викладаються у вищих навчальних закладах, забезпечені мультимедійним супроводом. У доповіді представлена мультимедійна система підтримки викладання і здійснення контролю засвоєння студентами матеріалу з дисципліни «Геометричне моделювання в САПР». Ця система розроблена в минулому році і дозволяє доповнити курс дисципліни систематизованим довідковим матеріалом за обраними розділами, а також проілюструвати роботу з певними інструментами САПР AutoDesk Inventor Professional за допомогою докладних відеоуроків, забезпечених динамічними коментарями.

Метою проведеної в цьому році та представленою в доповіді роботи з системою є дооснащення її можливістю проводити контроль засвоєння матеріалу студентами відразу після проходження курсу відеоуроків. Для досягнення поставленої мети виконані такі задачі:

- опановано прийомами створення інтерактивних додатків за допомогою технології програмування у середовищі Adobe Flash Professional CS5;
- розроблені функціонал та інтерфейс підсистеми;
- розроблені візуальні складові управління підсистемою;
- виконано концептуальне, логічне та фізичне проектування доповнення до додатку існуючої системи;
- створена та підключена база даних питань, відповідей та обліку студентів, які пройшли контроль.

Підсистема створена таким чином, що комплект тестів для контролю та облік студентів може бути скоригований викладачем згідно навчальному навантаженню та актуальному складу групи студентів.

Таким чином, представлений комплекс мультимедійного забезпечення дисципліни дозволяє підвищити інформаційну складову курсу та спонукати студентів до додаткової самопідготовки.

Система електронного абонементу відвідувача фітнес-центру

Пушніна О.Ю., студент; Кузнецов Е.Г., старший викладач
Сумський державний університет, м. Суми

Системи електронного абонементу клієнтів та відвідувачів в наш час широко використовуються у таких закладах як спортивні комплекси, дитячі школи, гуртки та ін. для автоматизації обліку відвідувачів. Ці системи особливо необхідні при великій кількості відвідувачів, адже ведення рукописного варіанту обліку є в наш час досить неактуальним та повільним в обслуговуванні клієнтів. Вміле використання системи значно прискорює процес обробки великих об'ємів даних. Тому задача створення системи електронного абонементу є вкрай актуальною.

Основна задача використання автоматизації в фітнес-центрі – це часткове або повне звільнення персоналу від участі у процесі обліку використання часу, площ та спортивного інвентарю. Запропонована в доповіді система електронного абонементу (СЕА) відвідувача фітнес-центру також дозволяє зберігати та використовувати інформацію про відвідувачів, про обіг продукції спортивного харчування, супроводжувати створення фінансової звітності роботи фітнес центру.

Для створення СЕА виконані такі задачі: а). опановано прийомами створення інтерактивних додатків; б). розроблені функціонал та інтерфейс системи; в). розроблені візуальні складові управління системою; г). виконано концептуальне, логічне та фізичне проектування системи; д). створено та підключено базу даних обліку відвідувачів, спортивного обладнання та обігу продуктів спортивного харчування.

Система має зручний інтерфейс користувача із ергономічними та адаптованими можливостями роботи. До системи підключена єдина база даних, за допомогою якої можуть бути сформовані звіти про програми спортивних навантажень відвідувачів, про замовлення та оплату товарів спортивного харчування згідно з потребами відвідувачів, про графік використання та обслуговування спортивного інвентарю. СЕА охоплює широкий спектр послуг фітнес-центру та дозволяє оптимізувати роботу з боку завантаженості персоналу та з боку циклічної календарної активності відвідувачів.

Повышение качества графических изображений, внедренных в документ Microsoft Excel

Байдак С.Н., студент; Михайленко Ю.С., студент
Сумский государственный университет, г. Сумы

Иллюстрации дают общее представление о содержании материала и помогают быстрее схватывать сложные идеи. Проведенные исследования показали, что большинство специалистов, работающих с большими объёмами данных, используют Microsoft Excel для выполнения расчетных работ, построения таблиц, сложных графиков, создания и анализа баз данных.

Пиксельная графика MS Excel является частью компьютерной графики и представляет собой массив цветных ячеек (пикселей). Данный вид графики, при сравнении с прочими, имеет больше преимуществ (получение различных коллажей, цветовых эффектов, имитация объёмности предметов) чем недостатков (сложность управления частями изображения). Для повышения качества восприятия информации рекомендуется даже проводить конвертацию изображений в пиксельную графику, в т.ч. трёхмерных изображений. Применение растровой графики широко распространено в связи с тем, что насыщенное деталями изображение занимает сравнительно мало места в памяти компьютера, быстро обрабатывается стандартными алгоритмами, не теряет выразительности и фотореалистичности, что является важным при создании различных видов графических документов.

С помощью макросов MS Office на языке программирования VBA, позволяющем расширить возможности стандартных приложений, разработан алгоритм, позволяющий создавать изображения в формате GIF из файлов непиксельной графики. Подобное «улучшение» изображений относится к набору функций, позволяющих изменять и совершенствовать их перед внедрением в лист документа MS Office. Например, оптимизировать изображения, импортируемые в формате векторной графики (в файлах с расширениями WMF, EMF и EPS).

Руководитель: Концевич В.Г., *доцент*

Методика інтеграції розрахункових модулів та САПР верстатних пристроїв

Яценко В.П., студент; Ващенко С.М., доцент;
Парфененко Ю.В., асистент
Сумський державний університет, м. Суми

Для вирішення складних специфічних задач існує необхідність роботи не лише зі стандартними програмними продуктами, а й розроблення програмних додатків, що включають в себе розрахункові модулі інших систем. Інтеграція власних програмних додатків з потужними розрахунковими системами і перенесення результатів з однієї системи до іншої є дуже складною та недостатньо широко дослідженою задачею. Головним чином це зумовлено недостатністю або повною відсутністю документації у вільному доступі.

При використанні САПР різні розрахунки найчастіше проводяться в ANSYS. Розрахункові дані необхідно передавати з САПР в ANSYS та навпаки. Для інтеграції розрахункового ядра ANSYS з власним додатком використовуються бібліотеки ANSYS Workbench.

З метою виконання параметричної оптимізації тривимірних моделей була поставлена задача розробити програму, інтегровану з розрахунковим ядром Ansys, для подальшого використання в системі САПР верстатних пристроїв [1]. Дослідження архітектури системи ANSYS Workbench показало, що даний пакет побудований на використанні Java і VB скриптів, за допомогою яких і відбувається виклик тих чи інших модулів ANSYS, які називаються аплетами (Applets). Для виконання поставленої задачі було вирішено використовувати середовище розробки програмного забезпечення Microsoft Visual Studio 2015 та мову програмування C#, оскільки Visual Studio автоматично знаходить посилання на всі бібліотеки Ansys, C# дозволяє працювати компіювати і виконувати скрипти JScript. В подальшому запропонована методика буде використана для створення програмного продукту, який забезпечить зв'язок між ANSYS Workbench та САПР верстатних пристроїв.

1. Шишка О.О. Інформаційне забезпечення проектування верстатних пристроїв [Електронний ресурс] / О. О. Шишка. – Режим доступу до ресурсу: http://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/38057/1/ivanov_machines_devices.pdf.

Актуальність створення мобільного додатку “MyELIT” для операційної системи Windows Phone

Мякота А.С., студент; Гайдабрус Б.В., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

Windows Phone (WP) – це операційна система, розроблена Microsoft для мобільних пристроїв. Вона була введена в експлуатацію у жовтні 2010 року. Перший смартфон з операційною системою Windows Phone 8 був анонсований наприкінці 2012. Ця операційна система використовує ядро, яке базується на Windows NT замість Windows CE, який використовувався раніше. Ці зміни дозволяють створювати ще більш універсальний код для Windows 8 та Windows Phone 8. Ці зміни дозволяють створювати ще більш універсальний код для Windows 8 та Windows Phone 8.

Ринок створення мобільних додатків на WP динамічно розвивається, що свідчить про актуальність та необхідність розроблення додатку WP для факультету електроніки та інформаційних технологій (ЕІТ) Сумського державного університету. Для створення додатку “MyELIT” використовується мова програмування C# та мова розмітки XAML. C# була створена і розвивається компанією Microsoft, щоб задовольнити потреби програмістської спільноти.

XAML - це мова розмітки схожа на XML, використовується для розробки користувацького інтерфейсу. XAML була введена разом з Windows Presentation Foundation (WPF), щоб замінити собою Windows Forms. Наразі XAML використовується для проектування користувацького інтерфейсу для десктопних та мобільних додатків.

Мобільний додаток “MyELIT” створюється для розширення професійної та сервісної діяльності факультету ЕІТ. Завдяки мобільному додатку абітурієнти мають можливість ознайомитися з факультетом, кафедрами та спеціальностями, інститутом аспірантури та докторантури. Для осіб, які бажають вчитись без відриву від виробництва буде створено розділ дистанційної форми навчання, забезпечено доступ до актуальної корисної інформації, інтерактивних карт, прикладів завдань та віртуальних тренажерів.

Розроблення віртуального середовища для військової кафедри

Глущенко Д.О., студент; Баранова І.В., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

Робота присвячена створенню віртуального тренажера для військової кафедри. Метою роботи є розробка унікального продукту, що стане у нагоді викладачам та студентам військових спеціальностей.

Часто випускники шкіл, особливо із сільської місцевості, не мають уявлення про розвиток сучасних інформаційних та інших технологій. Не менш важливим є те, що навіть при вступі на обраний факультет ВУЗу, студент стикається з нестачею обладнання або із його застарілими аналогами. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є використання віртуальних тренажерів. Тренажери дозволяють значно скоротити час засвоєння матеріалу, а також розібратися із будовою деяких приладів.

Створення віртуального тренажера складається із двох частин. Для початку треба створити тривимірну модель прицілу в програмному середовищі SolidWorks. Цей процес розпочинається із побудови ескізу та подальшої візуалізації. Наступним етапом є створення анімації певних частин. Для цього необхідно перенести створену деталь до програмного середовища Adobe Flash. Далі необхідно додати окремі елементи, такі як шкала зі стрілкою та ручка, що обертається. Завершальним етапом роботи стане написання коду.

В результаті проектування отримаємо унікальний продукт, за допомогою якого студенти та викладачі різних військових установ зможуть досконало вивчити систему та принцип роботи прицілів.

Модель діяльності ресторану «Мрія студента»

Пуховий І.І., студент; Концевич В.Г., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

Завдяки ІТ розробкам відбувається глобальна автоматизація процесів виробництва. ІТ можливі навіть при розробці дієтичного харчування в ресторанах. Мета даного проекту – розробка продукту, який надає змогу відвідувачам ресторану: переглядати меню, у якому зазначено відповідно вагу, ціну та калорійність кожної страви; передивлятися весь список продуктів, використаних для приготування з відповідною калорійністю, враховуючи спосіб їх приготування; у разі бажання клієнта змінювати продукти у залежності від їхнього приготування або обирати самостійно інший тип продуктів; швидко підраховувати калорійність нової страви.

Актуальність даної роботи полягає у створенні продукту, а саме бази даних, яка є універсальною та забезпечує автоматизацію ведення ресторанного бізнесу. Розроблена спеціально для підприємств громадського харчування, вона надає можливість значно спростити, оптимізувати та прискорити специфічні для цього бізнесу операції, а саме обслуговування відвідувачів ресторану персоналом, ведення обліку за використаними продуктами, станом страв на даний момент та поставками. До того ж автоматизація ресторанного бізнесу є необхідною для тих закладів, які мають великі обороти та обсяги продажів.

У результаті автоматизації: підвищується якість сервісу й престиж закладу; забезпечується швидка обробка замовлень та обслуговування відвідувачів; поліпшується узгодженість і контроль за роботою персоналу; зводяться до мінімуму збитки й зайві витрати, які у свою чергу приводять до максимізації прибутку; спрощується процес руху продукції.

Використання розробленого продукту дозволить відвідувати такі заклади харчування людям з проблемами травлення, або які мають зайву вагу.

Таким чином, автоматизація роботи ресторану допоможе закладу бути конкурентоспроможним, затребуваним на ринку та забезпечить оптимізацію ведення ресторанного бізнесу.

**Підвищення якості процесу розробки
параметричної моделі струменево-реактивної турбіни
із застосуванням інтелектуальної мови програмування iLogic**

Хальота О.В., студент; Концевич В.Г., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

Дослідна робота виконується спільно з каф. ТТФ факультету ТЕ-СЕТ і на цьому етапі заключається в створенні параметричної моделі струменево-реактивної машини (СРТ) з допомогою інтелектуальною мовою програмування iLogic, що уперше почалася використовуватися для зазначених цілей у СумДУ.

Актуальність роботи полягає у підвищенні якості створеної моделі з можливістю проведення реінжинірингу, параметризації сопла, як основної деталі СРТ, на мові програмування iLogic.

Інноваційність процесу розробки продукту проекту визначається у використанні специфічних рис технологій iLogic і їх застосуванні в компресоробудуванні. Складання СРТ, створену за допомогою логічних правил iLogic в рамках однієї моделі можна використовувати при побудові других молей.

Результативність продукту передбачає підвищення ефективності процесу проектування, як головного в життєвому циклі продукту проекту, а також процесу експлуатації компресорній станції.

В результаті НДР

- проаналізовані основні аспекти, задачі та сформульовані завдання на подальшу діяльність;
- аналіз існуючих методологій розробки та параметризації дозволив вибрати технологію інтелектуальної мови програмування – iLogic;
- уперше з використанням сучасних інформаційних технологій розроблена модель СРТ;
- параметрична модель дозволяє проводити порівняльний аналіз конструктивних і розрахункових параметрів сопла СРТ;
- створена 3D-модель забезпечує можливість її подальшого розвитку, вивчати поведінку СРТ ще в процесі її розробки, аналізувати геометрію. Зокрема очікується використання створеної моделі для дослідження аеродинамічних потоків за допомогою програмного засобу Flow Vision.

Автономний пристрій збору температурних даних будівель

Окопний Р.П., аспірант; Неня В.Г., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

На сьогоднішній день в складних економічних умовах постала потреба у використанні якомога доступних пристроїв збору та обробки даних для наукових досліджень, наприклад, для збору даних температури у середині приміщень для з'ясування законів розподілення теплової енергії у багатоповерхових будівлях [1].

Основним елементом запропонованої технології є використання у якості пристрою збору автономний мікропроцесорний логгер даних.

Пристрій працює за наступним алгоритмом. Після подачі напруги живлення програма конфігурує порти і периферію мікроконтролера у відповідності до своїх потреб. Після цього ініціалізує карту пам'яті типу ММС, читає з неї файл конфігурації для подальшої роботи. Потім ініціалізує шину 1-Wire і виконує процедуру пошуку під'єднаних до шини температурних датчиків. Після цього мікроконтролер переходить в процедуру відліку часу і в залежності від налаштувань конфігураційного файлу виконує опитування усіх наявних датчиків температури. Програмним шляхом дані формуються у табличному вигляді і підлягають періодичному архівуванню на карті пам'яті. У файлі формату csv дані розташовані у наступному порядку: дата, час, температура з 1 датчика, температура з 2 датчика, температура з N датчика. Після виконання цих операцій програма повертається до процедури відліку часу.

У ході проведеної роботи вдалося вирішити поставлену задачу по одночасному збиранню температурних даних в різних приміщеннях багатоповерхової будівлі. Розроблене інформаційне, програмне та апаратне забезпечення з урахуванням автоматизації збору та обробки даних. Було апробовано на практиці такі технології: програмна реалізація низькорівневих та високорівневих функцій для роботи з картами flash пам'яті типу CD/ММС, реалізація файлової системи на платформі AVR, обробка великої кількості даних від багатьох датчиків, періодична архівація даних у файли типу csv.

1. Р.П. Окопний, В.Г. Неня, *Інформаційна технологія збору температурних даних будівель*. Науково-технічна конференція інформатика, математика, автоматика ІМА-2015, 131 (2015).

Огляд основних стратегій реалізації проектів диверсифікації підприємств

Мірошнікова І.А., *аспірант*
Сумський державний університет, м. Суми

У роботі було розглянуто основні принципи формування стратегій реалізації проектів диверсифікації підприємств. Згідно стандарту РМВОК проект розглядається, як часова дія, спрямована на створення унікального продукту, послуги чи результату. Аналіз літературних джерел показав, що диверсифікацію підприємств можна трактувати, як інвестиційну діяльність, що пов'язана з перерозподілом ресурсів.

У ході проведення дослідження було виділено такі стратегії диверсифікації: спорідненої, неспорідненої та комбінованої. Стратегія спорідненої диверсифікації включає в себе контроль параметрів поточного стану підприємства. Ефект проявляється в зниженні витрат виробництва за рахунок об'єднання процесів, які відповідають необхідній стратегії. В цій стратегії контрольованими показниками є: ресурси, витрати, процеси підприємства. У стратегії спорідненої диверсифікації використовуються методи мережевого планування, імітаційного моделювання, теорії статистичного аналізу та нечітких множин.

Стратегія неспорідненої диверсифікації включає в себе контроль параметрів проектів та портфеля проектів. Ефект досягається за рахунок перерозподілу ризиків проектів у рамках портфеля. Максимально ефективно використання фінансових ресурсів при умові стабільної прибутковості. У стратегії неспорідненої диверсифікації використовуються методи інвестиційного менеджменту, що ґрунтуються на моделі Марковіца.

Стратегія комбінованої диверсифікації включає контроль параметрів діяльності підприємства та проектів одночасно, з метою досягнення раціонального використання всіх видів ресурсів. У стратегії комбінованої диверсифікації використовуються методи теорії кінцевих і гібридних автоматів, інвестиційного аналізу реалізації проектів.

За умови розвитку та зростання масштабів підприємства з метою диверсифікації ресурсів та збільшення прибутковості можливе використання трьох розглянутих у роботі стратегій, що призведе до підвищення ефективності реалізації проектів.

Керівник: Гайдабрус Б.В., *доцент*

Розробка інформаційної системи підтримки вільного вибору траєкторії освіти

Карпенко В.М., *студент*
Сумський державний університет, м. Суми

В наш час сучасні технології дуже поширені, всі провідні компанії та організації впроваджують в роботу і розвивають автоматизовані інформаційні системи для вирішення різних задач. Навчальні заклади теж впроваджують подібні системи, що дозволяє уникнути втрати інформації, забезпечити належний контроль, прискорити пошук та обробку необхідної документації, що веде до скорочення кількості помилок при прийнятті рішень та позбавляє користувачів необхідності виконувати рутинні операції.

Мета роботи – розробка інформаційної системи підтримки вільного вибору траєкторії освіти, яка надасть можливість студентам швидко обрати навчальні дисципліни за вибором, а методистам та викладачам контролювати цей процес.

Дотримуючись сучасних тенденцій розробки було вирішено використовувати клієнт-серверну архітектуру зі створенням REST API та інтерактивного користувацького WEB-інтерфейсу з адаптивним дизайном. Використання даного підходу надасть цілий ряд переваг, а саме:

- прозорість і зрозумілість на етапі розробки та легкість внесення змін, за рахунок розділення проекту на окремі клієнт та сервер;
- масштабованість та продуктивність, завдяки чіткій структурі, використання сучасних технологій та кешу;
- зручність у використанні за рахунок використання інтерактивних технологій та адаптивного дизайну;
- можливість інтеграції системи з будь-якими іншими додатками використовуючи API.

Створена інформаційна система зможе якісно вирішити задачу автоматизації вибору траєкторії освіти та зменшить кількість помилок в даному організаційному процесі.

Керівник: Шендрик В.В., *доцент*

Модифікація процесу моніторингу якості освіти шляхом впровадження в процес ІТ технологій

Бойко Ю.Ю., *студент*
Сумський державний університет, м. Суми

Сучасним ефективним засобом у виявленні та визначенні якості навчального процесу на рівні освітньої установи є система моніторингу якості освіти.

Системою моніторингу в освітньому закладі називають сукупність методичних і технічних засобів, процедур збору, аналізу та зберігання інформації, що забезпечують постійне спостереження за динамікою відносин головних суб'єктів навчального процесу[1].

В системі розрізняють 2 види оцінок якості освіти: зовнішня і внутрішня.

Зовнішня оцінка – це оцінка яку дає держава, університет або відповідна установа. Внутрішня оцінка – це оцінка яку дає сама особистість що бере участь в навчальному процесі, в нашому випадку – студент.

Зараз існує досить багато систем, що контролюють якість освіти на зовнішньому рівні, але на жаль дуже мало, що робили те ж саме на внутрішньому рівні.

Тому було прийнято рішення про створення інформаційної системи для оцінки і аналізу думок студентів що до навчального процесу. Система буде являти собі веб-орієнтований сервіс, що буде поданий у вигляді веб-сайту з декількома рівнями доступу, для полегшення адміністрування системи.

Система буде мати 3 рівні доступу: *адміністратор* – що матиме повний доступ до системи, *представник кафедри* – що матиме можливість додавати і редагувати матеріали, і *студент* – який зможе тільки вводити данні і переглядати результат.

Така система дозволить полегшити збір інформації від студентів і допоможе проаналізувати зібрану інформацію.

Керівник: Алексенко О.В., *доцент*

1. Н.В. Булгакова *Технологии мониторинга качества ученого* (2012).

Л.А. Смирнягина *Информационные технологии в системе мониторинга качества образования* (2012).

СЕКЦІЯ 4

**«Автоматика, електромеханіка і
системи управління»**

Дослідження моделей синергетичного управління взаємодією акторів соціальних інтернет-сервісів

Молодецька К.В., доцент

Житомирський національний агроекологічний університет,
м. Житомир

Сучасні соціальні інтернет-сервіси (СІС) є новітньою віртуальною інформаційною платформою онлайн та офлайн комунікації між учасниками віртуальних спільнот. Популярність СІС породжує низку потенційних загроз інформаційній безпеці держави. До таких загроз належать маніпулювання індивідуальною та масовою свідомістю. З метою забезпечення керованості процесами комунікації доцільно реалізувати концепцію синергетичного управління взаємодією акторів у СІС [1]. В публікаціях [1, 2] авторським колективом синтезовано синергетичне управління попитом акторів на контент, що становить інтерес, однак не приведено результати валідації запропонованих моделей, а це в свою чергу становить значний інтерес з точки зору їх подальшого практичного застосування. Метою досліджень є валідація і дослідження запропонованих в [1, 2] моделей з ціллю перевірки їх достовірності та для подальшого практичного використання.

Результати валідації та дослідження моделей синергетичного управління взаємодією акторів в СІС у розрізі попиту на контент проведені з дотриманням усіх вимог відповідно до методології перевірки достовірності і правильності моделей систем. Одержані результати підтверджують, що розроблена концепція [1] та побудовані на її основі моделі [2] адекватно описують процеси взаємодії акторів віртуальних спільнот і їх особливості. Експериментальні результати дослідження процесів взаємодії акторів СІС на прикладі реальних інформаційних акцій, що одержали широкий розголос в інформаційному просторі показали, що розроблена концепція дозволяє реалізовувати ефективні переходи до заданих стійких керованих станів інформаційної безпеки.

1. Р.В. Гришук, К.В. Молодецька, *Безпека інформації* **21(II)**, 123 (2015).
2. К.В. Молодецька, *Радіоелектроніка, інформатика, управління* **4(35)**, 113 (2015).

Измерение тока в системах автоматизации

Филимонов С.А., доцент; Батраченко А.В., доцент;
Филимонова Н.В., ассистент

Черкасский государственный технологический университет,
г. Черкассы

Автоматизированные системы представляют собой совокупность исполнительных механизмов, элементов контроля параметров и управления. Одним из основных контролируемых параметров является потребляемый ток каким-либо из узлов автоматизированной системы. Для контроля тока используются датчики на основе эффекта Холла, «гигантского» магниторезистивного эффекта и резистивных токовых шунтов.

Нами разработан и собран модуль для измерения тока на основе датчика ACS712ELCTR-20A-T (измеряемый ток $\pm 20\text{A}$) и операционного усилителя LM358, включенного по схеме вычитателя. На рисунке 1 представлен экспериментальный образец модуля.

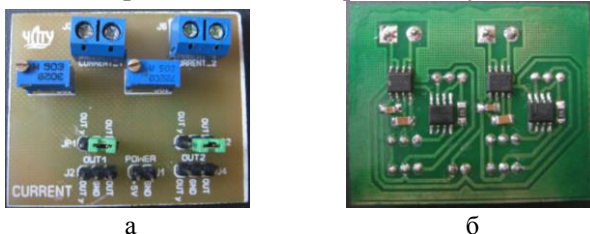


Рисунок 1 – Экспериментальный образец модуль для измерения тока:
вид сверху (а); вид снизу (б).

Основной особенностью разработанного модуля является его универсальность, которая заключается в легкой перенастройке диапазона измеряемого тока, измерение постоянного и переменного тока, а также подключение в схему положительного и отрицательного полюсов относительно нагрузки.

Как показали экспериментальные исследования, максимальная разрешающая способность разработанного модуля составляет 10мА при диапазоне измерения 250мА.

1. Дж. Фрайден, *Современные датчики. Справочник* (М.: Техносфера: 2005).

Гібридні накопичувачі енергії на основі наноструктурованих напівпровідників

Сичікова Я.О.¹, доцент; Дейнеко Н.В.², доцент

¹Бердянський державний педагогічний університет,
м. Бердянськ

²Національний університет цивільного захисту України,
м. Харків

Пошук нових джерел енергії та підвищення ефективності відомих являється актуальним завданням сучасної індустрії. Наряду з проблемою отримання енергії, стоїть проблема її накопичення та зберігання. Наявність енергоємних і потужних накопичувачів в якості проміжних пристроїв між джерелами генерації енергії і споживачем дозволяє звільнитися від жорсткої вимоги повсякчасної відповідності генерації енергії її споживанню. Тому необхідною задачею постає пошук нових матеріалів для створення сучасних гібридних накопичувачів енергії.

Як варіант сировини для виготовлення суперконденсаторних електродів нами пропонується фосфід індію завдяки простоті отримання пористих шарів на його основі і легкістю управління морфологічними властивостями. Технологію отримання *por-InP* детально представлено нами у роботі [1]. Як ФЕП рекомендується використання плівкового сонячного елемента на основі CdS / CdTe. Згідно [2] такі ФЕП при товщині базового шару менше 1 мкм мають високу ефективність, деградаційної стійкістю і демонструють найменшу вартість виробленої електричної енергії.

Таким чином використання гібридного пристрою на основі CdS / CdTe / *por-InP* сприятиме: збільшенню терміну служби сонячної електростанції при збереженні її вартості на рівні близько традиційної; згладжуванню нерівномірності генерації електричної енергії, обумовленої сезонністю і тимчасовими факторами.

1. Y. Suchikova, *Handbook of nanoelectrochemistry* **1**, 283 (2016).
2. G.S. Khrypunov, T. Li, N. Deyneko, et al., *Техническая электродинамика* **1**, 336 (2011).

Измерительный комплекс для контроля параметров фотоэлектрических модулей промышленного производства

Кириченко М.В., *старший научный сотрудник*; Зайцев Р.В, *доцент*;
Прокопенко Д.С., *студент*
Национальный технический университет «ХПИ», г. Харьков

При разработке, а также проведении входного контроля фотоэлектрических модулей (ФЭМ), закупаемых для комплектации солнечных электростанций необходимо определять его выходные параметры. Для этого измеряется световая вольт-амперная характеристика при облучении излучением, спектральный состав которого приближается к солнечному свету.

Разработанный измерительный комплекс включает в себя осветитель, состоящий из шести студийных ксеноновых фотовспышек Falcon Eyes SS 150BJ и позволяет проводить исследование ФЭМ площадью до 2 м^2 . Контроль мощности излучения осуществляется с помощью эталонного фотопреобразователя. Для использования в качестве сопротивления нагрузки изготовлен магазин сопротивлений нагрузки, в котором коммутация резисторов осуществляется с помощью MOSFET транзисторов типа IRFZ48Z, обладающих в открытом состоянии очень малой ($0,011-0,012 \text{ Ом}$) величиной сопротивления канала и не вносящих таким образом существенной помехи в величину сопротивления нагрузки даже при измерении тока короткого замыкания. Регистрация падения напряжения на сопротивлении нагрузки осуществлялась с помощью цифрового осциллографа RIGOL DS1052E, имеющего возможность непосредственного подключения к персональному компьютеру. Стабилизация напряжения питания элементов измерительного комплекса обеспечивается стабилизатором напряжения SVEN AVR-3000.

Апробация изготовленного стенда проводилась при облучении ФЭМ промышленного производства излучением мощностью от 1000 до 2000 Вт/м^2 . Установлено, что изготовленный комплекс обеспечивает адекватное воспроизведение условий работы ФЭМ. Показано, что мощность излучения 1700 Вт/м^2 является оптимальным значением, при котором обеспечивается увеличение максимальной вырабатываемой ФЭМ мощности до более чем 450 Вт .

**Задача управления режимами стока реки с водохранилищами
в условиях полноводья и мелководья**

Гасимов К.А., *студент*
Сумгаитский Государственный Университет,
г. Сумгаит, Азербайджан

Относительно крупные реки обычно сооружаются водохранилищами, предназначенными для водоснабжения, развития рыбного промысла и выработки электроэнергии. Из водохранилищ, а также из остальной части реки разветвляются оросительные каналы и трубопроводы для орошения и обеспечения населенных пунктов питьевой водой.

Управление водоснабжением из такой реки производится на основе многолетних статистических данных о количестве потребляемой воды в прилегающей зоне и о количестве стока воды в реке в отдельные времена года. Динамика притока воды в разные времена года часто не соответствует динамике ее потребления. Регулирование стока можно частично обеспечить с помощью рационального использования емкостей водохранилищ и участков реки между ними.

В задаче рассматривается река с N количеством участков, состоящих из водохранилищ и других частей реки, в каждую из которых вода поступает из предыдущего участка и из K_n количество различных речек. Из каждого участка отводится K_m количество каналов или трубопроводов.

С учетом сказанного, авторами разработана задача оптимального управления стоком крупной реки с тремя последовательно расположенными водохранилищами, в каждом участке которого имеется одна притекающая речка и один отводящий канал.

Руководитель: Искендеров А.А., *профессор*

1. А.А. Искендеров, Г.Ю. Аббасова, *Актуальн. вопр. экон. наук*, 122 (Новосибирск: 2011).

Автоматическое управление процессом кормления кур

Гаджиев З.Р.¹, студент; Исмаилзаде Р.Ф.², школьник

¹Сумгаитский государственный университет,

²Сумгаитская школа №1, г. Сумгаит, Азербайджан

Содержание домашних птиц требует регулярного кормления в зависимости от времени года. В летний период два раза, в зимний период три раза.

Известно что, от монотонной работы человек устаёт, что может привести к нарушению всего технологического цикла. Исходя из изложенного, мы придумали автоматическое управление процессом кормления птиц.

Суть нашей работы заключается в следующем:

1. Строго по часам кормить птиц.
2. Переход на летное время
3. Переход на зимний режим
4. Процесс кормления сопровождается музыкой.

В нашем примере использована азербайджанская песня «Джуджелерим» (музыка Генбер Гусейнли, автор слов Тофик Муталлимов).

Музыкальное сопровождение для кур используется как сигнал начала трапезы (условный рефлекс).

Предлагаемая схема управления может применяться для всех мини ферм и мини хозяйств.

В системе задействован компьютер, который программно управляет системой. Программа управления электромотором для этой системы написана на языке DELPHI, а для звукового сопровождения используется стандартная программа для будильников. Она позволяет выбирать мелодию, повторять и многое другое.

Электромотор включается по графику, интервал работы задается программой, шнек в трубе вращается и из бункера корм подается по линии курам.

Скорость и время работы электродвигателя пропорционально зависит от длины линии системы кормления.

Руководитель: Исмаилов Ф.Б., научный сотрудник

Использование глобальной компьютерной сети в автоматизированных оросительных системах

Гусейнова З.М., *студентка*
Сумгаитский государственный университет,
г. Сумгаит, Азербайджан

Значительная часть орошаемых сельскохозяйственных угодий и населенных пунктов находятся на высоко расположенных участках земли. Обычно такие участки обеспечиваются пресной водой, доставляемой из нижерасположенных источников.

Авторами проводятся исследования по разработке автоматизированной системы орошения для эффективного обеспечения пресной водой сельскохозяйственных объектов и населенных пунктов, находящихся в горных массивах. Разрабатываются алгоритмы и программы для оптимального управления этими системами. С этой целью предполагается разработка следующих задач:

- Разработка взаимосвязи между управлением оросительной системы и системой прогнозирования метеорологических параметров, действующей в интернетной сети.
- С учетом местных условий и прогнозных значений мелиоративных параметров региона, полученных от интернетной сети, уточнение прогнозов мелиоративных параметров для оросительной сети.
- Разработка математически обоснованных программ управления оросительной системой.
- Выбор и укомплектования надежных и экономично работающих технических средств автоматизированной оросительной системы.
- Разработка и усовершенствование автоматизированной оросительной системы.

В работе приводятся сведения о решаемых задачах управления оросительной системой, функционирующей на горном массиве и о полученных результатах исследования.

Руководитель: Аббасова Г.Ю., *докторант*

Схема автоматизации логического проектирования производственного предприятия в корпоративной сети инженеров-пользователей

Тагиева Т., *аспирант*; Сафаралиева Ф.И., *студент*
Сумгаитский государственный университет,
г. Сумгаит, Азербайджан

Разработка производственных предприятий для различных отраслей промышленности является сложным многоэтапным процессом. Без применения специальных конструкторских, технологических, математических знаний и автоматизированных систем проектирования решение проектных задач является долгосрочным процессом, с экономическими потерями, недостатками в инженерных расчетах, низкими качественными показателями продукции и недостаточностью экспериментов в лабораторных и производственных условиях. В этой связи, в тезисе рассматривается вопрос создания схемы логического проектирования технического объекта на основе интеллектуальных процедур инженеров-пользователей: проектировщика, конструктора и других специалистов в совместной творческой корпоративной сети научно-исследовательского отдела.

Процесс создания проекта производственного предприятия начинается с этапа ввода и хранения исходных данных технического объекта. Сравнительный анализ и выбор существующих проектов реализуется:

1. В базе данных проектировщика (БД₁);
2. В базе данных готовых проектов корпоративной компьютерной сети научно-исследовательского центра (БД₂);
3. В базе данных готовых проектов международной компьютерной сети (БД₃);
4. Выбор списка готовых проектов (ГП_і) из БД₁, БД₂, БД₃.

Руководитель: Мамедов С.Ф., *профессор*

Исследование емкостного датчика больших линейных перемещений

Абузарова С.Дж., студентка
Сумгаитский государственный университет,
г. Сумгаит, Азербайджан

Емкостные датчики представляют собой электрические конденсаторы, емкости которых меняются вследствие изменения под действием измеряемой величины площадей перекрытия обкладок S , расстояний между обкладками δ или диэлектрической проницаемости среды ε , находящейся между обкладками

$$C = \frac{\varepsilon \cdot S}{\delta} \quad (1)$$

Характеристика датчика, т.е. зависимость $C = f(\delta)$ является нелинейным. Емкостные датчики в основном используются для измерения малых линейных перемещений (менее 1 мм).

Целью представленной работы является расширение пределов измерения линейных перемещений датчика

Представленный емкостной датчик состоит из n обкладок соединенные между собой последовательно и резисторов с одинаковыми сопротивлениями подключенных между этими преобразователями, свободные концы которых сведены в одной точке. Под действием измеряемой линейной перемещений выполняется движение сердечника у которого изменяется емкость между обкладками. Выходное напряжение полученное на последнем сопротивлении соответствует линейным перемещением подвижного сердечника.

Руководитель: Агаева Ф.Ш., ассистент

Electroacoustic Transducers for Diagnostic Automatic Systems

Bazilo C.V., *Ph.D.*; Petrushko Yu.A., *Student*
Cherkassy State Technological University, Cherkassy

Piezoelectric transducers are widely used in electroacoustics, hydroacoustics, measuring technology, nondestructive control, medical diagnostics, automatic control and other fields of science and technology.

Cylindrical piezoelectric elements are often used in the manufacturing of piezoelectric transducers.

A new connection scheme of the cylindrical piezoelectric transducer was proposed by the authors (see Fig. 1). It consists of piezoelectric element 1, electrodes 2 – 9, generator 10 and inductances 11, 12.

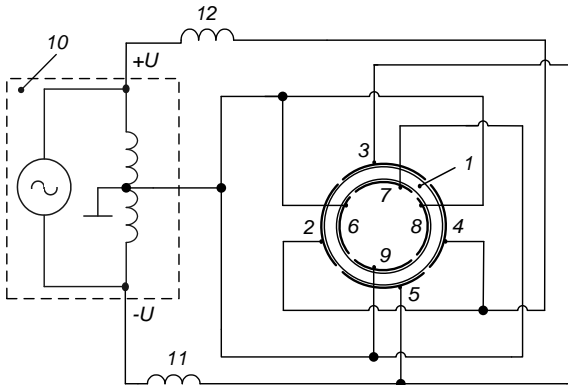


Figure 1 – Cylindrical piezoelectric transducer

Using the proposed scheme allowed to increase the level of output sound pressure of the transducer by about 12 dB compared with the prototype. Received information can be used in electroacoustic transducers designing.

1. Patent of Ukraine, IPC H04R 17/00. Electroacoustic transducer / C.V. Bazilo, Yu.A. Petrushko and others, No. 2015 12707, 22.12.2015.

The Flow-Injection Device for Remaining Chlorine in Technological Water

Tychkov V.V., *Senior Teacher*; Trembovetskaya R.V., *Associate Professor*; Kisil T.Yu., *Associate Professor*
Cherkassy state technological university, Cherkassy

The flow and flow-injection methods of lead through of analysis are effectively used for development of automatic control systems (ACS) of technological water. The creation ACS of remaining chlorine conducted in the direction of diminishing of physical devices specifications, increase of analysis automation, diminishing of their production and exploitation cost. Further development ACS is limited to possibilities of sensors. Most attention to show researches of constructions of the measuring modules of information-measuring system, sensors, to the study of directions to automation of analysis and improvement of metrology descriptions of measuring.

The measuring module of analysis of remaining chlorine is developed in technological water with the use of methods of iodimetry. A sensor determines maintenance of free iodine.

A primary chart contains an entrance channel for the test serve, capacity with solution of KI, knot of solutions correlation, reactionary spiral for solutions interfusion, sensor, capacity for weathering of exhaust solutions, valve.

This measuring module is used in laboratory terms, because works on principle of pressure drop. Solution independently can move on micro ducts by a diameter 0,5-0,8 mm. Stop of interfusion of solutions carried out by an electromagnetic valve. Analyzable solution and reagent enter knot of connection of solutions in correlation 1/10. A chemical reaction takes place in reactionary to the spiral, and maintenance of iodine is analyzed by a ionometric detector.

The flow slit detector has two silver iodide measuring and auxiliary electrodes. Both electrodes were prepared under the same conditions (Ukraine Patent 3914): 10 mkm electrode thickness, the current is 10^{-5} A at a voltage of 0.5-1 V, 15 minutes during manufacture, the diameter electrode 2.2 mm.

Placement of the electrodes, the geometric parameters of the detector slit defined performance characteristics analyzer.

Дослідження режимів охолоджувача при сепарації вологи

Лістратенко К.О., студент; Леонт'єв П.В., аспірант;
Кулінченко Г.В., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

При проведенні досліджень на експериментальній установці сепарації вологи для більш ефективного відтворення умов, що визначають температуру точки роси, яка і характеризує процес конденсації вологи, необхідно відпрацювання режимів охолодження. Для цього розроблена математична модель охолоджувача структурна схема якої представлена на рис. 1. Модель складається з трьох блоків, що дозволяє досліджувати не тільки режими теплообміну, але й вплив параметрів процесу охолодження на режими функціонування електроприводу. Модель реалізована в середовищі MatLab пакет Simulink.



Рисунок 1 – Структурна схема моделі охолоджувача установки

Специфіка досліджуваного об'єкту полягає в складності опису взаємовпливу характеристик електроприводу та режимів охолодження. Запропонована модель дозволяє врахувати реальні параметри асинхронного двигуна (які потрібні при оцінці адекватності моделі), характеристики вентилятора та теплообмінника, для оптимізації їх конструкцій для ефективності процесу теплообміну.

Змінюючи частоту обертання приводу, через блок вентилятора відбувається зміна витрати повітряного потоку, від якого залежить зміна температур в теплообміннику.

В процесі досліджень отримані динамічні характеристики об'єкту, що дають змогу сформулювати вимоги до регулятора процесу. Такий регулятор повинен забезпечити задану ефективність керування режимами роботи охолоджувача в умовах зміни параметрів холодоагенту та дії некерованих збурень процесу охолодження.

Метод непрямої вейвлет-фільтрації шумів у цифрових зображеннях об'єктів ідентифікації

Бага Л.М., аспірант; Павлов А.В., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

Однією з областей застосування вейвлет-перетворень є фільтрація шумів у цифрових зображеннях об'єктів ідентифікації. Класичний підхід ґрунтується на дискретному вейвлет-перетворенні та здійснює пряму фільтрацію цифрових зображень шляхом пірамідального алгоритму. Результатом таких операцій, як правило, є простий масив числових коефіцієнтів, обробка яких добре алгоритмується. Після чого здійснюється відбракування значень близьких до нуля, що у ряді випадків, призводить до втрати інформації. Оскільки коефіцієнти вейвлет-перетворень впливають на декомпозицію та реконструкцію цифрового зображення вибране порогове значення коефіцієнтів суттєво впливає на якість картинки та може призвести до її розмиття. Враховуючи можливі недоліки прямої фільтрації та особливості вейвлет-алгоритмів було прийнято рішення перейти від прямої фільтрації до методу непрямої фільтрації шумів різних типів у відповідних шарах цифрових зображеннях за допомогою коригуючої матриці, яка формується на основі даних вейвлет-розкладу 1-го та 2-го рівнів, не здійснюючи порогової фільтрації коефіцієнтів деталізації. Відповідно до алгоритму непрямої вейвлет-фільтрації цифрове зображення з різними типами шумових дефектів проходило чотири етапи перетворень з використанням класичних вейвлет-перетворень, наприклад Хаара або Добеші. Розбіжності розмірностей матриць різних рівнів було вирішено шляхом правильного вибору коригуючої матриці необхідного розміру. У результаті чого, було отримано матриці числових коефіцієнтів з подальшим переведенням у результуючі зображення та проведено порівняльний аналіз з початковою картинкою. Порівняння показало, що збережені якість отриманого цифрового зображення, чіткість, деталізація та корисна інформація про об'єкт, зникли крайові ефекти, точкові шумові дефекти ліквідувалися, а шуми стрибкоподібної форми стали менш помітними.

Реалізація алгоритму проводилася в декілька етапів за допомогою спеціального програмного модуля та програми MATLAB.

Комбінований закон частотного регулювання

Мелашенко О.В., студент; Павлов А.В., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

Широке розповсюдження електродвигунів змінного струму в сучасній практичній діяльності людини зумовлено насамперед відносною простотою, надійністю та невеликою вартістю відповідного обладнання. Головний недолік синхронних та асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором, а саме незмінність частоти обертання ротора двигуна, легко усувається з розвитком силової напівпровідникової та мікропроцесорної техніки шляхом використання пристроїв частотного регулювання. Три базові закони частотного регулювання, а саме пропорційний, квадратичний та кореневий мають певну кількість переваг та недоліків, один відносно іншого, при їх використанні.

В роботі пропонується, у відповідності до відомого принципу, підсилити переваги базових законів частотного регулювання та зменшити вплив недоліків використання базових окремо законів на динаміку електропривода, шляхом їх комбінування. Комбінований закон частотного регулювання може представляти собою лінійну комбінацію базових законів частотного регулювання, а саме: $\alpha \cdot (U_1/f_1) + \beta \cdot (U_1/f_1^2) + \gamma \cdot (U_1/f_1^{1/2}) = \text{const}$, де U_1 – напруга мережі, f_1 – частота живлячої напруги.

Моделювання в середовищі MATLAB динаміки системи керування з асинхронним двигуном з використанням зазначеного вище комбінованого закону частотного регулювання дало можливість зробити наступні висновки: при певному виборі параметрів комбінованого закону він здатний приймати властивості базових, з одночасним поліпшенням співвідношення прямих показників якості перехідних процесів, отже робити процес керування більш енергоефективним; завдяки можливості вибору коефіцієнтів посилення або ослаблення тієї або іншої базової складової, комбінований закон є більш гнучким і здатний задавати додаткові ступені свободи системі, що робить перспективним побудову адаптивної системи керування, де співвідношення коефіцієнтів комбінованого закону може задаватися динамічно безпосередньо в процесі роботи.

Алгоритм вейвлет-фільтрації шумових дефектів цифрових зображень

Бага Л.М., аспірант; Павлов А.В., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

На сучасному етапі науково-технічного розвитку успішно використовуються різноманітні методи обробки сигналів, зображень та часових рядів, які базуються на перетвореннях Фур'є, вейвлет-алгоритмах та інших підходах, причому добре пристосовані для дослідження структури різнорідних процесів. Це зручно при виявленні шумових дефектів цифрових зображень та їх знищенні, враховуючи, що області досліджень та використання відповідних методів практично необмежені.

Запропоновано метод з непрямою фільтрацією та шумопогашенням дефектів цифрових зображень на основі дискретного вейвлет-перетворення зі спеціальними алгоритмами розкладання зображень по шарам, обґрунтованими за допомогою математичного апарату дискретних передатних функцій, який має наступну специфіку: розкладання зображення проводиться двічі за рекурентними алгоритмами з еквівалентними дискретними передатними функціями, у яких відмінні смуги пропускання амплітудно-частотних характеристик (АЧХ); смуги пропускання АЧХ відрізняються настільки, щоб було можливим локалізувати в одному з шарів першого розкладання шумові дефекти, а другий варіант розкладання не повинен містити шумових дефектів. Особливістю методу є те, що фільтрація зображення відбувається за рахунок взаємної заміни масивів значень яскравостей пікселів після відповідного вейвлет-перетворення у відповідних кольірних каналах, одержаних в результаті паралельних розкладань за алгоритмом методу відмінним на стільки, щоб існувала можливість локалізувати шуми. Після зворотного вейвлет-перетворення за алгоритмом даного методу було отримано чітке зображення з суттєво погашеними шумовими дефектами та без крайових ефектів.

Таким чином, комбінування даних дозволяє забезпечити якісну непряму фільтрацію шумів цифрових зображень без інших додаткових фільтрів-«шумодавів» в процесі реалізації шумопогашення дефектів.

Вдосконалення системи автоматизації комплексу сушіння молочних продуктів з використанням енергозберезних заходів

Швець В.В., аспірант

Національний університет харчових технологій, м. Київ

Із збільшенням попиту на сухі молочні продукти, з'являється потреба в застосуванні передових систем контролю і управління. Використання таких технологій є потенційно економічно та енергоефективними. Основним завданням при керуванні процесом розпилювальною сушаркою полягає у використанні мінімум енергії (гарячого повітря), щоб довести сировину до порошкоподібного стану і уникнути прилипання до стінок камери.

Кількість вологи, що видаляється при сушці розраховують за формулою:

$$W = G_1 / (1 - (100 - w_1) / (100 - w_2)) \quad (1)$$

де G_1 – кількість сировини, що поступає в сушарку, кг/год;

w_1, w_2 – вміст вологи у вологому і сухому продукті, відповідно, %;

Кількість сухого продукту (кг/год) на виході отримуємо з рівняння:

$G = G_1 - W$ Для оптимізації енерговитрат, витрату гріючої пари отримаємо за формулою:

$$D_f = (W_{i_a} + G_2 c_2 t_2 - G_1 c_1 t_1) / (i_g - t_e \tilde{n}_e) \eta_T \quad (2)$$

де $i_B, i_{п.}$ – ентальпія вторинної і гріючої пари, Дж/кг;

c_2, c_K – питома теплоємність сировини і конденсату, Дж/(кг·°C);

t_1, t_2, t_K – температура сировини, що поступає в сушилу, сухого продукту і конденсату, °C; G_1 – теплоємність сухого продукту, Дж/год; η_T – тепловий ККД сушарки.

Основним показником, за яким відбувається управління комплексом сушіння молочних продуктів, є температура на вході та виході з апарату. Для ефективного керування процесом та оптимізації енерговитрат необхідно забезпечити температурний режим та врахувати витрату гріючої пари.

Моделювання системи керування ходовим візком прольотних кранів

Крючкова А.С., студент; Соколов С.В., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

Основною частиною прольотного крану є міст, по якому рухається ходовий візок, що складається з механізмів підйому або опускання і переміщення вантажів. Головною задачею керування рухом кранового візка є підвищення ефективності крана при мінімальному коливанні вантажу та мінімальних затратах на управління, оскільки обмеження коливання вантажу дозволить підвищити надійність роботи кранів і знизити енерговитрати.

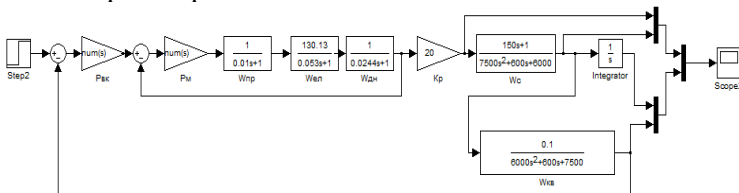


Рисунок 1 – Структурна схема досліджуваної системи в середовищі MatLab Simulink.

Для обмеження моменту відбувався контроль рівня вихідного сигналу регулятора кута зсуву. Для цього використано моделювання досліджуваного електроприводу переміщення візка. Це дало можливість виключити коливання, і виявити, що оптимальний процес зниження коливання досягається при пуску з постійним прискоренням. В результаті моделювання (рис.1), здійснено керування рухом візка при різних умовах роботи з обмеженням розгойдування і оптимальним, щодо прискорення, процесом руху. Аналіз чутливості передатних функцій системи управління показує, що в пропонованому електроприводі переміщення візка найбільші вимоги ставляться до точності датчика ваги вантажу. Практичне виключення коливальності досягнуте введенням регуляторів, розрахованих за допомогою диференціювання рівняння Беллмана та прирівняння його до нуля. Моделювання в середовищі MatLab Simulink продемонструвало правильність розрахунків регуляторів.

До визначення координат стану процесу плавки металу в індукційній тигельній печі

Таран І.В., студент; Черв'яков В.Д., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

У металургійному виробництві широко застосовуються плавильні печі для виготовлення сплавів. Широко розповсюдженим видом середньо-об'ємних плавильних установок є індукційні тигельні печі. Електричною частиною печі є система живлення нагрівального елемента – індуктора, яка дозволяє плавно регулювати параметри магнітного поля у внутрішній порожнині тигля, заповненої шихтою. Основними вимогами до електричної частини є енергоефективність, забезпечення можливості автоматизації процесів плавки та візуалізації параметрів процесу. Актуальність роботи викликана гостротою проблеми енергозбереження в енергоємних технологічних процесах, до яких відносяться процеси плавки металів в індукційних печах.

Для ефективної роботи печі приходиться живити її струмами високої частоти, що досягається живленням індуктора від перетворювача частоти. Аналіз технічних рішень електричної частини печі показав, що більшість з них не враховує можливості сучасної електронної техніки та засобів автоматизації.

Для вирішення задач енергоефективного керування процесом плавки необхідно, наперед усього, визначити перелік змінних (координат) стану процесу плавки, який є об'єктом керування. Аналіз фізичних основ технологічного процесу плавки металу в тигельних печах, проведений на підставі наукових праць відомих в цій галузі вчених В.П.Вологдіна, Г.І.Бабатова, М.Г.Лозінського, А.Е.Слухоцького, А.Б.Кувалдіним, показує, що керованими параметрами процесу плавки є напруга та частота живлення індуктора. Метою керування процесом плавки є максимізація коефіцієнта потужності електричної частини печі. Для формування енергоефективного закону керування технологічним процесом необхідне вимірювання таких параметрів процесу як температура садки, її маса, напруга і струм живлення індуктора, активна потужність, коефіцієнт потужності. У нашій роботі розглядаються технічні засоби вимірювання або обчислення методами моделювання перелічених параметрів процесу.

Частотне регулювання електроприводом компресорної станції

Копейкін В.Є., студент

Сумський державний університет, м. Суми

Основними частинами електроприводу компресорної станції є асинхронний двигун з короткозамкнутим ротором та перетворювач частоти, який отримує напругу з джерела трифазного живлення. Головною задачею частотного регулювання електроприводом компресорної системи є можливість зміни напруги живлення і частоти, які подаються на двигун. Це здійснюється за допомогою раніше визначених законів частотного регулювання, що зменшує споживання енергії та збільшує довговічність функціонування системи. Для моделювання досліджуваного електроприводу виведено систему диференціальних рівнянь, яка описує роботу асинхронного двигуна. Для отримання динамічні характеристики досліджуваної системи в системі координат було побудовано модель асинхронного двигуна.

Аналізуючи результати моделювання отримана інформація про залежність прямих показників якості від використовуваного закону частотного перетворення і, відповідно, їх різницю. Застосовуючи при регулюванні лінійний закон, спостерігається низький рівень перерегулювання, у той час, як використання квадратичного закону дає зовсім інший результат – найвищий рівень. У використанні кореневого закону відмічаються сильні короточасні стрибки моменту при запуску двигуна. Використовуючи квадратичний закон, спостерігається сильний стрибок моменту при розгоні до швидкості холостого ходу. За усіма базовими законами частотного регулювання спостерігається кривизна при пуску двигуна, що, як наслідок, може небажано змінювати параметри руху системи і, відповідно, зменшити час використання обладнання, його надійність.

Застосовуючи відповідні коефіцієнти, є можливість впливати на швидкість зміни параметрів руху системи, таким чином, комбінуючи базові закони частотного регулювання. Комбінація базових законів частотного регулювання електроприводом компресорної станції дає можливість здійснити лінеаризацію прямих показників якості при перехідних процесах, що може використовуватись як протипомпажний засіб.

Аналіз залежності критерію енергоефективності перехідних процесів в електроприводі від величини ривка

Чуня Л.А., студент; Черв'яков В.Д., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

Під час здійснення процесів пуску, гальмування, реверсування та регулювання швидкості руху робочих органів технологічних машин ставиться технологічна задача змінення швидкості руху робочого органа від одного усталеного значення до іншого. Така задача розв'язується шляхом відпрацювання системою керування приводом робочого органа заданої тахограми $\omega(t)$ змінення кутової швидкості ω обертання двигуна від початкового усталеного значення ω_0 до кінцевого ω_k , а цільовою функцією є мінімізація критерію ефективності W , за який приймають час протікання перехідного процесу або витрату енергії за цей час, при обмеженні на допустимому рівні другої похідної за часом швидкості обертання двигуна, яку називають ривком $R = |d^2\omega/dt^2|$. Обмеження ривка R в перехідних процесах певною величиною $R_{\text{доп}}$ обумовлено вимогами надійності роботи системи привода або дотримання регламенту технологічного процесу. Під час розроблення тахограм намагаються вибирати певне компромісне значення ривка R менше допустимого $R_{\text{доп}}$, з дотриманням умови несуттєвого, тобто компромісного збільшення значення критерію W ефективності у порівнянні з його мінімальним значенням $W(R_{\text{доп}})$ при $R = R_{\text{доп}}$.

Вибір компромісного значення R_k ривка у тахограмі $\omega(t)$ базується на якісному аналізі функції

$$W(R) = a_0 + a_1/R + a_2/R^2, \quad (1)$$

де a_0 , a_1 і a_2 – числові коефіцієнти, що залежать від початкового та кінцевого значень швидкості обертання двигуна в перехідному процесі, заданого значення похідної $d\omega/dt$ на ділянці рівноприскореного руху в перехідному процесі, значень приведених до валу двигуна статичного моменту та моменту інерції рухомих мас механічної системи привода.

Доведено, що функція $W(R)$ має гіперболічний характер: $dW/R \rightarrow 0$ при $R \rightarrow \infty$ незалежно від фізичного сенсу критерію ефективності W .

Оптимізація системи автоматичного керування насосної станції

Холодцько С.Г., студент; Соколов С.В., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

Використання автоматичних систем управління (АСУ) сприяє підвищенню ефективності виробництва, значному скороченню витрат, підвищенню безвідмовного функціонування та рівня безпеки. Створення АСУ є необхідним, перспективним та економічно вигідним напрямком розвитку. Актуальним є завдання підвищення ефективності роботи насосної станції (НС) за рахунок впровадження автоматичного частотного регулювання роботи приводного двигуна. У зв'язку з цим необхідним є вирішення таких завдань, як вибір і обґрунтування структури та параметрів системи автоматичного регулювання (САР) насосної станції. За допомогою розв'язання задачі оптимального управління методом динамічного програмування були отримані оптимальні значення регуляторів САР НС у відповідності до критеріїв оптимальності, а саме: збільшення швидкодії АСУ і мінімізація енерговитрат.

В даній роботі розроблена математична модель системи автоматичного керування насосної станції, яка використовується для подачі води в житлові будинки, а також для підтримки сталим тиску в системі водопостачання. Для задоволення критеріїв оптимальності у стандартну структурну схему САР було введено два контури регулювання: зовнішній – для мінімізації енерговитрат шляхом регулювання тиску та внутрішній – для збільшення швидкодії системи за рахунок забезпечення необхідної частоти обертання електродвигуна. До схеми зовнішнього контуру входить давач та регулятор тиску, а до схеми внутрішнього контуру – тахогенератор для вимірювання частоти обертання двигуна разом з регулятором частоти обертання електродвигуна насосної станції. Для оптимізації системи регулювання було розв'язано задачу оптимального управління, використавши метод динамічного програмування по чергово для внутрішнього і зовнішнього контурів. За результатами розрахунків було проведено моделювання САР в програмному середовищі MatLab Simulink та отримана кінцева схема системи автоматичного керування насосної станції.

Використання параметра ковзання для діагностування технічного стану асинхронного двигуна і визначення його динамічної стійкості

Савченко П.І., *професор*; Гузенко В.В., *аспірант*;
Холодна Д.О., *студент*

Харківський національний технічний університет сільського
господарства ім. Петра Василенка, м. Харків

У сільському господарстві використовуються різні машини та агрегати такі як: вентилятори, насоси, змішувачі, та ін. Як відомо, вони мають з точки зору механічних властивостей різну динаміку. Функціонування деяких технологічних процесів має потребу забезпечення оптимального режиму роботи, щоб ВОРМ мав змінну швидкість. Враховуючи такий важливий параметр як ковзання ЕД для діагностування його роботи, аналізу енергозбереження, динамічної стійкості ЕП при набросу навантаження, зниженні і провалу напруги на затискачах АД можна підвищити надійність безвідмовної роботи.

Метою роботи є підвищення точності діагностування технічного стану АД і визначити динамічну стійкість роботи на основі використання параметра АД – ковзання.

Для різних видів характеристик РМ ступінь зміни ковзання, при напрузі відмінній від номінальної, буде різною. А в залежності від того, які вимоги РМ до швидкості АД, можна проаналізувати як буде впливати РМ на МХ двигуна, і як двигун впливає на статичну характеристику. Зведені результати довготривалих дослідів з отриманням позитивних параметрів, були оброблені програмним пакетом Visual Basic, які показали величину ковзання та робочу точку усталеного режиму. Що дало підставу шукати шуканий корінь отриманого рівняння на інтервалі $S \in (0; S_{кр})$, оскільки режими, робоча точка яких визначає ковзання перевищує критичне значення, відповідає аварійним режимам. За допомогою стробоскопизиметру визначили залежність ковзання АД від навантаження, які були близькими до розрахункових. По результатам досліджень видно, що на деяких установках зміна параметрів мережі може не завдати великих шкідливих наслідків, то на інших робочих машинах, які визначені в роботі, слід використати дану методику аналізу з подальшим її вдосконаленням.

Модернізація двухконтурного газового котла

Євтушенко Д.О., студент; Соколов С.В., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

На сьогоднішній день є актуальними задача зменшення витрат енергоресурсів та підвищення ефективності використання теплоносіїв. Тому є важливою модернізація систем керування газових котлів пристроями регулювання. Сучасний газовий котел є компактним опалювальним приладом, в корпусі якого, крім нагрівальних елементів, знаходиться все необхідне обладнання для його ефективної роботи. Сам котел призначений для нагрівання води для систем опалення та гарячого водопостачання на тих об'єктах, що не підключені до централізованих систем опалення та водопостачання. Автоматизація котла повинна забезпечувати безпечну роботу об'єкта та його комплектуючих завдяки регулюючих пристроїв, які виконують функції регулювання та контролю. Для забезпечення високої точності вимірювання та якісного автоматичного управління керуючими параметрами доцільно використання регулюючого мікроконтролера.

Метою даної роботи є модернізація системи управління газовим котлом за рахунок застосування мікроконтролера. Для цього за основу був взятий мікроконтролер МК-25. Завдяки використанню в регуляторі закону ПІД-регулювання досягається найбільша точність підтримки температури води в системі водонагрівання та регулювання витрати газу. Регулювання здійснюється за температурою, яка підтримується на рівні заданої. При перевищенні температури над заданим значенням контролер перенаправляє гарячу воду до теплової мережі з метою недопущення перегрівання води. Система автоматики обробляє сигнали, що надходять на вхід за заданою програмою і формує сигнали управління і регулювання, а також відображає значення температури на цифровому індикаторі. Залежно від задач, які ставляться до контуру регулювання, автоматично налаштовується параметри пропорційної, інтегральної і диференціальної складових регулятора. Даний регулятор являє собою компактний прилад, що зможе вільно запрограмувати навіть користувач, який не має знань і навичок програмування, не складно викликавши і виконавши ці функції шляхом конфігурації регулятора.

Впровадження новітніх інформаційних технологій, як спосіб скорочення витрат банківської установи

Толбатов А.В., *доцент*; Глуходід Н.Ю., *студент*
Сумський національний аграрний університет, м. Суми

У сучасних ринкових умовах конкурентоспроможність банку є вирішальним фактором успішності та надійності його роботи. До основних переваг державних банків в Україні на сьогодні варто віднести соціальну спрямованість, надійність, здійснення спільних із урядом програм, які передбачають грошову компенсацію чи зменшену відсоткову ставку за користування кредитами. Проте, недоліками у роботі державних банків є брак інноваційних банківських продуктів та послуг, а також утримання нерентабельних відділень. Споживач потребує швидкого, якісного та мобільного обслуговування, обираючи всі переваги новітніх інформаційних технологій: мобільний, інтернет-банкінг та ін. Тому доцільним є розширення кола доступних операцій та послуг саме у системах віддаленого банкінгу. Проблему утримання нерентабельних відділень банку у селах та інших населених пунктах слід вирішити шляхом заміни таких відділень на мережу універсальних інформаційно-платіжних терміналів (УПТ) побудованих на базі сучасних автоматизованих систем керування з можливістю динамічного оновлення програмного забезпечення. УПТ поєднують в собі функції звичайних терміналів та банкоматів, тому інкасація УПТ проводиться набагато рідше. Їх доцільно установити у магазинах та/або у поштових відділеннях, проте варто розробити інструкції та графічні схеми, які значно полегшать процес їх використання. Необхідно також закріпити за такими населеними пунктами співробітників, які зможуть консультувати клієнтів за потреби. УПТ необхідно обладнати системами захисту від крадіжок та вандалізму, встановивши на них спеціальні датчики та скористатися послугами служби охорони, застосовувати сучасні (GSM; GPS; Internet) рішення передачі інформації на пульт охоронної компанії. Такі заходи сприятимуть скороченню витрат банку на оренду, заробітну плату, оплату за комунальні послуги та дозволять за рахунок впровадження мережі УПТ збільшити клієнтську базу, загальну рентабельність, покращити зручність та якість обслуговування клієнтів, особливо у віддалених селах.

Загальні принципи автоматизованої обробки даних для аналізу та оцінки складності робіт

Толбатов С.В.

Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

Сучасні методи аналізування та оцінювання складності робіт передбачають анкетний метод опитування експертів, відібраних до робочої групи. Анкетування може відбуватися за допомогою чітко структурованих і формалізованих опитувальних листів, які видаються експертам для заповнення, або ж з використанням автоматизованих робочих місць на основі спеціальних інформаційних систем та програмного забезпечення.

У зв'язку з тим, що до аналізування роботи може залучатися від 5 до 10 експертів, виникає питання обробки отриманих результатів, оскільки думки експертів не завжди співпадають і перед особою, відповідальною за проведення експертизи, виникає завдання прийняття рішення щодо визначення оцінки конкретного аспекту роботи з декількох можливих варіантів. Застосуємо базові підходи та визначення теорії вимірювань, яка знайшла широку придатність у розробці технологій експертного оцінювання для формалізації алгоритму обробки отриманих даних. Як правило, експерти під час оцінювання використовують порядкову шкалу, обробка якої не може здійснюватись за допомогою звичайних операцій додавання, множення та ін., що свідчить про те, що один з аспектів за рангом вище ніж інший або менш значимий. Поряд з визначенням типу шкали вимірювання конкретних даних розглядають проблему пошуку алгоритму аналізу даних, які повинні бути інваріантними відносно будь-яких припустимих змін шкали. Відповідно до теорії вимірювань при математичному моделюванні реального явища, (а саме таким є аналіз роботи), потрібно визначити тип шкали, в якій будуть вимірюватися аспекти роботи. Тип шкали задає групу припустимих змін (перетворень) шкали. Припустимі перетворення не змінюють об'єктивних відношень між аспектами роботи, які існують під час її виконання. Оцінювання на основі середніх балів та метод медіан виконується в дослідженнях в яких експертами виставляються бали об'єктам дослідження, далі розраховують середні бали і розглядають їх як інтегральні (тобто узагальнені, підсумкові) оцінки.

Збільшення ефективності вітрових установок

Борисенко Д.О., *студент*; Самедов Ю.Ф., *доцент*
Сумський державний університет, м. Суми

Широко розповсюджені вітроелектрогенератори є поодинокими установками, що не є достатньо ефективними з точки зору використання як енергії вітряного потоку, так і земельних площин. Тому пропонуються рішення по будові вітроенергетичних комплексів на основі патентів України.

Вітрова установка вежової конструкції може бути використана як окрема вітрова електростанція у рівнинних регіонах, де мало вітру. Конструкція містить вертикальний круглий корпус з наскрізними прорізами по висоті друг над другом, у яких встановлені спрямовачі вітрового потоку, які змінюють напрям потоку повітря з горизонтального на вертикальний по середині корпусу. Ззовні вежі встановлені вертикальні розсікачі вітру. В результаті за ефектом воронки малі пориви вітру ущільнюються та потік повітря рухається вгору по середині вежі з наростаючою швидкістю.

По висоті вежі в її середині встановлені не зв'язані один з одним генератори пропелерного типу з вертикальною віссю обертання. В прямокутних вежах (повітроводі) на схилах гір та пагорків ефективним буде використання генераторів роторного типу з горизонтальною віссю обертання.

При надмірної швидкості вітру передбачено обмеження швидкості повітряного потоку в середині вежі.

Нові технічні можливості відкриваються при використанні вітрових двигунів з рушіями у вигляді подовжених горизонтальних лопастей у форми напівциліндрів порівняних з довжиною лопастей пропелерного типу. Виконання вітроенергетичного комплексу на основі цих горизонтально – роторних вітродвигунів дозволяє компактно розмістити велике число генераторів при меншій висоті опор і, таким чином, набагато краще використати енергію вітру і площі, на яких розміщується комплекс. Збільшенню числа генераторів сприяє також те, що частину генераторів можливо зробити з жорсткою не обертовою віссю. Такі вісі є конструктивними елементами, що несуть. Є також змога використання канатних розтяжок на опорних колонах.

**Моделювання системи регулювання температури
контактного відділення**

Отенко С.О., студент; Самедов Ю.Ф., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

Контактний апарат — це хімічний реактор для проведення гетерогенно-каталітичних процесів у виробництві сірчаної кислоти.

Основною метою дослідження є розрахунок передатної функції автоматичної системи регулювання температури. Робота системи полягає в тому, що регулювання температури здійснюється шляхом зміни подачі газо-повітряної суміші. Якщо змінилася температура, то датчик фіксує це і подає сигнал автоматичному регулятору, який у свою чергу виробляє сигнал управління і посилає його на виконавчий механізм.

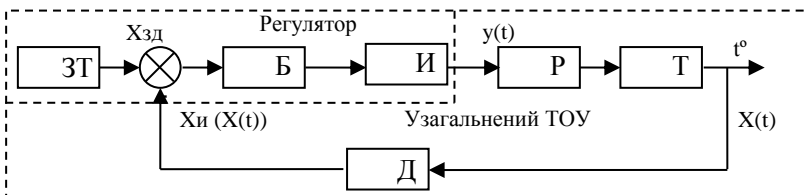


Рисунок 1 – Структурна схема досліджуваної системи в середовищі MatLab Simulink.

Для мінімізації функціоналу при синтезі спостерігача змінних стану адаптивної системи керування за допомогою принципу максимуму ми використали алгоритм рекурентного МНК (регуляризований фільтр Калмана).

Алгоритм формування керуючих впливів при синтезі адаптивного регулятора керуючих впливів здійснений за допомогою мінімізації функціоналу та інваріантного занурення рівнянь Ейлера-Лагранжа.

Отримано алгоритми самоналагоджувальних ПД-регуляторів керуючих впливів і оцінок змінних стану. Показано, що адаптивний регулятор температури газу у всіх режимах роботи забезпечує управління витратою палива ТРДД, близьке до оптимального управління.

Дослідження процесу функціонування комплексної охоронної системи допуску

Толбатов В.А.¹, *доцент*; Толбатов А.В.², *доцент*;
Калітін О.Ю.¹, *студент*; Виноградова О.О.², *студентка*

¹ Сумський державний університет, м. Суми

² Сумський національний аграрний університет, м. Суми

Для забезпечення безпечного перебування людей в місцях їх проживання, навчання або роботи застосовується спеціальна програмно-апаратне оснащення. Таким оснащенням виступає комплексна охоронна система допуску на підприємство, яка дозволить вирішити всі виникаючі питання при організації обмеженого доступу на об'єкт, який підлягає захисту. Актуальність цієї теми полягає в тому що, вона може застосовуватися як в адміністративних будівлях, так і на великих підприємствах, тобто скрізь де потрібна організація пропускового режиму відповідного рівня з урахуванням інформаційної та правової складової. Метою дослідження виступає сам процес допуску на підприємство (організацію), його алгоритм функціонування, порівняння характеристик системи в цілому. Вдосконалення відбувається за рахунок збільшення кількості робочих операцій та процесів, модернізації алгоритмів роботи та інструкцій.

Ринок засобів допуску постійно розвивається, що дозволяє впроваджувати більш зручні та надійні системи, як в контексті керування так і у використанні. Існує багато точок зору на проблеми допуску на підприємство, які сприймається як забезпечення фізичного доступу на той чи інший об'єкт. Розглянемо систему допуску з погляду інформаційної безпеки, інформаційного права, інтегрованості в управління доступу не тільки до фізичних об'єктів, але й до інформаційних, інтелектуальних, які належать до власності підприємства. Найбільш важливою задачею є автоматизація всього процесу організації доступу, зниження його ресурсних витрат, як людських так і часових, зниження людського чинника при оформленні доступу та в цілому організація зручного простого процесу з надання або заборони доступу співробітникам як до фізичних, так і до інформаційних об'єктів підприємства. Це допоможе покращенню стану інформаційної безпеки в цілому на підприємстві або ін. об'єкті.

**Синтез системи автоматичного керування для
кільцезокатної машини RAW 160/125**

Толбатов В.А.¹, доцент; Добророднов О.А.¹, аспірант;
Войченко Г.І.², доцент; Ямкін М.В.¹, студент

¹ Сумський державний університет, м. Суми

² Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ

Метою дослідження є синтез автоматичної системи керування для підвищення ефективності та надійності кільцезокатної машини (стану). Як результат очікується покращення якості та ефективності виробництва при зменшених витратах електроенергії, матеріалу та персоналу. Стан призначений для розклатки кілець з великим діаметром з штучних заготовель в умовах мало-серійного та серійного виробництва і є важливим технологічним устаткуванням підприємства. Сучасний етап еволюції машинобудівного виробництва характеризується активним використанням високоефективних технологій з використанням складних динамічних об'єктів (СДО), намаганням домогтися гранично високих експлуатаційних характеристик як існуючого, так і проєктованого обладнання, потребою звести до мінімуму будь-які виробничі втрати. Все це можливо тільки за умови істотного підвищення якості управління динамічними об'єктами, в тому числі шляхом широкого застосування високоефективних автоматичних, адаптивних систем управління СДО.

Система що синтезується є багатомірною так як контроль відбувається одразу декількох параметрів: швидкості обороту радіальних розкатних валів, їх зворотній та основний рух та відстань між ними; переміщення аксіального валу в основному та зворотному напрямі для корегування форми кільця. Зменшити енерговитрати дозволить оптимізація управління механічними процесами (збільшення їх точності), яке разом з тим приводить до збільшення якості, а також дозволить зменшити час простою при переході між стадіями розкату. Також контролюються: надійність та зведення вірогідних помилок до мінімуму, так як процес прокату відбувається при значному тиску та температурі самої заготовки; параметри та підтримання їх в відповідному потрібному діапазоні; стійкість до вірогідних збоїв дозволить звести їх до нуля; зменшення впливу на виробничій процес людського фактору.

Модернізація токарного верстата з ЧПК моделі 16K20Ф3С32

Толбатов В.А.¹, доцент; Добророднов О.А.¹, аспірант;

Толбатов А.В.², доцент; В'юненко О.Б.², доцент;

Осадчий М.О.¹, студент

¹ Сумський державний університет, м. Суми

² Сумський національний аграрний університет, м. Суми

Метою дослідження є розробка сучасних підходів до удосконалення токарного верстата з числовим програмним керуванням (ЧПК) моделі 16K20Ф3С32 та можливістю виконання фрезерних операцій для інструментального виробництва [1]. Даний верстат універсальний та призначений для токарної обробки деталей в умовах одиничного та малосерійного виробництва і є актуальним технологічним обладнанням.

У спектрі сучасних архітектурних рішень лідируючі позиції займає концепція PCNC. Принциповою особливістю систем ЧПК типу PCNC є використання відкритої архітектури, яка передбачає:

- конфігурування систем у виробника мехатронного устаткування і кінцевого користувача;
- інтеграцію покупних програмних пакетів;
- еволюцію системи в умовах максимальної незалежності від змін системної платформи;
- доступ до інформації будь-якого модуля;
- підключення до зовнішнього мережевого комунікаційного середовища;
- використання в архітектурі системи принципів системної інтеграції.

Операційна система Windows з розробкою та впровадженням спеціалізованого програмного забезпечення (СПЗ) стала оптимальним рішенням даної задачі. Мікроконтролери програмують у рамках єдиного інформаційно-обчислювального середовища для ядра ЧПК.

Переваги даної архітектури з СПЗ є дуже важливим чинником для устаткування інструментального виробництва.

1. В.А. Толбатов, А.В. Толбатов, О.Б. В'юненко, О.А. Добророднов, *Вісн. Хмельницького нац. ун-ту. Серія: "Технічні науки"* № 3(225), 46, (2015).

Використання персональних навчальних середовищ для організації дистанційної форми навчання

В'юненко О.Б., *доцент*; Толбатов А.В., *доцент*
Сумський національний аграрний університет, м. Суми

Головна вимога сьогодення для вищих навчальних закладів – автоматизація учбового процесу, позбавлення рутинності, підвищення ефективності роботи за рахунок використання інформаційних та телекомунікаційних технологій, надання освітніх послуг з використанням WEB-ресурсів [1].

Мета роботи – розробка методологічних підходів, спрямованих на підтримку придбання знань користувачами на базі дистанційних освітніх технологій, включаючи соціальні сервіси, які використовуються в процесі створення персональних навчальних середовищ. Існують різні підходи щодо впровадження дистанційного навчання: на основі систем управління навчанням (LMS) і на основі персональних навчальних середовищ (PLE). Один вказаних підходів відображає використання «упакованих» онлайн-курсів і модулів в системі управління навчанням (LMS), наприклад таких, як система Moodle. Можна застосовувати і особово-орієнтований підхід, заснований на побудові персональних навчальних середовищ (PLE) з набору відомих веб-інструментів, керованих окремими користувачами. На наш погляд, ефективне впровадження дистанційної освіти може ґрунтуватися на інтеграції обох зазначених підходів. До мінімального набору персонального навчального середовища (PLE) мають входити: blog, ePortfolio, microblog, twitter та інші веб-інструменти. Перспективами для подальших досліджень є аналіз і вибір ефективних соціальних сервісів, розробка нових підходів до формування персональних учбових середовищ відповідних персональних учбових мереж для слухачів дистанційних курсів, їх інтеграція у систему Moodle, а також їх поєднання для оперативного управління курсами із використанням системи «Електронний деканат».

1. O. Viunenko, A. Tolbatov, S. Vygaryaylo, V. Tolbatov, S. Agadzhanova, S. Tolbatov, *Information technologies in the educational process as the basis of modern distance learning* (TCSET 2016 – Lviv, 2016. – P. 831–833).

Показатель формы спектра низкочастотного шума как функция частоты

Резчиков С.Е., аспирант

Ульяновский государственный технический университет,
г. Ульяновск, Россия

Низкочастотный (НЧ) шум (также $1/f$ -шум, фликкер-шум, избыточный шум) присутствует во всех типах полупроводниковых приборов (ППП) и множестве физических и биологических систем. Его важнейшим параметром является показатель формы спектра - γ .

При этом исследователи обычно рассматривают показатель спектра как константу для НЧ-шума в конкретном образце ППП. Либо графически по зависимости спектральной плотности мощности (СПМ) определяют участки, на которых показатель спектра имеет определённое значение. Однако если изучить полученные исследователями спектрограммы, легко заметить, что очень часто значение СПМ шума зависит (в двойном логарифмическом масштабе) от значения частоты нелинейно. А значит, говорить о конкретном значении γ НЧ-шума в таких случаях не вполне корректно.

Поскольку зависимость СПМ идеального НЧ-шума от частоты, построенная в двойном логарифмическом масштабе, является линейной, показатель формы спектра определяется так же как угловой коэффициент прямой (и равен ему по модулю). И, соответственно, численно равен тангенсу угла наклона касательной к кривой (прямой) зависимости СПМ.

Таким образом, значение $\gamma(f)$ в конкретной частотной точке также можно определять как модуль углового коэффициента касательной проведённой к зависимости СПМ в данной точке. Или, на практике, как модуль углового коэффициента прямой проведённой между двумя соседними точками расположенными поблизости от интересующей нас частотной точки. Стоит заметить лишь, что вопрос рассмотрения показателя спектра в качестве функции, разумеется, тесно связан с задачей оценки погрешности определения параметра γ . Такой метод измерения можно реализовать в автоматизированном микроконтроллерном измерителе. И можно предвидеть появление со временем методов фликкер-шумовой спектроскопии основанных на исследовании характера зависимости $\gamma(f)$.

Разработка робота сферической формы

Американов А.А., студент; Лежнев Е.В., студент;

Романов А.Ю., старший преподаватель

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия

В настоящее время роботизированные системы широко используются как на производственных линиях, так и в повседневной жизни. Роботизированные системы можно условно разделить на мобильные и стационарные. Конструкции мобильных роботов могут быть очень разнообразными, начиная от простейших колесных тележек до сложнейших антропоморфных механизмов.

Для разработки робота было принято решение использовать конструкцию шара. Робота приводят в движение два электромотора, которые прикреплены к оболочке сферы. Поворот робота осуществляется путем смещения центра тяжести в сторону движения. Управление сервоприводом и электродвигателями осуществляется платой Arduino Mega на базе микроконтроллера ATmega2560. Без дополнительного оборудования разработанный робот развивает максимальную скорость 15 км/ч, и при полной зарядке автономно функционировать более 1 часа.

Связь управляющего устройства с Роботом шаром осуществляется посредством Bluetooth. В настоящее время реализована программа для управления роботом с помощью мобильного устройства с операционной системой Android; ведется разработка приложений для персональных компьютеров с операционной системой Windows и Linux. Робот может перемещаться автономно по заданной программе и, при установленных датчиках расстояния, объезжать препятствия.

При реализации робота использовалась прозрачная сфера, что в дальнейшем позволит установить внутри робота видеокамеру для передачи изображения местности оператору. В проекте планируется использовать микрофон и колонки, для передачи синтезированных голосовых фраз, передаваемых от оператора.

Разрабатываемый робот может использоваться в качестве робота гида, робота для охраны помещений, для обеспечения дистанционного присутствия и др.

Дослідження алгоритмів комп'ютерного зору та розпізнавання об'єктів на двовимірних зображеннях

Толбатов В.А.¹, доцент; Шандиба О.Б.², доцент;
Толбатов А.В.², доцент; Нечипоренко С.М.¹, студент;
Виноградова О.О.², студент

¹ Сумський державний університет, м. Суми

² Сумський національний аграрний університет, м. Суми

Комп'ютерний зір (КЗ) або машинний зір (МЗ) - сукупність програмно - технічних засобів, що забезпечують отримання інформації в цифровій формі фотозображень, їх обробку та видачу результату в вигляді, придатному для його практичного застосування у реальному часі. Розрізняють монокулярний та біокулярний МЗ, призначених відповідно для побудови і обробки плоских та об'ємних зображень. Змістовний аналіз КЗ є науковим напрямом в області штучного інтелекту та пов'язаних з ним технологій зчитування зображень реальних об'єктів, їх обробки та використання отриманих даних для автоматизованого вирішення прикладних завдань. На теперішній час існує досить багато різних підходів до реалізації систем КЗ, починаючи від різних варіацій стосовно порівняння отриманого представлення з контрольним, до побудови по зображеннях об'ємних тривимірних моделей. Зважаючи на обсяги теми розпізнавання об'єктів увага, за можливості, концентрується на алгоритмах розпізнавання об'єктів на двовимірних зображеннях.

Здавалося б, сучасні комп'ютери відмінно можуть зберігати величезні обсяги інформації, картинки, відео та аудіо файли. Що заважає їм з такою ж легкістю знайти фото потрібної людини з особистої фотогалереї? Цьому перешкоджає ряд моментів. Зразок на сцені може: мати інший масштаб; бути повернений в площині зображення; бути в довільному місці сцени; може бути зашумлений, видно не повністю, частково заслонений іншими предметами; може мати відмінну від зразка яскравість та контраст; його може не бути зовсім. Існуючі алгоритми і методи пошуку об'єктів на двовимірних зображеннях з метою підвищення їх відповідної якості у т.ч. для технологічних систем та систем охорони праці потребують подальшого вивчення та аналізу, тому авторами запропоновані деякі новітні алгоритми пошуку об'єктів на зображеннях.

Автоматизовані інформаційні системи як ефективний засіб забезпечення прийняття управлінських рішень органами державної влади

Толбатов А.В., *доцент*; Загорулько В.О., *студент*
Сумський національний аграрний університет, м. Суми

З процесами інформатизації суспільства все більшої актуальності набувають автоматизовані інформаційні системи (АІС), використання яких дає широкі можливості для ефективного застосування сучасної комп'ютерної техніки і програмного забезпечення, автоматизації праці в різних сферах діяльності.

АІС, як відомо, розглядаються як сукупність організаційних і технічних засобів для збереження та опрацювання інформації з метою забезпечення інформаційних потреб користувачів. АІС в органах державної влади має бути єдиною структурою, функцією якої є проведення державної інформаційної політики. Зазначимо, що відносно нещодавно в ужиток увійшло поняття "електронне урядування", що є ефективним засобом забезпечення інформування і доступу до інформації фізичними та юридичними особами, а отже, сприяє прозорості та ефективності діяльності влади. Удосконалення роботи державних органів шляхом використання інформаційних технологій (ІТ) відбувається на низькому рівні і полягає тільки у тому, що документи циркулюють в організаціях не на паперових носіях, а в електронному вигляді. Розглядаючи одну з основних функцій органів державної влади, в якій полягає ефективність їхньої діяльності – управління, можна переконливо довести, що використання АІС могло би бути головним засобом підвищення ефективності цієї функції. Аналітична робота конкретного керівника не припускає чіткої математичної постановки, тому записати цю процедуру у вигляді регулярних правил з певною послідовністю завдань неможливо.

Найголовнішим завданням для фахівців у сфері ІТ має стати розроблення дружніх інтерфейсів для користувача зрозумілою діловою мовою та сформованих правил, що прийняті в оточенні керівництва.

Ще однією проблемою, що стримує ефективне використання ІТ в органах державної влади, є недосконалість та неповнота вихідних даних, що доступні органам державної влади.

Розробка програмного забезпечення для реалізації моделювання технологічних процесів промислових підприємств

Толбатов В.А.¹, доцент; Толбатов А.В.², доцент;
Добrorоднов О.А.¹, аспірант; Толбатов С.В.³

¹ Сумський державний університет, м. Суми,

² Сумський національний аграрний університет, м. Суми

³ Національний авіаційний університет, м. Київ

Слід відмітити, що з погляду максимально точного відтворення технологічних процесів (ТП), необхідно розробляти імітаційні моделі, але їх розробка є дуже складним процесом з технічної точки зору та тривалості, оскільки необхідно додатково розробляти алгоритмічну модель процесів та використовувати об'єктно-орієнтовані методи, так як вони вже практично стали стандартом реінжинірингу. З погляду швидкості розробки, використовуючи теорію масового обслуговування, необхідно працювати з аналітичними моделями (АМ), які описують ТП чіткими математичними формулами, а реалізація розрахунків не вимагає великих обчислювальних ресурсів та складного програмного середовища. Моделі IDEF3 ТП орієнтовані на дані, які описують процеси та операції підприємства, що робить можливим їх програмну реалізацію як об'єктно-орієнтованими методами, так і методами орієнтованими на функції/дані. В свою чергу АМ ТП, являє собою очевидні математичні вирази вихідних параметрів як функцій від параметрів вхідних (інтенсивність вхідного потоку) та внутрішніх (характеристик обладнання: середній час обробки, доля відбраковки і т. ін.), тобто теж орієнтована на дані.

Програмне забезпечення (ПЗ) розробляється з використанням мов програмування, орієнтованих на алгоритми та правила, тобто процедурно-орієнтованих та орієнтованих на правила типу “якщо-то”.

Розглянуто теоретичні підходи щодо розробки ПЗ та АМ ТП, використовуючи теорію масового обслуговування. АМ засновано на описанні ТП з використанням математичних формул, які дозволяють, використовуючи характеристики реальних ТП (структури, параметри обладнання і т.ін.), описати вихідні параметри (середній час простою, середня кількість заготовок в черзі і т. ін.) як функцій від параметрів вхідних (інтенсивність вхідного потоку) та внутрішніх (характеристик обладнання: середній час обробки, доля відбраковки і т. ін.).

Синтез прецизионного астатического регулятора

Близниченко Т.Н., *старший преподаватель*;

Мельников В.Е., *аспирант*

Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков

Повышение точности и быстродействия систем автоматического регулирования (САР) гидроагрегатами позволяет обеспечить максимальное значение статической и динамической точности и необходимое качество электроэнергии.

В работе рассмотрены вопросы структурно-параметрического синтеза и оптимизации прецизионных регуляторов гидроагрегата, способных обеспечить показатели качества электроэнергии на уровне современных международных стандартов. Применялся метод обратных задач динамики, при котором значение передаточной функции общего контура управления стремится к единице, что означает возможность достижения максимальных значений статической и динамической точности.

Преимуществом синтезированного регулятора является то, что он не содержит контуров дифференцирования, хотя реализует дифференциальные законы управления. Он включает только пропорциональные интегральные контуры, охваченные соответствующими обратными связями. Количество контуров зависит от динамического порядка системы, определяемого его математической моделью.

Критерием оптимальности служил приемлемый компромисс между статической и динамической точностью, при этом учитывались технологические ограничения: ограничения управляющего напряжения на входе (электрогидравлический усилитель) и ограничения параметров электрогидравлического привода по давлениям, расходу и потребляемой мощности.

Для практической реализации регулятора, упрощения его настройки и отладки использован принцип мультипликации, и для каждого выделенного автономного контура регулирования синтезируется отдельный регулятор пониженного порядка.

Синтезированный регулятор позволит обеспечить отклонение частоты вырабатываемой электроэнергии соответствующее требованиям общеевропейских и мировых стандартов, не более 0,06%.

Развитие принципов энергосберегающего управления энергетическими установками электростанций

Канюк Г.И., профессор; Мезеря А.Ю., доцент;

Бабенко И.А., аспирант

Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков

Перспективным направлением в современной энергетике Украины является энерго- и ресурсосбережения, реализация которого возможна, в том числе, внедрением систем энергосберегающего автоматизированного управления энергоустановками электростанций.

Энергоустановка, как объект управления, может быть охарактеризован следующими векторами (рис. 1, а): вектор выходных параметров $\vec{X}_{\text{вых}}$; вектор входных регулируемых параметров $\vec{X}_{\text{вх}}^{\text{рег}}$; вектор входных нерегулируемых параметров $\vec{X}_{\text{вх}}^{\text{нерег}}$; вектор внутренних параметров $\vec{X}_{\text{вн}}$; вектор внешних возмущающих воздействий $\vec{\xi}$; вектор параметров, определяющих потери энергии различной физической природы $\vec{X}_{\text{пот}}$.

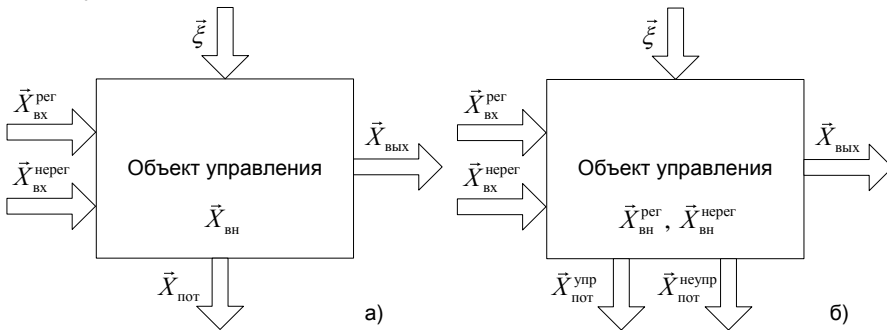


Рисунок 1 – Векторная схема произвольного технологического объекта.

Однако, целесообразно использовать более развернутую модель (рис. 1, б), включающую в себя разделение векторов внутренних параметров и потерь на управляемую и неуправляемую составляющие. Это позволит более точно определять резервы энергосбережения и степень управляемости энергоустановок.

Энергосберегающее управление котельным агрегатом электростанций

Мезеря А.Ю., доцент; Сук И.В., аспирант;

Сердюк А.В., аспирант

Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков

Целью энергосберегающего управления паровым котлом (ПК) в основных стационарных режимах его работы является обеспечение заданных значений параметров пара на выходе из котла при минимальных суммарных потерях энергии.

С математической точки зрения это означает минимизацию функции общих энергетических потерь при заданных значениях выходных параметров (параметрах пара на выходе из котла) и ограничениях на максимальные для заданного режима работы расходы топлива и питательной воды, а также на предельные (по условиям прочности, надежности и безопасности) значения температуры в топке, давления и температуры питательной воды на входе в ПК (ограничено возможностями системы регенерации).

Наряду с минимизацией прямых энергетических потерь в ПК должны одновременно ставиться и решаться еще две смежные задачи:

1. Обеспечение максимального тепловыделения в топке при сжатии топлива (оптимизация процесса горения) при ограничениях по расходу топлива и температуры в топке.

2. Обеспечение максимальной теплопередачи от топочных газов к пароводяной смеси (оптимизация эффективности использования выделяемой в топке теплоты), сводящееся к обеспечению максимального значения интегрального (по объему шахты) коэффициента теплоотдачи от топочных газов к пароводяной смеси.

Решение поставленной задачи видится путем создания адаптивной системы энергосберегающего автоматизированного управления ПК, основой которой должен составлять мультипликативный регулятор, представляющий собой несколько автономных регуляторов, рассчитанных на отдельные виды потерь (контуров управления) и их минимизацию. Это позволит повысить энергоэффективность работы ПК и улучшить технико-экономические показатели энергоблока.

Повышение уровня энергосбережения при управлении насосными установками нефтеперекачивающих станций

Чернюк А.М., *доцент*; Князева В.Н., *аспирант*

Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков

Система магистральных нефтепроводов (МН) Украины включает 19 нефтепроводов, более 150 нефтеперекачивающих станций (НПС), работу которых обеспечивает около 180 насосных агрегатов с электроприводом мощностью около 360 тыс. кВт. Приведенные сведения показывают масштабность и актуальность задачи энергосбережения на объектах транспортировки нефти.

Оптимизация режима работы нефтепровода в значительной степени зависит от учета физических свойств перекачиваемой нефти, в первую очередь ее вязкости.

Задачами энергосберегающего управления насосами НПС являются:

- разработка методики определения оптимального количества магистральных насосов с частотно-регулируемым приводом (ЧРП) на технологическом участке нефтепровода;
- необходимость оперативной корректировки (пересчета) характеристик МН при изменяющейся вязкости перекачиваемой нефти;
- разработка устройство для оперативного автоматического пересчета характеристик МН при изменении вязкости нефти;
- дальнейшее усовершенствование математических моделей энергосберегающего управления МН с точки зрения точного определения энергетических потерь различной физической природы и учета неравномерного старения отдельных агрегатов;
- в критерии оптимизации работы технологического участка нефтепровода необходимо включить учет снижения затрат на техническое обслуживание и ремонт, связанное с применением ЧРП.

Конечной задачей является разработка адаптивной энергосберегающей автоматизированной системы управления магистральными насосами, основанной на принципе формирования и минимизации функции энергетических потерь в режиме реального времени с учетом основных технологических ограничений.

Унифицированная структура быстродействующих прецизионных систем автоматического управления и регулирования

Козлова М.Л., *аспирант*; Князева В.Н., *аспирант*;
Сердюк А.В., *аспирант*.

Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков

Одной из основных проблем создания быстродействующих прецизионных систем автоматического управления и регулирования (САУ и САР) – обеспечение требуемых высоких показателей качества управления при заданных ограничениях энергетических и массогабаритных показателей. Другая проблема заключается в необходимости нахождения оптимального соответствия между двумя разными функционалами. Один из которых, должен иметь максимальное значение, другой (комплекс энергетических и массогабаритных характеристик) – минимальное (или приближающееся к заданному уровню ограничения).

Поэтому существует настоятельная потребность в разработке на основе систематизации, синтеза, уточнений, дополнений, адаптации и конкретизации существующих общих и частных теорий и методов комплексной универсальной методики (прикладной теории) создания быстродействующих прецизионных электронно-гидравлических следящих систем (ЭГСС), которая позволила бы повысить эффективность и качество разработок, существенно сократить затраты времени и средств на их выполнение.

С учетом отмеченных выше проблем, требуется рациональная структура общего цикла создания систем такого класса. Наиболее эффективными и перспективными в плане обеспечения САУ и САР, построенные на основе электронно-гидравлических следящих систем.

Использование такой методики поможет разработчикам формализовать, унифицировать и существенно упростить сложный и трудоемкий процесс создания прецизионных систем автоматического управления технологическими процессами.

Руководитель: Канюк Г.И., *профессор*

Дослідження процесу координаційного керування виконавчими механізмами летучої пили

Доценко С.Ю., *студент*; Панич А.О., *асистент*
Сумський державний університет, м. Суми

В сучасній промисловості досить широко використовуються різноманітні технологічні машини, робочі органи яких повинні здійснювати складні та скоординовані у просторі і часі рухи. Окрім відомих вимог до швидкодії та точності, до автоматизованих приводів таких робочих органів все частіше ставляться додаткові вимоги з енергозбереження. Кінцеві показники якості роботи таких приводів переважно визначаються, їх системою керування та закладеними в неї законами руху. Звичайно, особливості побудови, застосовувані двигуни і т.п. також мають значення.

Летуча пила відноситься до досить широкого класу технологічних машин. Представники цього класу, власне, не обов'язково повинні бути пилами (це можуть бути, наприклад, машини для маркування чи перфорування тощо), але розрізання є, мабуть, найбільш розповсюдженою задачею таких машин. Про це побічно говорить й англійська назва класу таких машин: "flying saw" чи "flying cut-off". Головною їх особливістю є обробка виробу, який рухається, без його зупинки (необхідність безперервного руху обумовлена технологічними вимогами). Конструкція таких машин передбачає наявність спеціального несучого органу (каретки, візка), що рухається повз виробу та розміщених на ньому інших виконавчих механізмів, що, власне, і виконують обробку (розрізання, наприклад) вже нерухомого відносно них виробу. Точність обробки, продуктивність та енергетичні показники цих машин переважно залежать від характеристик приводу несучого органу та алгоритмів керування, які повинні бути скоординовані з алгоритмами роботи інших механізмів пили. Нами запропоноване відповідне алгоритмічне забезпечення. Його роботоздатність досліджена з використанням створеної на його базі математичної моделі системи керування летучої пили, що включає у себе моделі приводів та керуючого пристрою відповідно до запропонованої нами структури системи. Розроблена модель, окрім того, дозволяє досліджувати різноманітні закони керування летучою пилою, аварійні режими та ін.

**Аналіз засобів програмування та керування
промисловими роботами**

Семич О.Б., Вовк А.О., Ковтуненко О.В. *студенти*;
Панич А.О, *асистент*
Сумський державний університет, м. Суми

Промислові роботи з'явилися вже декілька десятків років тому, що призвело до значного прогресу у розвитку виробництва. Вони стали одним з базових елементів гнучких виробничих систем, дозволили значно покращити ефективність та якість роботи промислових ліній та ін. При цьому, являючи собою по суті квінтесенцію універсального інструменту, по-суті, заміну універсального робітника-людини, до того ж, спроектовані зі значним ресурсом, багато вже не нових роботів і досі справно виконують свої виробничі функції. Звичайно, прогрес не стоїть на місці, і фірми-виробники пропонують сучасних надійних помічників, ще більш потужніших, обладнаних надійнішими приводами (зокрема, двигуни постійного струму вже давно відійшли в минуле) та сучасними системами керування. Декілька років назад навіть в Україні вже можна було помітити зростаючий інтерес до промислової робототехніки (про взагалі робототехніку теж можна сказати аналогічне, але це інша окрема велика тема). Зараз сучасні виробництва, зокрема і в Україні також, проявляють стійкий інтерес та значно розширюють застосування промислових роботів. По суті, відбуваються значні структурні зміни у світовому виробництві, і роботам у цьому процесі відведена не остання роль. Вони є однією з причин та інструментом Четвертої промислової революції (Industry 4.0), що призведе і вже призводить до значних змін у житті людства, та українців, зокрема. Звичайно, все це робить вивчення робототехніки дуже актуальною задачею. Наша кафедра має декілька екземплярів ще радянських промислових роботів, якими у сучасних умовах не слід нехтувати. Вже не перший рік ведуться роботи по модернізації наявного робототехнічного парку та супутнього обладнання. В рамках даної роботи проведений аналіз та обрані необхідні апаратна база та програмні засоби, необхідних для глибокої модернізації робота, з метою приведення його у робочий стан та наближення до сучасних зразків, починаючи з програмного забезпечення верхнього рівня.

СЕКЦІЯ 5

«Моделювання складних систем»

Имитационное моделирование в декларативных языках

Кирюхин А.С., студент

Херсонский государственный университет, г. Херсон

Традиционно считается, что для моделирования процессов, математическая модель которых описывается как множество сущностей, которые изменяются по заданным правилам с течением времени, наиболее подходит объектно-ориентированная модель. Однако имитация таких процессов возможна и в декларативных языках программирования. Плюсами такой смены парадигмы становится возможность автоматического доказательства корректности программы и существенное уменьшение размера кода.

Данная работа описывает обобщённый алгоритм реализации имитационной модели в декларативных языках, найденный в ходе исследования. Как пример, на языке Haskell была реализована модель расчёта нагрузки мобильных сетей в зависимости от времени. Для начала описываются типы данных: пользователи сети и их окружение вместе с вероятностными характеристиками событий. После создания первоначального окружения оно поднимается в монаду состояния.

В монаде состояния содержится текущий вариант окружения, а также список "кадров" – требуемых от модели данных, динамику которых необходимо узнать. Создается функция, обновляющая состояние пользователя на основе заданных правил. Необходимое количество раз повторяются следующие шаги: из монады берётся текущее окружение, далее к каждому пользователю в окружении применяется функция обновления. По созданному новому окружению вычисляется кадр данных, и он вместе с новым окружением записывается в монаду состояния.

Благодаря высокоуровневым оптимизациям, доступным в функциональных языках, скорость моделирования остаётся на уровне OO моделей даже при симуляции очень больших окружений. Такой алгоритм имитационного моделирования можно рассчитывать параллельно с помощью стратегии MapReduce, ещё больше увеличив его эффективность. Исследование показало, что декларативные языки позволяют писать более короткие программные реализации имитационных моделей, не снижая функциональности, скорости либо точности модели.

Моделирование влияния шума на размягчение поверхности льда при трении

Хоменко А.В., профессор; Руденко С.В., студент;
Хоменко М.А., студент
Сумский государственный университет, г. Сумы

Основной целью работы является исследование особенностей влияния аддитивного некоррелированного шума теплового и деформационного полей на размягчение поверхности льда при трении, а также рассмотрение принципов построения соответствующей нелинейной модели. Согласно нашему подходу размягчение льда представляет собой появление деформации сдвига, вызванной сверхкритическим нагреванием поверхности льда [1]. Предполагается, что трение льда не зависит от способа нагрузки, то есть жесткости и массы трущихся блоков, несмотря на то, что эта зависимость может изменять поведение данных систем [2]. Исследовано влияние флуктуаций сдвиговых деформаций и напряжений, а также температуры поверхности льда. Построены фазовые диаграммы, где интенсивности шумов и температура термостата определяют области льда, размягченного льда и их смеси. Область трения льда ограничена сравнительно малыми значениями температуры фона и интенсивностей флуктуаций напряжения и температуры на поверхности. Увеличение шума температуры пленки может приводить к уменьшению или увеличению трения в зависимости от начальных условий, а возрастание шума напряжений вызывает только рост области размягчения. Пленка льда размягчается при увеличении интенсивности шума напряжения даже при малых температурах термостата. Таким образом, рассмотренные флуктуации приводят к усложнению процесса размягчения [1]. Кроме того, предлагаемая модель прогнозирует возможность управлять процессом трения при помощи создания искусственных сред.

1. А.В. Хоменко, М.А. Хоменко, *Труды XVII Международного симпозиума «Методы дискретных особенностей в задачах математической физики»* (Харьков-Сумы: ХНУ: 2015).
2. F.E. Kennedy, E.M. Schulson, D.E. Jones, *Philos. Mag. A* **80**, 1093 (2000).

**Комп'ютерне моделювання ультратонкої плівки рідкого аргону,
затиснутої між алмазними пластинами**

Хоменко О.В., *професор*; Бойко Д.В., *студент*;
Захаров М.В., *студент*; Хоменко К.П., *асистент*
Сумський державний університет, м. Суми

Тертя є однією з найдавніших проблем у фізиці із величезною практичною значущістю. З трибології – науки про тертя – відомо, що між поверхнями контактуючих твердих тіл майже завжди знаходиться плівка, яка утворена різноманітними речовинами. Сила тертя визначається силою, необхідною для зсуву цієї плівки. Також для багатьох застосувань велику роль грає режим межового тертя, коли між пластинами, що ковзають, знаходиться молекулярно-тонкий шар мастила. Наведені вище факти мотивували проведення досліджень, описуваних у даній роботі. Вивчалися властивості ультратонкої плівки аргону, яка складається із одного або двох шарів молекул й обмежена двома кристалічними алмазними поверхнями. Вибір аргону в якості рідини для моделювання обумовлений його важливістю, повсюдністю, й унікальними, зокрема трибологічними властивостями. Останні досі ще не мають задовільного пояснення. Вони визначаються властивостями як поверхонь, так і молекул рідини, і необхідним є пошук моделі, яка максимально відтворює незвичайну поведінку аргону. За мету досліджень ставилася перевірка коректності використання абсолютно жорстких гладеньких поверхонь й однієї з наявних моделей молекули аргону для симуляції трибологічних явищ. Вперше проведено комп'ютерні експерименти для моделі молекул аргону із застосуванням методу молекулярної динаміки. Вивчено поведінку рівноважних й динамічних характеристик системи. Показано, що при збільшенні зовнішнього навантаження відбувається перехід плівки до твердоподібного стану, на що вказує зменшення величини коефіцієнта дифузії та збільшення зсувної в'язкості. Виявлена організація молекул у шари і відсутність їх площинного впорядкування внаслідок використання неструктурованих поверхонь. Також отримані залежності кінетичної сили тертя від часу та навантаження й обчислені значення коефіцієнта тертя. Зроблено висновки про реалістичність досліджуваної моделі.

Паралельне моделювання динамічних систем вкладеними методами

Дмитрієва О.А., *професор*; Дегтяр О.В., *магістр*;

Гуськова Н.Г., *магістр*

Донецький національний технічний університет, м. Красноармійськ

У зв'язку з наближенням до теоретичного порогу швидкодії послідовних обчислювальних систем на існуючій елементній базі, подальше збільшення обчислювальної потужності можливе тільки у паралельних обчислювальних системах. Однак, незважаючи на їх колосальний потенціал, задачі моделювання у більшості випадків задіють не більше 15% від їх пікової потужності [1]. Це обумовлено відсутністю ефективних обчислювальних методів і алгоритмів, орієнтованих на виконання в багатопроцесорному паралельному середовищі [2].

В даній роботі пропонується вирішення актуальної наукової задачі дослідження ефективності паралельних комп'ютерних систем при моделюванні динамічних процесів, що описуються жорсткими системами звичайних диференційних рівнянь (СЗДР), вкладеними методами з автоматичним вибором кроку інтегрування. Розроблено програмну систему, яка поєднує в собі реалізацію розв'язання СЗДР методами Фельберга 7(8), Дормана-Принса 5(4) та Дормана-Принса 8(7). Кожен метод, в свою чергу, включає послідовну реалізацію, паралельну реалізацію для обчислювальних систем із загальною пам'яттю та паралельну реалізацію для розподілених систем. Система реалізована у вигляді додатка операційної системи із інтуїтивно-зрозумілим графічним інтерфейсом і може доповнюватися без необхідності модифікації існуючого програмного коду. У програмній реалізації використовувалася методологія об'єктно-орієнтованого програмування з використанням стандарту MPI для передачі повідомлень між процесами. Тестування проводилося на багатоядерній обчислювальній системі шляхом проведення чисельних експериментів.

1. J. Monteiro, *Parallel and Distributed Computing*. – (Lisbon: Instituto Superior Tecnico: 2008).
2. В.В. Воеводин, Вл. В. Воеводин, *Параллельные вычисления*. (СПб.: BHV: 2002).

Моделирование процессов индуцированного шумом туннелирования электронов через Джозефсоновский контакт

Василевская А.С., студент; Князь И.А., доцент
Сумский государственный университет, г. Сумы

Джозефсоновские контакты (ДК) в настоящее время находят широкое применение: точное измерение магнитных полей, генерация и прием электромагнитных СВЧ волн, перенос квантов магнитного поля с целью записи и передачи информации в квантовых компьютерах и т.п.

ДК очень чувствительны к электромагнитному полю и, соответственно, шумовым воздействиям [1]. Последние приводят к ограничению чувствительности сверхпроводящих квантовых интерферометров, сбоям в работе логических устройств и т.п. Поэтому разработка теоретической базы для понимания природы флуктуационных явлений в ДК является, на сегодня, довольно актуальной задачей.

В представленной работе аналитически и численно исследована резистивная модель ДК, обобщенная за счет введения коррелирующих шумовых слагаемых: внутренних тепловых флуктуаций и флуктуаций критического тока джозефсоновского перехода, вызванных возмущениями внешней среды. В качестве модели цветных флуктуаций использовался процесс Орнштейна-Уленбека.

В работе показано, что коррелирующие шумы, индуцируя направленное внешнее поле, приводят к появлению ненулевых значений потока вероятности в узком интервале интенсивности шумов при ненулевых значениях интенсивности кросс-корреляций. Более того, увеличение интенсивности кросс-корреляционного взаимодействия приводит к усилению интенсивности туннелирования частиц через ДК. Таким образом, имеет место реализация индуцированного шумом транспорта частиц, связанного с наличием кросс-корреляционной связи между внутренним и внешним шумом. Данный факт является нетривиальным, требующим экспериментального подтверждения.

1. К.К. Лихарев, *Введение в динамику джозефсоновских переходов* (М.: Наука: 1985).

Моделирование процессов индуцированной шумом взаимной синхронизации в системах связанных осцилляторов

Яворская В., студент; Князь И.А., доцент
Сумский государственный университет, г. Сумы

В последнее время достаточно много внимания уделяется изучению явлений самосинхронизации нелинейных осцилляторов посредством шумовой прослойки (среды), в которой они находятся. Такие процессы наблюдаются в ряде экспериментов с реальными системами: биологические клетки, нейронные сети, различные инженерные системы и т.п. В контексте теории нелинейных систем появляется целый ряд вопросов, среди которых достаточно актуальным является вопрос о влиянии скоррелированных цветных флуктуаций на процесс установления когерентной связи между осцилляторами [1, 2].

В данной работе была исследована система взаимосвязанных осцилляторов, построенная на базе модели Ван дер Поля и обобщенная за счет введения флуктуационных составляющих в каждое из уравнений. Мы полагаем, что шумы являются цветными и скоррелированными. В качестве модели цветного шума был выбран процесс Орнштейна-Уленбека.

Изучение динамики системы проводилось как аналитически, так и численно. В качестве основного расчетного параметра была выбрана разница фаз осцилляторов. Аналитические расчеты и эксперимент показывает, что взаимная синхронизация будет наблюдаться в узком домене интенсивностей аддитивного и мультипликативного шумов. Как и ожидалось, увеличение интенсивности шума приводит к разрушению данного эффекта. В работе показано, что спектральный состав шума оказывает существенное влияние на скорость перехода в когерентное состояние, что является достаточно нетривиальным результатом. Увеличение времени корреляции шума приводит к сокращению среднего времени перехода к когерентному состоянию.

1. Р.Л. Стратонович, *Избранные вопросы теории флуктуаций в радиотехнике* (Физматгиз: Москва: 1963).
2. П.С. Ланда, *Автоколебания в системах с конечным числом степеней свободы* (Наука: Москва: 1980).

Моделирование формирования мультигармонического спектра в пролетной секции двухпотокового супергетеродинного ЛСЭ при неосевом влёте пучка

Лысенко А.В., *доцент*; Волк Ю.Ю., *аспирант*;
Нюкало Д.О., *студент*; Данильченко П.С., *студент*
Сумский государственный университет, г. Сумы

В пролётной секции двухпотокового супергетеродинного лазера на свободных электронах (ДСЛСЭ) нарастание волны пространственного заряда (ВПЗ) происходит за счет двухпотоковой неустойчивости. Одним из её ключевых особенностей является возбуждение большого числа гармоник. Благодаря этому появляется возможность формирования сигналов с широким мультигармоническим спектром.

В отличие от исследований, которые были выполнены ранее, в данной работе исследуется динамика гармоник ВПЗ в винтовом двухпотоковом электронном пучке, распространяющемся вдоль фокусирующего магнитного поля.

Для исследования динамики гармоник ВПЗ используем квазигидродинамическое уравнение, уравнение непрерывности и уравнения Максвелла. К этим уравнениям применяем методы иерархической теории колебаний и волн. В результате получаем систему кубически-нелинейных дифференциальных уравнений для амплитуд гармоник волны пространственного заряда, которая учитывает как процессы двухпотоковой неустойчивости, так и множественные параметрические взаимодействия между гармониками ВПЗ.

Рассматриваем случай, когда на входе пролетной секции ВПЗ является монохроматической, частота волны в 20 раз меньше критической частоты двухпотоковой неустойчивости. Угол влета пучка по отношению к вектору индукции фокусирующего магнитного поля 40° . Показано, что в результате множественных параметрических взаимодействий формируется ВПЗ с широким частотным спектром. Его ширина определяется частотой входной волны и критической частотой двухпотоковой неустойчивости. Продемонстрировано, что уровень амплитуд гармоник в винтовом электронном пучке на 40% превышает уровень амплитуд для случая, когда электронный пучок влетает в пролетную секцию ДСЛСЭ соосно.

Моделирование динамики волн в плазменно-пучковом супергетеродинном ЛСЭ Н-убитронного типа с неосевой инжекцией электронного пучка

Лысенко А.В., *доцент*; Алексеев Г.А., *аспирант*;
Тихонова А.С., *студент*; Усик К.А., *студент*
Сумский государственный университет, Сумы

В работе исследовалась следующая модель. Плазма помещена в однородное магнитное поле. В плазменную среду под углом β относительно вектора индукции внешнего магнитного поля инжектируется электронный пучок. В качестве накачки используется ондулятор с реверсивным магнитным полем (Н-убитронная накачка). На вход системы подается слабая высокочастотная электромагнитная волна сигнала. В результате нелинейного взаимодействия между волной сигнала и полем ондулятора в плазменно-пучковой системе возбуждается волна пространственного заряда (ВПЗ). Параметры системы подобраны таким образом, что в трехволновом параметрическом резонансе принимают участие циклотронная электромагнитная волна сигнала, волна ВПЗ, магнитное поле накачки. При этом одновременно реализуются как плазменно-пучковая, так и циклотронная неустойчивости.

Построена кубически-нелинейная теория взаимодействия волн в выше описанной модели плазменно-пучкового супергетеродинного ЛСЭ (ППСЛСЭ). Выяснено, что уровень насыщения для режима, в котором используется быстрая циклотронная электромагнитная волна, существенно больше, чем в других режимах работы ППСЛСЭ. Получено, что в рассматриваемом режиме при увеличении угла влета пучка β увеличивается уровень насыщения сигнальной волны, достигая максимума при угле $\beta = 40^\circ$. При этом период ондуляции магнитного поля накачки равен $\Lambda = 3,3$ см, что с практической точки зрения является легко реализуемым. Продемонстрировано, что при сравнительно слабой накачке (100 Гс) возможно создание мощной электромагнитной волны сигнала с напряженностью электрического поля ~ 5 МВ/м в миллиметровом диапазоне длин волн. Таким образом, ППСЛСЭ Н-убитронного типа с винтовым электронным пучком может быть использован в качестве мощного источника электромагнитного излучения миллиметрового диапазона.

Расчет систем пористого охлаждения

Бразалук Ю.В.¹, *старший научный сотрудник*; Губин А.И.¹, *доцент*;
Коваленко О.А.², *аспирант*

¹ Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара,
г. Днепропетровск

² ГП «КБ «Южное», г. Днепропетровск

Современные тенденции в развитии энергетики, транспорта, металлургической и химической промышленности очевидным образом свидетельствуют о необходимости повышения характерных температур применяемых в этих отраслях высокотемпературных процессов. С другой стороны, очевидные экономические требования ставят вопрос о большей надежности и долговечности этих видов техники. Разрешение представленной проблемы видится в использовании более эффективных систем тепловой защиты. С этой точки зрения наиболее перспективными представляются системы пористого охлаждения, поэтому математическое и численное моделирование процессов, в них протекающих, является актуальной научно-технической проблемой. Рассмотрим относительно тонкое защитное пористое покрытие, на внутреннюю поверхность которого под заданным давлением подается охлаждающая жидкость. Под действием перепада давлений охлаждающая жидкость фильтруется к внешней поверхности покрытия, на некотором расстоянии от которой жидкость претерпевает фазовый переход вследствие подводимого извне теплового потока. Процесс охлаждения полагаем стационарным (расчетный режим эксплуатации изделия) и одномерным по пространству. Для описания процесса тепломассообмена используем однотемпературную модель. Тогда поля температур и давлений можно описать при помощи краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка во "влажной" и "сухой" областях, которые сопрягаются на заранее неизвестной границе фазового перехода. Построив первые интегралы указанных дифференциальных уравнений, сведем задачу к системе нелинейных алгебраических уравнений, которую решим либо методом итерации, либо методом Ньютона. Предложенный подход может быть использован для расчета систем тепловой защиты лопаток высокотемпературных газовых турбин, применяемых в энергетике, авиации, ракетной технике.

Влияние упругих свойств контактирующих материалов на прерывистый режим граничного трения

Ляшенко Я.А., *доцент*; Манько Н.Н., *ассистент*;

Карчов В.В., *студент*

Сумский государственный университет, Сумы

При толщине смазочного материала в несколько атомарных диаметров в трибологической системе устанавливается граничный режим трения. В таком режиме не выполняется закон Амонтона, и наблюдается целый ряд сложных нелинейных явлений. Так, в работах [1, 2] предложена теория граничного трения, основанная на теории фазовых переходов Ландау между структурными состояниями смазочного материала. В рамках предложенного подхода описан режим прерывистого трения, часто наблюдаемый в экспериментах по граничному трению. Однако, существенным ограничением указанного подхода является то, что плавление представлено как однородный процесс. В предлагаемой работе проведено исследование кинетических явлений граничного режима трения при учете упругих свойств контактирующих тел в рамках метода редукции размерности [3]. Показано, что плавление смазочного материала происходит на границе контакта и распространяется к центру системы. Рассмотрены различные типы геометрии контакта, в частности цилиндрический и параболический индентор. В случае цилиндрического индентора толщина смазочного материала постоянна по всей области контакта, а в случае параболического – увеличивается от центра контакта. В обоих случаях показано, что в процессе трения наблюдается неоднородное плавление/затвердевание смазочного слоя, что приводит к реализации периодического режима прерывистого движения трущихся поверхностей.

1. В.Л. Попов, *Термодинамика и кинетика плавления сдвигом тонкого слоя смазки, заключенного между твердыми телами, ЖТФ 71, 100 (2001).*
2. Я.А. Ляшенко, *Фазовый переход первого рода между жидкоподобной и твердоподобной структурами граничной смазки, ЖТФ 82, 19 (2012).*
3. V.L. Popov, M. Heß, *Method of dimensionality reduction in contact mechanics and friction.* (Berlin: Springer Verlag: 2015).

Экспериментальная проверка результатов модели соударения упругих тел

Ляшенко Я.А., доцент; Литовка С.С., студент
Сумский государственный университет, г. Сумы

В [1-3] построена теория, описывающая столкновение двух сферических тел. Подход позволяет определить кинетические параметры после удара (скорости движения шаров и циклические скорости их вращения), зная аналогичные параметры до него. В [1] рассмотрен случай с бесконечным коэффициентом трения, когда проскальзывание в зоне контакта отсутствует, в работе [2] коэффициент трения имеет конечное значение, и в [3] изучается влияние адгезии на параметры удара.

В работе проводится сравнение экспериментальных данных других авторов с теорией, предложенной в [1-3]. На основе анализа литературных источников выбран набор экспериментально измеренных зависимостей нормального и тангенциального коэффициентов восстановления от скорости падения сферического тела под разными углами к отражающей поверхности. Рассматривается два случая – с конечным коэффициентом трения и при адгезионном взаимодействии поверхностей, когда проскальзывание в зоне контакта отсутствует. Теоретически рассчитаны зависимости коэффициентов восстановления и действующих во время контакта упругих сил для различных углов падения и начальных скоростей для материальных параметров тел, которые используются в эксперименте. Полученные теоретически зависимости совпадают с экспериментальными.

1. I.A. Lyashenko, V.L. Popov, *Sci. Rep.* **5**, 8479 (2015).
2. E. Willert, V.L. Popov, *ZAMM* 1-7 (2016).
3. I. A. Lyashenko, E. Willert, V. L. Popov, *Mech. Mater.* **92**, 155 (2016).

Метод классификации страхователей по платежеспособности на основе анализа контекстуальных характеристик

Мазорчук М.С., *доцент*; Базилевич К.А., *аспирант*;

Добряк В.С., *старший преподаватель*

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского
«ХАИ», г. Харьков

Несвоевременная оплата страховых взносов может повлечь прекращение действия договора страхования и существенно повлиять на финансовую устойчивость любого страхового фонда. Анализ процесса поступления страховых премий от страхователей является важной задачей для страховщиков. Размер страховых премий и график их поступлений во многом зависит не только от влияния внешней рыночной среды, но и от платежеспособности самих страхователей, их намерений и желаний. Поэтому актуальным является не только проведение маркетинговых исследований с целью изучения рынка страховых услуг, но и постоянный мониторинг страхователей, их личностных и поведенческих характеристик.

Каждый страхователь обладает определенным набором контекстуальных характеристик, таких как: пол, возраст, социальный статус, место проживания, система приоритетов и т.д. Определенный набор таких характеристик может дать информацию об истории страхователя, его предпочтении при выборе страховых полисов и своевременности внесения страховых взносов. Постоянный анализ влияния множества данных характеристик страхователей на потоки страховых взносов поможет не только оценить, но и спрогнозировать платежеспособность страхователей, что в свою очередь, даст возможность оценить финансовую устойчивость страхового фонда.

Задача прогнозирования платежеспособности страхователей сводится к задаче классификации, решение которой может быть получено с использованием статистических методов анализа данных или современных методов Data Mining. В данной работе предлагается использовать метод логистической регрессии, который позволяет не только построить модель, но и с достаточно высокой точностью определить вероятность внесения страховых взносов конкретными страхователями, что является важным для последующего моделирования состояния страхового фонда.

Алгоритм визначення відносної ефективності сільськогосподарських підприємств методом DEA

Долгіх Я.В., доцент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми

Метод DEA [1] дозволяє визначати відносну ефективність господарюючих суб'єктів і ефективні значення ресурсних показників та результатів господарської діяльності (вхідних і вихідних параметрів). У запропонованій роботі розроблений наступний алгоритм визначення відносної ефективності сільськогосподарських підприємств: 1) обирається період часу t для визначення відносної ефективності; 2) визначаються вхідні $i = \overline{1, m}$ та вихідні $j = \overline{1, n}$ показники, що характеризують діяльність підприємств. Вхідні та вихідні показники можуть обиратися в натуральному виразі, в індексному або в вартісному з врахуванням індексу цін; 3) формується множина $k = \overline{1, K}$ підприємств, які порівнюються; 4) якщо кількість параметрів та підприємств не задовольняє умові не вродженості:

$$K \geq \max \{m \times n; 3(n + m)\} \quad (1)$$

то переходять до пп. 2), 3); 5) розраховується відносна ефективність кожного підприємства за моделлю VRS – input, яка враховує змінну віддачу від масштабу; 6) якщо період часу $t > 1$, використовується індекс Малмквіста [2], який враховує той факт, що зміна ефективності може бути обумовлена, як зміною ефективності підприємства, що аналізується, так і зміною ефективності підприємства, що утворюють межу ефективності; 7) аналіз отриманих оцінок.

1. A. Charnes, W.W. Cooper E. Rhodes, *Eur. J. Operational Res.* **2** No 6, 429 (1978).
2. T.J. Coelli, et al., *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. Second Edition* (Springer: 2005).

Моделювання кінетики режимів фрагментації матеріалів при інтенсивній пластичній деформації

Хоменко О.В., *професор*; Трощенко Д.С., *аспірант*;
Солонар І.О., *студент*
Сумський державний університет, м. Суми

Сучасний технологічний процес потребує виготовлення деталей відповідного призначення, які мають високі фізико-механічні властивості. Застосування методів інтенсивної пластичної деформації (ІПД) дозволяє отримати об'ємні металеві зразки з практично безпористою субмікро- чи нанокристалічною структурою, які неможливо отримати шляхом звичайної термомеханічної обробки.

Останнім часом побудова теоретичних моделей, що дозволяють описати процеси подрібнення кристалічної структури матеріалу під час ІПД, набуває вагомого значення. У зв'язку з цим, в рамках нерівноважної еволюційної термодинаміки розвивається підхід, який однозначно встановлює перебіг нерівноважних процесів (нагрівання та генерація дефектних підструктур) та характер перетворення внутрішньої енергії під час оброблення матеріалу.

В наближенні двохдефектної моделі побудована фазова діаграма, що встановлює умови формування різних типів граничних структур під час ІПД. Детально досліджена кінетика еволюції щільності меж зерен та дислокацій при ІПД. Показано, що в залежності від значень зсувної деформації та початкового стану матеріалу формуються різні типи стаціонарних структур зі щільністю дефектів, що відповідають експериментально спостережуваним закономірностям. Крім того, у процесі встановлення стаціонарних режимів спостерігається тісна взаємодія дефектних підструктур. Виявлено, що нерівноважні змінні зазнають структурно-фазовий перехід, у результаті якого еволюція щільностей дефектів здійснює різке перетворення. Встановлено, що формування граничних структур супроводжується процесами накопичення дислокацій та подрібнення кристалітів з одного боку, та анігіляцією дислокацій і ростом зерен з іншого. Проведено порівняння точної еволюції дефектної підструктури з еволюцією меж зерен при адиабатичному наближенні, що демонструє високу збіжність отриманих результатів та підтверджує правомірність його використання у попередніх розрахунках.

Моделювання та оптимізація роботи транспортно - логістичної системи

Романенко Є.М., *аспірант*; Сохацький А.В., *професор*
Університет митної справи та фінансів, м. Дніпропетровськ

Робота транспортно – логістичної системи, логістичного потоку, транспортно – логістичного центру по своїй суті є складним стохастичним (імовірнісним) процесом.

Моделювання та оптимізація таких систем є багатокритеріальною задачею, вирішення якої дозволить прогнозувати та оцінювати поведінку системи у реальному часі.

При моделюванні транспортних процесів значна її складова носить імовірнісний характер. У стохастичних моделях транспортний потік розглядається як імовірнісний процес, оскільки більшість параметрів системи є невідомими та непередбачуваними.

Беручи до уваги класифікацію випадкових процесів, роботу транспортної системи, логістичного потоку можна віднести до такого класу, як марковські та нестационарні.

Процес функціонування транспортної системи можна представити як сукупність безлічі окремих елементарних процесів або локальних станів, тривалість кожного з яких визначено деяким заданим законом.

Якщо відмовитись від розгляду випадкових процесів загального виду та обмежитись процесами зі спеціальними властивостями, якими є марковські процеси, то можна значно спростити вирішення задачі моделювання роботи транспортної системи. На відміну від випадкових процесів загального виду, вичерпною характеристикою яких є багатовимірні закони розподілу, для повної характеристики марковських процесів зручно використовувати двовимірні закони розподілу.

Оскільки транспортна система є динамічною, то стан елементів моделей характеризується рядом параметрів, що змінюються в часі, при цьому основні їх властивості залишаються незмінними. Необхідно відзначити, що різні підсистеми можуть перебувати як в статичному, проміжному, так і в динамічному стані. Перехід з одного стану в інший здійснюється з використанням перехідної функції.

Подібна інтерпретація роботи транспортної системи дозволить спростити вирішення задачі її функціонування та моделювання.

Оцінка складності тесту за допомогою програми Microsoft Excel

Базиль О.О.¹, старший викладач; Соколов О.С.², учень

¹ Сумський державний університет, м. Суми

² Комунальна установа Сумська гімназія №1, м. Суми

Для контролю рівня знань студентів та вимірювання ефективності навчального процесу використовуються найрізноманітніші методи. Останнім часом для вимірювання навчальних досягнень опитуваних обирають тестування. Важливими характеристиками тесту є його валідність, ефективність і надійність результатів, на які значно мірою впливає складність тестового завдання. Надто складні тестові завдання зменшують валідність та надійність тесту, а дуже прості – приведуть до його одноманітності та неефективності.

Для дослідження складності був розглянутий тест з дисципліни «Інформатика». Він містив 4 блоки різної складності загальною кількістю 10 питань.

Для оцінки складності тесту використовувалася програма Microsoft Excel. Оцінювання тесту проходило в декілька етапів [1]:

1. Формування матриці результатів тесту. Вибір шкали для оцінювання залежав від типу складності тестового питання.
2. Перетворення матриці результатів тесту. Якщо рядок/стовпець містив виключно нулі або виключно максимальне значення балу для питання такого типу, то такий рядок/стовпець виключався із аналізу.
3. Підрахунок індивідуальних балів тестованих та кількість відповідей на кожне завдання тесту.
4. Упорядкування матриці результатів.
5. Графічне представлення даних.
6. Визначення вибірових характеристик результатів.

Аналіз складності тесту показав, що одне питання потребувало доробки. Складність інших питань знаходилася в межах 0,3-0,7, що відповідає допустимим значенням.

Робота виконана в рамках теми 0115U001568.

1. Л.О. Кухар, В.П. Сергієнко, *Конструювання тестів. Курс лекцій: навч. посіб.* (Луцьк: Вид-во Інстит. інформатики НПУ ім. М.П. Драгоманова: 2010).

Перспективи використання магнітолевітаційних систем в морському порті

Іванисенко І.С., *аспірант*; Сохацький А.В., *професор*
Університет митної справи та фінансів, м. Дніпропетровськ

На сучасному етапі розвитку транспорту чітко окреслилася тенденція використання систем автоматизації та оптимізації переміщення вантажів в логістичних центрах та безпосередньо в морських портах. Одним з найбільш перспективних напрямків розвитку вантажних комплексів транспортних вузлів є удосконалення системи контейнерних перевезень. На даний час питанню удосконалення спеціалізованих вантажних портових терміналів, необхідних для організації контейнерних перевезень приділялось недостатньо уваги.

Аналіз принципів та технологій роботи існуючих контейнерних терміналів на традиційному морському транспорті показує, що контейнерні термінали вимагають впровадження автоматизації та контролю вантажних процесів.

На сьогодні перспективними технологіями переміщення вантажів в транспортних терміналах вважається використання безконтактних принципів переміщення.

Магнітний транспорт з електромагнітною левітацією уявляє собою принципово новий вид транспорту—фундаментальну новизну в області транспортних технологій. Вона полягає перш за все в тому, що рух транспортного засобу здійснюється безконтактним способом, тобто взаємодія рухомого складу та шляхової структури виконується за допомогою електромагнітного поля

В доповіді розглядаються основні типи левітації, проблеми та перспективи використання. Особлива увага приділяється схемним рішенням можливих вантажних магнітолевітаційних контейнерних терміналів. При існуючому стані питання, логічно припустити, що перші вантажні магнітолевітаційні контейнерні термінали і безпосередньо місця навантаження і вивантаження контейнерів будуть проектуватися за схемами тупикового типу.

Головною вимогою до моделювання схем таких терміналів буде забезпечення поточності процесу переробки та просування контейнерів.

Моделирование показателей надежности объекта повышенной опасности

Астафьев Н. А., аспирант

Донецкий национальный технический университет, г. Красноармейск

Математическая модель, предлагаемая в работе, направлена на обеспечение безаварийной эксплуатации объекта повышенной опасности (ОПО). Основу модели составляют группы риска, в которые может входить любое количество элементов исследуемого объекта с различными технологическими параметрами и физическими свойствами. Группы риска в работе предлагается условно разделить на «аварийную», «ремонтную» и «безаварийную». По каждой выделенной группе проводится факторный анализ [1], основанный на группировке параметров, влияющих на безаварийную эксплуатацию всех элементов, входящих в группу, и выделении основных факторов: эксплуатационных нагрузок $\gamma_e(t)$, материала объекта $\gamma_m(t)$ и восстановления $\gamma_r(t)$. Такой подход значительно упрощает анализ и позволяет построить обобщенную математическую модель, учитывающую основные параметры, которые могут способствовать разрушению системы, в частности:

$$\gamma_e(t) = \{ \delta_e(t) \}, \quad (1)$$

$$\gamma_m(t) = \{ \delta_c(t), \delta_f(t), \delta_d(t), \delta_m(t) \}, \quad (2)$$

$$\gamma_r(t) = \{ \delta_r(t), \delta_o(t) \}, \quad (3)$$

где $\delta_e(t)$ – параметр, учитывающий влияние эксплуатационных нагрузок, $\delta_c(t)$ – параметр физического износа ОПО, $\delta_f(t)$ – параметр развития эксплуатационных дефектов, $\delta_d(t)$ – параметр развития дефектов изготовления, $\delta_m(t)$ – параметр, учитывающий влияние материала элементов, $\delta_r(t)$ – параметр, учитывающий влияние ремонтов, $\delta_o(t)$ – параметр, учитывающий уровень техобслуживания.

Руководитель: Дмитриева О.А., профессор

1. Н.А. Астафьев, О.А. Дмитриева, *Анализ проблемы прогнозирования аварий при эксплуатации объектов повышенной опасности* (Красноармейск, ДонНТУ: 2015).

Моделирование пьезокерамического двигателя

Филимонов С.А., доцент; Озирский В.Н., магистр;
Филимонова Н.В., ассистент

Черкасский государственный технологический университет,
г. Черкассы

Пьезокерамический двигатель используется для приводов измерительных устройств, таких как туннельные и электронные микроскопы, приводов манипуляторов различных сборочных роботов, а также исполнительных механизмов в технологическом оборудовании.

Одной из важных задач при разработке пьезокерамических двигателей является моделирование.

Нами изготовлен пьезокерамический двигатель с геометрическими размерами: ширина – 20 мм, длина – 40 мм, толщина – 3 мм.

Для моделирования пьезодвигателя мы использовали пакет программ COMSOL Multiphysics - основанных на дифференциальных уравнениях в частных производных методом конечных элементов.

На рис. 1 представлен результат моделирования изготовленной конструкции пьезодвигателя в пакете программ COMSOL Multiphysics.

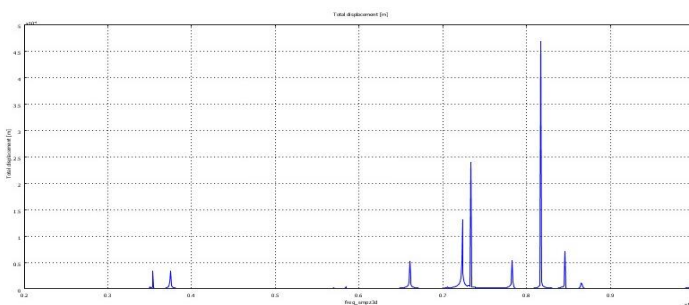


Рисунок 1 – АЧХ изготовленного пьезокерамического двигателя.

Таким образом, из рис. 1 можно определить основные резонансные частоты пьезодвигателя. Результаты моделирования совпадают с экспериментальными характеристиками.

1. V. Sharapov, *Piezoceramic sensors* (Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer Verlag: 2011).

Применение комбинированного метода граничных элементов и дискретных вихрей для анализа вихревых движений в ограниченных областях

Евдокимов Д.В., *заведующий лабораторией*; Ковтун В.И., *аспирант*;
Карплюк В.И., *профессор*
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара,
г. Днепропетровск

Топливные баки современных транспортных средств представляют собой сложные механические системы, особенно это касается топливных баков авиационной и ракетно-космической техники. При движении транспортного средства под действием разного рода динамических нагрузок, которые оно испытывает, жидкость внутри бака приходит в движение, в результате чего на поверхности внутрибаковых объектов генерируется завихренность. Образовавшиеся вихри могут оказывать дополнительное механическое воздействие на стенки бака и внутрибаковое оборудование, а при сливе жидкости из бака могут стимулировать возникновение кавитации. Поэтому задача изучения вихревых течений внутри топливных баков при движении транспортных средств представляется весьма актуальной для транспортного машиностроения. Поскольку речь идет о достаточно кратковременных динамических воздействиях на бак, приводящих к таким же кратковременным процессам генерации вихрей, для описания течения можно удовлетвориться моделью идеальной несжимаемой жидкости. Рассмотрение проводилось на примере плоской задачи, сформулированной в терминах функция тока - завихренность. В настоящей работе для исследования рассматриваемого класса течений применялся комбинированный метод граничных элементов и дискретных вихрей, относящийся к лагранжевым методам вычислительной теории потенциала. Стенки бака и внутрибаковых устройств моделировались граничными элементами, а свободная завихренность – дискретными вихрями. Были рассчитаны образование и эволюция вихревого облака вблизи осциллирующей острой кромки и взаимодействия нескольких вихревых облаков, образовавшихся вблизи острых кромок и угловых точек.

**Чисельний розв'язок нестационарного рівняння теплопровідності
із змінними коефіцієнтами у двомірному випадку**

Гончаров О.А.¹, *професор*; Юнда А.М.¹, *доцент*;
Бондаренко Р.Ю.¹, *студент*; Васильєва Л.В.², *доцент*;
Агулов О.В.², *молодший науковий співробітник*

¹ Сумський державний університет, м. Суми

² Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ

Моделювання теплових процесів у багатокомпонентних середовищах є актуальною проблемою прикладної математики, оскільки адекватне їх описання дозволяє визначати фізичні властивості досліджуваних об'єктів для різних діапазонів температур.

В даній роботі моделюється динаміка теплового поля в прямокутній області D із заданими початковими умовами та заданими на зовнішній границі Γ крайовими умовами. Область D розділена на дві підобласті D_1 та D_2 лінійною границею Γ_{12} на якій теплоємність та коефіцієнт теплопровідності зазнають розрив першого роду. На лінії розриву виконуються звичайні умови спряження (температура і тепловий потік неперервні).

Чисельний розв'язок рівняння здійснюється за неявною кінцево-різницевою схемою методом змінних напрямів (методом поздовжньо-поперечних прогонів [1,2]). Використання неявної схеми дозволило забезпечити абсолютну збіжність чисельного розв'язку рівняння теплопровідності.

Результати даної роботи можуть бути використані для дослідження термостабільності та процесів дифузії захисних покриттів, а саме покриттів на основі карбидів, нітридів і боридів перехідних металів, що широко використовуються в машинобудуванні, мікроелектроніці та в інших галузях.

1. А.А. Самарский, *Теория разностных схем* (Москва: Наука: 1989).
2. В.И. Косарев, *12 лекцій по вычислительной математике* (Москва: Физматкнига: 2013).

Создание компьютерной модели источника нейтронов для исследования характеристик тяжелых оксидных сцинтилляторов

Горбатюк Т.М., студент; Малыхина Т.В., доцент
ХНУ имени В.Н. Каразина, г. Харьков

На сегодняшний день в связи с использованием атомной энергетики существует проблема хранения отработанного ядерного топлива атомных электростанций. С целью экологического мониторинга и контроля объектов радиационной опасности ведущими научными центрами разрабатываются приборы для детектирования нейтронов. В работе [1] экспериментально исследуется возможность практического применения тяжелых оксидных сцинтилляторов ($\text{Bi}_3\text{Ge}_4\text{O}_{12}$, CdWO_4 , Gd_2SiO_5 и др.) для детектирования нейтронов. Однако, для практического применения детекторов необходимо оценить вклад механизма неупругого рассеяния в веществе неорганических сцинтилляторов. Такая задача может быть решена с использованием средств моделирования и последующем анализе результатов путем сопоставления их с экспериментальными данными.

Экспериментальные исследования проводились с использованием нейтронного источника $^{239}\text{PuBe}$. Для разработки модели источника нейтронов проведена оцифровка энергетического спектра источника $^{239}\text{PuBe}$. С целью получения равномерного шага по энергии, после оцифровки проведена интерполяция полученных данных. Дальнейшее описание модели учитывало геометрические параметры нейтронного источника, и проведено с использованием средств библиотеки классов Geant4. Разработана программа прохождения через различные вещества нейтронов, испускаемых источником. В докладе представлен смоделированный спектр нейтронного источника, полученный для 10^7 нейтронов, излучаемых изотропно.

В результате выполнения работы получены характеристики нейтронного источника, которые используются для моделирования отклика сцинтилляционных детекторов на поток нейтронов от источника $^{239}\text{PuBe}$.

1. B.V. Grinyov, G.M. Onishchenko, V.D. Ryzhikov, et al., *Functional Mater.* **21** No 3, 345 (2014).

Моделирование пространственной структуры объекта при моделировании оптической когерентной томографии

Петров Д.А., *студент*

Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, РФ

Оптическая когерентная томография (ОКТ) – методика визуализации внутренней структуры объекта, которая широко применяется в офтальмологии и дерматологии. Для увеличения эффективности методики необходимо получить полное представление о физических закономерностях, лежащих в ее основе, что достигается путем соответствующего компьютерного моделирования [1].

Существующие алгоритмы моделирования ОКТ, как правило, позволяют задавать неоднородности внутри исследуемого образца в аналитическом виде, что позволяет отразить их границы в крайне приближенном виде. Для более точного описания пространственной структуры моделируемых объектов предлагается перейти к заданию среды в виде трехмерного массива воксел-структур. Каждый воксел при этом характеризуется своим набором оптических характеристик. Это позволяет задать пространственную структуру объекта непосредственно с помощью изображений, получаемых экспериментальным путем, при этом каждому вокселю ставится в соответствие пиксель изображения внутренней структуры образца.

Общий процесс моделирования при этом остается аналогичным существующим алгоритмам фотонного транспорта, с тем отличием, что фотон передвигается из одного воксела в другой. Для определения того, какую грань воксела пересекает фотон, предлагается использовать усовершенствованный алгоритм Смита. В том случае, если показатели преломления вокселей различны, то фотон может отразиться от их границы, при этом вероятность этого события определяется с помощью формул Фрэнеля. Данная методика позволяет проводить моделирование ОКТ исследования объектов с неоднородной пространственной структурой.

Руководитель: Проскурин С.Г., *доцент*

1. M. Kirillin, I. Meglinski, V. Kuzmin, E. Sergeeva, R. Myllylä, *Opt. Express* **18** No 21, 21714 (2010).

Дифракция плоских волн на замкнутых неоднородностях произвольной формы

Назаренко А.М., *доцент*; Потапенко Е.А., *студент*
Сумский государственный университет, г. Сумы

Для прикладных исследований важно знать распределение напряжений на свободной границе и границе раздела двух фаз в условиях динамических нагрузок, так как практически любое воздействие на материал передается через эти границы. Поверхностные слои материала определяют поведение и свойства всего объема тела, его эксплуатационные свойства.

В данной работе рассматриваются задачи дифракции плоской гармонической волны с цилиндрическими неоднородностями произвольного поперечного сечения в рамках плоской деформации [1]. В качестве неоднородностей выбираются упругие включения или полости, возбуждающей нагрузкой является плоская гармоническая продольная или поперечная волна, излучающаяся из бесконечности. На границе упругого включения моделируются условия типа склейки (непрерывность перемещений и напряжений на границе раздела двух фаз), а граница полости предполагается свободной от сил. Строятся интегральные представления амплитуд перемещений дифрагированного волнового поля, автоматически удовлетворяющие уравнениям движения и условиям излучения на бесконечности. Удовлетворение краевых условий на контурах неоднородностей сводит рассматриваемые задачи дифракции к системам сингулярных интегральных уравнений: двух сингулярных интегральных уравнений второго рода в случае полости и четырех сингулярных интегральных уравнений (два – первого рода и два – второго рода) в случае упругого включения. Для интегральных уравнений первого рода обосновывается выбор дополнительных условий, необходимых для их однозначной разрешимости. Приводятся результаты компьютерного моделирования и рассчитываются контурные напряжения на границе эллиптических упругого включения и полости под воздействием гармонической продольной или поперечной волны.

1. А.М. Назаренко, *Вычислительные методы в задачах дифракции упругих волн на системах неоднородностей на базе сингулярных интегральных уравнений* (Сумы: СумГУ: 2015).

Моделювання слабо формалізованої динамічної системи

Борода А.О., студент
Сумський державний університет, м. Суми

Особливістю даної роботи є те, що фазові координати та керування є не специфікованими, не визначена також розмірність фазового простору [1]. Також з фізичної сутності задачі випливають певні обмеження на параметри динамічної моделі слабо формалізованої системи, які мають вигляд рівностей та нерівностей. Для стабілізації зв'язків компонент у системі в роботі застосований ітераційний процес, який на кожному кроці уточнює траєкторії фазових координат і керувань шляхом наближення значень елементів матриць, що фігурують в системах диференціальних рівнянь, до значень, які стабілізуються з точністю $\varepsilon = 10^{-5}$. Якщо параметри системи диференціальних рівнянь оцінені в результаті вказаного ітераційного процесу, то тим самим стабілізуються шукані взаємозв'язки між елементами динамічної системи, і побудована динамічна модель налаштовується на високі імітаційні та прогнозні властивості.

Чисельна реалізація проводилась на статистичних даних реальної макроекономічної динаміки [2]. За шість ітерацій МНК-оцінки параметрів системи диференціальних рівнянь, що зв'язують фазові координати та керування, налаштовуються на стабільні значення. У результаті отримані траєкторії фазових координат (валових випусків секторів) і керувань (невиробничого споживання цих секторів) адекватно описують статистичні дані, і отже їх можна використовувати для прогнозування майбутніх станів макроекономічної системи. Аналіз гармонічних хвиль, характерних для макроекономічної динаміки розвинутих країн, дозволяє виявляти підйоми і спади в економіці та прогнозувати перспективи економічного розвитку.

Керівник: Назаренко О.М., доцент

1. О.М. Назаренко, А.О. Борода, *Вісник Черкас. Універ.* 38(331), 55 (2014).
2. А.О. Борода, О.М. Назаренко., *Вісник ХНУ. Сер. «Мат. модел. Інформ. техн. Автом. сист. управл.»* 26 № 1156, 46 (2015).

Визначення загального стану людини за допомогою біоелектричних потенціалів

Кривоус А.П., *магістрант*; Філімонов С.О., *доцент*;
Циба А.А., *старший викладач*,
ЧДТУ, м.Черкаси

Сучасними способами дослідження стану людини є досить складні електричні пристрої. Одним з яких являється пристрій магнітно-резонансний томограф.

Для спрощення складності приладів огляду загального стану пацієнта нами запропонований пристрій для визначення загального стану людини на основі методу Серафіма Чічагова. Його теорія полягає в тому, що більшість усіх патологічних станів обумовлені порушенням якості крові людини. Значну роль в підтримці якості крові відіграє щитовидна залоза. Таким чином, якщо контролювати роботу щитовидної залози, то можна судити про стан людини в цілому.

Найчастіше для діагностики проблем з щитовидною залозою використовують УЗД, але воно не відображає її роботу, а показує лише розміри і т.д. Для роботи кожного органу існує свій певний час - органи працюють, відпочивають, регенеруються по певному графіку. Щитовидна залоза вступає в свою роботу з 20 до 22 годин.

Нами запропонований метод визначення роботи щитовидної залози на основі зняття з неї біоелектричних потенціалів. На рис. 1 зображений експериментальний результат дослідження щитовидної залози у різні часи доби який обробляється в програмі Cool Edit Pro 2.1.



Рисунок 1 – біоелектропотенціал: у 10:00(а); у 21:00 (б).

На основі цих експериментів можемо побачити різницю активності роботи щитовидної залози.

Таким чином, можемо зробити висновок, що запропонований нами метод дослідження за допомогою зняття біоелектропотенціалів з щитовидної залози можемо діагностувати стан людського організму.

Математичне та комп'ютерне моделювання стаціонарних макроекономічних процесів

Гиря С.С., *студент*; Козлова В.С., *студент*
Сумський державний університет, м. Суми

На сьогодні, зважаючи на нові світові економічні відносини, які ведуть за собою зростання впливу макроекономічної ситуації на усі сфери життя, актуальним є питання розробки ефективних моделей та механізмів управління стаціонарними макроекономічними процесами. Це може бути як розробка стратегії компанії, так і розробка макроекономічної політики країни. Така задача розробки моделей та механізмів є однією з найважливіших дослідницьких проблем, від розв'язання яких залежить майбутнє.

Основною проблемою моделювання макроекономічних процесів є специфікація та ідентифікація рівнянь руху динамічної системи. Інколи дослідник має інформацію про значення керованих змінних у дискретні моменти часу, але загалом він може мати лише інформацію про значення фазових змінних. Нехай макроекономічну систему можна охарактеризувати вектором-стовпцем фазових координат $x = (x_1, x_2, \dots, x_m)'$. У даній роботі застосовується метод колокації, згідно якого траєкторії руху розкладаються на базові функції: періодичну, трендову та стохастичну складові:

$$x(t) = n_1 + n_2 f(t) + n_3 \cos \omega t + n_4 \sin \omega t + \varepsilon(t)$$

Економетрична модель розкладу є лінійною. Щоб оцінити невідомі параметри моделі використовується метод найменших квадратів [1]. Рафінування моделі декомпозиції траєкторії руху проводилося за допомогою критерію Стьюдента та використання оберненого зв'язку між рівняннями руху та регулятором системи.

Апробація даної моделі проводилася на прикладі реальних статистичних даних розвитку макроекономічних систем. Отримані результати свідчать про високі імітаційні та прогностичні властивості побудованих моделей.

Керівник: Назаренко О.М., *доцент*

1. О.М. Назаренко, *Основи економетрики: Вид. 2-ге, перероб.: Підручник* (К.: «Центр навчальної літератури»: 2005).

Математичне моделювання інвестицій в рамках *n*-секторної економіки

Ніколаєнко О.М., студент
Сумський державний університет, м. Суми

Більшість об'єктів, що зустрічаються в практичних дослідженнях, належать до класу слабо формалізованих систем. У таких системах виникають не формалізовані та невизначені фактори. Тому встановити всілякі зв'язки між елементами слабо формалізованої системи практично неможливо. Крім того, у деяких динамічних системах можуть бути невідомі входи. Однак, якщо вважати систему керованою і зв'язати входи з керуваннями, то моделювання динамічного процесу спрощується і зводиться до системи диференціальних рівнянь з невідомими коефіцієнтами

У даній роботі запропонований алгоритм параметричної ідентифікації моделі Солоу макроекономічної системи з невідомими інвестиціями. Інвестиції в сектори моделюються згідно принципу мультиплікатора і з урахуванням інерційної ланки. Траскторії руху випусків секторів, що фігурують в моделях інвестицій, моделюються за допомогою розкладання на трендову та періодичну складові. Це дозволяє розв'язати диференціальні рівняння руху в явному вигляді.

Ідентифікація невідомих параметрів регресійних моделей проводиться за допомогою регулятора, який складався з декількох регулюючих пристроїв. Такий підхід дозволив суттєво зменшити число ступенів вільності регресійних моделей і будувати алгоритми оцінювання, нечутливі до незначних змін вхідної інформації. На параметри моделей накладалися обмеження-нерівності, що впливають з фізичної сутності задачі і тим самим наближають отримані МНК-оцінки до реальних значень.

Апробація побудованих алгоритмів проводилась на статистичних даних реальної макроекономічної динаміки. Виявлені значущі гармонічні хвилі, які розповсюджуються у досліджуваній динамічній системі.

Керівник: Назаренко О.М., доцент

1. О.М. Ніколаєнко, О.М. Назаренко., *Вісник ХНУ. Сер. «Мат. модел. Інформ. техн. Автом. сист. управл.»* № 27, 123 (2015).

Сравнение алгоритмов поиска опорных вершин кривой Безье при помощи генетических алгоритмов

Степанов К.А., аспирант

Томский государственный университет (НИТГУ), г. Томск,
Российская Федерация

При оптимизации формы изучаемого объекта целесообразным является использование кривой Безье. В данной работе решалась задача определения наиболее эффективного алгоритма поиска кривой Безье, которые различались способом нахождения x -координат опорных вершин: либо заданы до начала работы алгоритма в виде $x_i = i * h$, где h заранее известно; либо ищутся в процессе решения; либо заданы, исходя из данных предыдущего решения. Начальная и конечная точки фиксированы $(0,0)$ и $(1,0)$, y -координаты находились в процессе решения. Сравнение эффективности исследуемых алгоритмов проводилось в три этапа:

1. Использовалась степенная функция $y = x - x^8$. При фиксированных x получено среднее отклонение $0.773976 * 10^{-23}$, при отпущенных x оно получилось $0.486869 * 10^{-5}$. Наилучший вариант получен при уточненных $x - 0.141169 * 10^{-27}$. Алгоритм лучше работает при поиске меньшего количества координат и использовании уточненных значений.

2. Применялось приближение к заданной кривой Безье из 11 точек с использованием 7 точек. При отпущенных x координатах найдено лучшее решение $0.186325 * 10^{-14}$, а в среднем решения получаются более удаленными от кривой Безье. При фиксированных и уточненных x решения практически не отличаются ($0.937752 * 10^{-12}$ и $0.395278 * 10^{-12}$ соответственно).

3. Использовалось приближение к заданной кривой Безье из 11 точек с использованием 12 точек. При фиксированных x получено среднее отклонение $0.675267 * 10^{-12}$, при отпущенных x оно получилось $0.411169 * 10^{-11}$. Наилучший вариант получен при уточненных $x - 0.835624 * 10^{-16}$.

Таким образом, наилучшим из трех анализируемых по качеству решения является алгоритм с уточнением данных предыдущего решения, но он требует два запуска и имеет большую продолжительность по сравнению с двумя другими.

Оптимізація стратегій збору даних для моделі на основі оцінки і прийняття рішень

Колесніков Р. Є., студент

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького,
м. Черкаси

Імовірнісні і стохастичні моделі зазвичай використовуються в продуктивності, надійності і, зовсім недавно, почали використовуватись для оцінки безпеки. Моделі дозволяють передбачити інформації про продуктивність існуючої системи або альтернативних конфігурацій. Визначення відповідних значень для параметрів моделі є давньою проблемою в практичному використанні даних моделей. З підвищенням уваги до людських аспектів і ділових міркувань, збір даних для оцінки значень параметрів часто стає непомірно дорогим, так як він може включати в себе анкетування, дорогі перевірки або додатковий моніторинг.

Виконана робота в даній області є продуктивною, коли потрібно зібрати додаткові дані або додаткові зразки без урахування глобальних проблем збору даних. Ця теза спрямована на сприяння розробки оптимальних стратегій збору даних для таких моделей, особливо це актуально в області безпеки та прийняття рішень.

Основна ідея полягає в моделюванні невизначеності потенційних стратегій збору даних, а також у визначенні впливу на точність виведення даних. Ця теза передбачає обговорення факторів, що впливають на проблему збору даних для подальшої оптимізації.

Представлено ряд методів невизначеності збору даних моделювання, дані методи забезпечують основу для вирішування поставлених алгоритмів. Реалізація алгоритмів в середовищі MATLAB буде пояснена, а потім продемонструється використання бізнес моделі робочого процесу, а також інші приклади. Ці методи будуть протестовані та оцінені. Додатково буде підвищений ряд ефективності на основі суттєвої вибірки і розробки методик експерименту.

Використання підходу векторних авторегресій у моделюванні та дослідженні макроекономічних процесів в Україні

Маринич Т.О., *старший викладач*; Гец К.В., *магістр*
Сумський державний університет, м. Суми

Метою роботи є дослідження довгострокових зв'язків макроекономічних чинників, що визначають можливості стійкого економічного зростання країни, а також побудова моделей для прогнозування та сценарного аналізу. В якості ендогенних змінних обрано місячні показники 2002-2015 рр. обсягу реалізованої продукції промисловості (ОРПП) та сільського господарства (ОРПСГ) в доларовому еквіваленті, експорт та імпорт товарів і послуг з країнами Європи та Російською Федерацією [1], офіційний курс гривні до долара США, реальний ефективний обмінний курс гривні (РЕОК) [2].

В ПК EViews вивчено статистичні характеристики часових рядів, проведено логарифмування та сезонне згладжування. Аналіз стаціонарності показав, що змінні є інтегрованими 1-го порядку $I(1)$, ряд імпорту з Європи – $I(2)$. Досліджено причино-наслідкові зв'язки між показниками на 3-6 лагах за допомогою тесту Грейнджера. За допомогою тесту Йохансена виявлено коінтеграційні вектори між показниками експорту в країни Європи, ОРПСГ та РЕОК, а також між показниками ОРПП, офіційним курсом гривні та експортом до РФ. Побудовано відповідні моделі корекції помилок (VECM) з оптимальною кількістю лагів. Для усунення гетероскедастичності та автокореляції залишків моделей, спричинених структурними розривами часових рядів, включено фіктивні змінні, які відображують кризові процеси 2008-2009 та 2014-2015 років. Вивчена слабка екзогенність окремих змінних щодо значущості їх внеску у встановлення довгострокової рівноваги. Досліджено декомпозицію дисперсії помилок моделей з метою визначення внеску окремих факторів у прогнозні значення змінних моделей; проведено імпульсний аналіз, який дозволяє зробити висновки відносно реакції змінних на шоки з боку інших макроекономічних показників. Оцінено прогнозні значення змінних за різних сценаріїв розвитку показників.

1. Офіційний сайт Державної служби статистики: <http://ukrstat.gov.ua/>
2. Офіційний сайт НБУ: <http://www.bank.gov.ua/>

Моделювання коінтеграційних зв'язків як інструмент просторового планування регіону

Маринич Т.О., *старший викладач*; Харченко Ю.А., *студент*
Сумський державний університет, м. Суми

В рамках SWOT – аналізу Сумської області досліджено динаміку економічних показників, які представляють сильні і слабкі сторони сталого соціально-економічного розвитку регіону в контексті його просторового планування та можливостей досягнення довгострокової рівноваги. Показники внутрішнього економічного потенціалу регіону представлені місячними рядами обсягів промислового виробництва, сільськогосподарської продукції, торгівлі, експорту, імпорту, капітальних та іноземних інвестицій; змінні соціального становища включають економічно активне та зайняте населення, кількість штатних працівників, середньомісячна номінальна та реальна заробітна плата; фінансові та кон'юнктурні фактори представлені показниками кредитів та депозитів банківських установ області, відсоткових ставок за ними, а також індексами споживчих цін і цін виробників, обмінного та реального ефективного курсу гривні [1,2].

Статистичний аналіз в ПК EViews показав, що майже всі часові ряди є нестационарні та інтегровані першого порядку, містять структурні розриви та сезонні коливання, деякі ряди містять тренд. Виявлені стійкі (на протязі 4-6 лагів) каузальні зв'язки між досліджуваними показниками. Побудовані моделі векторної корекції помилок (VEC), які шукають довгострокову рівновагу між змінними, зокрема, між показниками експорту, обсягом сільськогосподарської продукції та іноземними інвестиціями; між обсягом промислового виробництва та кредитуванням і офіційним обмінним курсом; обсягом промислового виробництва та середньомісячною реальною заробітною платою і реальним ефективним обмінним курсом; зайнятим населенням та рівнем іноземних інвестицій і обмінним курсом. Досліджено оптимальну кількість лагів моделей, їх адекватність та стаціонарність, поведінку залишків, статистичну значущість параметрів моделі та якості прогнозування.

1. Офіційний сайт Державної служби статистики: <http://ukrstat.gov.ua/>
2. <http://sumy.ukrstat.gov.ua/>

Системи керування технологічним асортиментом

Іващук В.В., доцент

Національний університет харчових технологій, м. Київ

Значна кількість об'єктів харчової та хімічної промисловості є обмеженими у спостережності технологічних координат, що визначають стан процесів. Реалізація керування за замкненим принципом залишається для них недосяжною. Особливістю керування таких об'єктів є суттєва кореляція зв'язків між координатами стану та незадовільна динаміка цих зв'язків, яка обмежує керованість і використання технологій для отримання широкого асортименту продуктів.

Позитивний результат практичної реалізації стосується використання прогнозуючих лінійних систем [1], що забезпечують адекватне керування у обмеженому просторі зміни аргументів, де прийнятна лінійність реальної системи.

Для забезпечення достатнього горизонту адекватності математичної моделі пропонується заміна матриці стану, що використовується для оцінки динамічної складової. Ініціалізація відбувається

$$A_j \xrightarrow{\Delta a > \|\tilde{a}\|} A_{j+1}, A_j \in A \text{ для всіх } \dot{x} = Ax + \zeta(t) \quad (1)$$

де Δa – встановлена межа адекватності, \tilde{a} – реальні значення динамічного сходження, x – вхідна координата, $\zeta(t)$ – розподіл неспостережних збурень.

Система змінює завдання локальному регулятору, що при сталому завданні асимптотично мінімізує статичну помилку упередженого прогнозу системи. Ефективних керування забезпечується для парметрично ізольованих технологічних систем, де відокремлення параметрів стану пов'язано з особливостями робочого середовища середовища.

1. J.L. Purohit, S.M. Mahajani, *J. Industrial Eng. Chem. Res.* **52** No 14, 5191 (2013).

Программный комплекс обработки результатов исследований измерения теплопроводности жидкостей и материалов методом термистометрии

Матвиенко С.Н., *аспирант*; Выслоух С.П., *доцент*
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев

В работе рассмотрен программный комплекс обработки результатов исследований разработанной экспериментальной установки, которая позволяет измерять теплопроводность жидкостей и материалов методом термистометрии.

В рамках поставленной задачи разработана математическая модель неразрушающего метода измерения теплопроводности жидкостей и материалов, получена необходимая расчетная формула метода, который положен в основу программы измерений, а также проведено необходимое количество экспериментальных исследований данным методом измерения, результаты которых подтвердили возможность использования выбранного метода для измерения теплопроводности.

При погружении зонда в жидкость был обнаружен эффект «пузырьков воздуха», при котором возможно возникновение пузырька воздуха на поверхности головки термистора, который значительно ухудшает тепловой контакт с исследуемой жидкостью, а это, в свою очередь, приводит к значительной погрешности при измерении. Поэтому для повышения точности и достоверности результатов используется многозондовый метод измерения, а алгоритм обработки результатов основан на попарном сравнении дисперсии каналов.

В составе программного комплекса обработки полученных экспериментальных данных используются две вспомогательные программы: программа статистического анализа, которая при накоплении данных измерений корректирует статистические вычисления и программа реализации алгоритмов вычислений коэффициента теплопроводности и просмотра результатов.

Используя данные статистических исследований программой обработки данных проводятся необходимые расчеты и формируется файл данных вычислений, который затем заносится в базу данных тестирования для формирования результата экспериментов и выдачи рекомендаций для использования в любых условиях производства.

Дискретне лінійне моделювання динамічних процесів

Шляхетський А.І., студент; Назаренко Л.Д., старший викладач
Сумський державний університет, м. Суми

Досліджується система, що представляє взаємодію двох факторів: вихідного Y - обсяг реалізованої промислової продукції в Україні та вхідного X - капітальні інвестиції в промисловість. Система розглядається на дискретних множинах часу T , входу U , стану X , виходу Y , які задаються щоквартальними даними Головного управління статистики України за 2011-2015 роки. Дискретна лінійна стаціонарна детермінована математична модель з простором станів має вигляд

$$\begin{cases} x(k+1) = Ax(k) + Bu(k) \\ y(k) = Cx(k) \end{cases}, \quad (1)$$

де $k = 0, 1, 2, \dots$ – дискретний момент часу ($t_k = t_0 + k\Delta t \in T$), $x(k) \in X$, $y(k) \in Y$, $u(k) \in U$. Матриці моделі: $A = Fb(-a_1, -a_2, \dots, -a_n)$ – матриця Фробеніуса, $B = e_n$ і $C = (c_1, c_2, \dots, c_n)$. Вони визначаються з еквівалентної моделі вхід-вихід :

$$\sum_{j=1}^{n+1} a_j y(k+j-1) = \sum_{j=1}^n c_j u(k+j-1), \quad (2)$$

Оптимальний порядок моделі n встановлено за алгоритмом Б.Хо. На вибірках з 20 значень $n=5$. Визначення коефіцієнтів з (2) здійснено за методом найменших квадратів, що призводить до визначення розв'язків системи лінійних алгебраїчних рівнянь 10-го порядку. Комп'ютерна реалізація алгоритму побудови зазначених математичних моделей здійснена засобами програмування в середовищі пакету Maple 7.

Отримані моделі дозволяють не тільки ідентифікувати систему, але й проаналізувати її на стійкість, спостережуваність та керованість.

1. Л. Льюнг, *Идентификация систем* (М.: Наука: 1991).
2. В.О. Любчак, Л.Д. Назаренко, *Основи математичної терії систем* (Суми: Вид-во СумДУ: 2008).

Мінімаксне керування лінійними об'єктами з розподіленими параметрами в умовах невизначеності

Лобок О.П., доцент; Гончаренко Б.М., професор;

Савицька Н.М., доцент; Івашук В.В., доцент

Національний університет харчових технологій, м. Київ

Для забезпечення високої якості систем регулювання використовують найбільш точні математичні моделі об'єктів керування, які враховують крім часової, ще й просторові координати, які розподілені за часом. При цьому розглянуті задачі побудови регуляторів для класу систем з розподіленими параметрами, що функціонують в умовах неповної спостережності координат, знайдений конструктивний розв'язок задачі синтезу мінімаксного граничного розподіленого й точкового керування, а також алгоритми визначення кількості й оптимального налаштування точкових регуляторів. Задачі мінімаксного керування для систем із зосередженими параметрами, що функціонують в умовах невизначеності, загально відомі. На основі методів теорії збурень, одержаний розв'язок цих задач для систем із розподіленими параметрами з більш загальними функціоналами вартості, а також проведений подальший розвиток теорії мінімаксного керування стосовно систем з розподіленими параметрами. Задачі синтезу оптимального керування системами, що розглядаються для умов функціонування з частково невизначеною інформацією для чого описуються узагальненими рівняннями в частинних похідних параболічного типу. Керування має вигляд зворотного зв'язку від спостережуваних координат, для реалізації якого необхідно розв'язати інтегро-диференціальне рівняння типу Ріккати. Окремо побудовані розподілені та зосереджені граничні регулятори, а також отримано рекурентний алгоритм визначення оптимального керування стосовно зміни числа спостережень.

Якщо стан системи описується функцією $\varphi(x, t)$, яка задовольняє рівняння

$$\int_0^T \langle \varphi(t), W^*(t)\eta(t) \rangle dt = \int_0^T b(t; u(t), \eta(t)) dt + m(f, \eta(0)) \quad \forall \eta(t) \in \Phi_T, \quad (1)$$

де $W(t) = \partial/\partial t - A(t)$; $m(f, \eta(0))$, $b(t; u(t), \eta(t))$ – неперервні білінійні форми; Φ_T – простір “пробних” функцій $\eta(t)$ виду $\Phi_T = \left\{ \eta : \eta \in H^{2,1}(Q_T), \eta|_{S_T} = 0; \eta(x, T) = 0, x \in \Omega \right\}$; $u \in U$ – функції керування ($U = L_2(S_T)$ – для розподіленого граничного керування, $U = L_2(S_T; R^N)$ – для керування зосередженого); $f \in L_2(\Omega)$ – невідомі функції, що належать до області

$$S_f = \{ f : f \in L_2(\Omega), h(f, f) \leq 1 \}, \quad (2)$$

де $h(f, f)$ – симетрична додатно визначена квадратична форма; і якщо при деякій реалізації зовнішніх збурень $f \in S_f$ відбуваються наступні виміри стану системи (1)

$$z_i(t) = l_i(t; \varphi(t)) = \langle l_i(t), \varphi(t) \rangle, \quad z_i(t) \in L_2(0, T), \quad i = 1, 2, \dots, k, \quad (3)$$

то керування $u(t)$ знаходиться у вигляді лінійного зворотного зв’язку від спостережуваних сигналів $z(t) = [z_1(t), z_2(t), \dots, z_k(t)]^T$, тобто у вигляді

$$u(t) = R(t)z(t), \quad R(t) \in L(L_2(0, T; R^k), U), \quad (4)$$

яке на розв’язках рівняння (1) мінімізує наступний функціонал

$$I(u) = \sup_{f \in S_f} \left[q(\varphi(T), \varphi(T)) + \int_0^T (p(t; \varphi(t), \varphi(t)) + d(t; u(t), u(t))) dt \right]. \quad (5)$$

Метод объемной визуализации для медицинских приложений

Вяткин С.И.¹, старший научный сотрудник;

Павлов С.В.², профессор, Романюк С.А.², аспирант

¹ Институт автоматизации и электротехники СО РАН, Россия

² Винницкий национальный технический университет, г. Винница

Точка выборки на луче попадает между восьмью точками из трехмерной карты плотностей (D_0, \dots, D_7 – точки на трехмерной сетке плотностей). Если интерполированная плотность в точки выборки превышает некоторую пороговую плотность (задаваемую пользователем), то по этим восьми точкам вычисляем градиент плотности, который впоследствии используется как нормаль к поверхности. Она также используется в свою очередь для модели освещения.

Так как трехмерные карты плотностей обрабатываются подобно текстуре, возможно, использовать в сцене несколько трехмерных карт плотностей, привязанных к различным объектам. Метод вычисления нормали к изоповерхности по объемным данным заключается в следующем. Градиент плотности берется в качестве нормали к поверхности для вычисления модели освещения. Сначала плотность билинейно интерполируется в точках P_0, \dots, P_5 ; затем компоненты градиента берутся как разность этих интерполированных значений

$$dG / dx = P_0 - P_1, dG / dy = P_4 - P_5, dG / dz = P_2 - P_3.$$

Данный метод вычисления называется трилинейной интерполяцией нормали. При визуализации объемных данных алгоритм имеет на входе трехмерную сетку плотностей и значение порога плотности, который означает, что точки с данной плотностью принадлежат поверхности объекта.

Хранение палитры в виде текстуры дало возможность создать объём произвольной точности. При этом алгоритм использует подход, называемый «зависимым чтением» (dependent reading): значения из первой текстуры используются как индексы для получения значений цвета и прозрачности из второй. Это может быть реализовано с помощью пиксельных шейдеров, были разработаны и реализованы специальные низкоуровневые алгоритмы работы шейдеров с 3D-текстурой.

Використання методики Бокса-Дженкінса для прогнозування обсягів виробництва підприємства

Маринич Т.О., *старший викладач*; Лиценко М.І., *студент*
Сумський державний університет, м. Суми

Об'єктом дослідження є підприємство харчової промисловості, розташоване в Сумській області; предметом аналізу – часові ряди, що представляють місячні обсяги виробленої продукції підприємства усього та кондитерських виробів, зокрема, за 2001-2010 роки. Метою роботи є підбір адекватної моделі для прогнозування обсягів виробництва, для чого була використана методика Бокса-Дженкінса побудови моделей авторегресії і ковзного середнього ARMA та інтегрованих моделей ARIMA [1]. Програмна реалізація здійснена в ПК EViews.

На етапі ідентифікації моделей виявлено, що ряди є нестационарні та містять сезонну компоненту, тому за основу обрано моделі типу ARIMA та моделі з урахуванням сезонної складової – SARIMA. Тест Дікі-Фулера показав, що перші різниці роблять ряди стаціонарними, тому порядок різниць $d = 1$. Параметри p (кількість лагів), q (кількість лагів помилок) та сезонні компоненти порядків авторегресії, ковзного середнього та різниць (p_s, d_s, q_s) визначено на підставі корелограм часових рядів – ACF та PACF [1]. На етапі діагностики різні специфікації моделей були порівняні за такими критеріями: скоригований коефіцієнт детермінації, стандартна помилка регресії, інформаційні критерії вибору моделі Шварца (Schwarz's Bayesian Criterion (SBC або BIC) та Акаїке (Akaike's Information Criterion (AIC)). Досліджено залишки моделей щодо наявності автокореляції та відповідності нормальному розподілу. Якість прогнозу перевірена на підставі критерію середньоквадратичної помилки (MSE). Отримані прогнози в межах вибірки даних не показали себе доволі ефективними, оскільки не відобразили різких коливань змінних, проте напрям зміни часових рядів співпадає з фактичними даними, що говорить про те, що загальний тренд відображено вірно.

1. Bowerman, Bruce L., Richard T. O'Connell, and Anne B. Koehler. Forecasting, *Time Series and Regression*, 4th ed. (Belmont, CA: Thomson Brooks/Cole: 2005).

Моделювання сильних нелінійних взаємодій гармонік хвиль просторового заряду у двопотоковому електронному пучку з тепловим розкидом

Лисенко О.В., доцент; Ромбовський М.Ю., доцент;
Коваль В.В., доцент; Тихонова А.С., студент
Сумський державний університет, м. Суми

Актуальність дослідження нелінійних взаємодій між гармоніками хвиль просторового заряду (ХПЗ) обумовлена тим, що такі взаємодії використовують у двопотокових супергетеродинних лазерах на вільних електронах (ДСЛВЕ). У роботі проведено моделювання нелінійних взаємодій між гармоніками ХПЗ у двшвидкістному релятивістському електронному пучку з тепловим розкидом методом частинки в комірниці (Particle-in-Cell, PiC). Цей метод дозволяє чисельно досліджувати як слабо нелінійні процеси, коли швидкість зміни амплітуди хвилі набагато менша за швидкість зміни фази хвилі, так і сильно нелінійні взаємодії, коли подання хвилі у вигляді добутку амплітуди на гармонічну функцію від фази перестає бути вірним. До недоліків методу PiC слід віднести складність у проведенні аналітичних досліджень.

У межах методу PiC визначені умови, за яких відбувається перехід від когерентного режиму взаємодії гармонік ХПЗ до турбулентного під час розвитку двопотокової нестійкості у релятивістському двопотоковому електронному пучку. Отримано збіг рівнів насичення та довжин насичення гармонік ХПЗ, які були отримані як у межах методу усереднених характеристик для когерентного режиму взаємодії [1] так і у межах методу PiC. Вивчено вплив теплового розкиду на форму частотного спектру гармонік ХПЗ. З'ясовано, що тепловий розкид електронів пучка спричиняє зменшення рівнів насичення, відбувається збільшення ширини частотного спектру. Перехід від когерентного режиму взаємодії до турбулентного відбувається раніше, ніж для моношвидкісного двопотокового електронного пучка. Визначені граничні параметри теплового розкиду електронного пучка, який може використовуватись для формування когерентної хвилі просторового заряду з широким частотним спектром у ДСЛВЕ.

1. V. Kulish, A. Lysenko, M. Rombovsky, V. Koval, Iu. Volk, *Chin. Phys. B* **24**, 095201 (2015).

Варианты проектных обликов регенеративных электронных систем на базе ПЛИС Xilinx семейства Virtex-7

Савкин Л.В., *соискатель*
ПАО «Радиофизика», Москва, Россия

Работа посвящена разработке и исследованию способов аппаратно-программного построения регенеративных электронных систем (РегЭС) [1] в целях интеграции, унификации и повышения надежности функционирования бортовой аппаратуры современных космических систем и комплексов. На основе существующих методов низкоуровневого мажоритарного и немажоритарного резервирования аппаратных архитектур ПЛИС класса FPGA [2], а также некоторых подходов, связанных с построением избыточных логико-арифметических архитектур ПЛИС [3], в настоящее время разработаны несколько вариантов проектных обликов РегЭС. В качестве основной платформы для практической реализации РегЭС были применены ПЛИС Xilinx семейства Virtex-7. Вариативность проектных обликов РегЭС обусловлена следующими факторами:

- однородность базовых архитектур РегЭС, задействованных для реализации в общем реконфигурируемом вычислительном поле (РВП) функциональных и контролирующих сред;
- различные методы контроля фрагментов РВП, реализующих области функциональных и контролирующих сред РегЭС;
- формирование архитектур РВП по принципу вложенных матричных наборов на всех (или нескольких) условных аппаратных уровнях структурно-функциональной иерархии РегЭС.

Исследуются способы практической реализации режимов динамической реконфигурации РВП РегЭС.

1. Л.В. Савкин, *Вестник кибернетики* №2(18), 3 (2015).
2. С.С. Уваров, *Автоматика и телемеханика* № 9, 176 (2007).
3. С.Ф. Тюрин, *Вестник Пермского университета. Математика, Механика, Информатика* № 3(22), 91 (2013).

Вплив групової роботи на рівень індивідуальних досягнень у ході самостійної навчальної діяльності студентів

Купенко О. В., доцент; Шовкопляс О. А., старший викладач
Сумський державний університет, м. Суми

Авторами розглянута проблема організації самостійної роботи студентів на фоні зменшення аудиторних годин. У дослідженні переходу від прямого управління викладачем до самоуправління студентів у навчанні брали участь академічні групи загальною кількістю 297 осіб. Як одна з можливостей для здійснення такого переходу розглянута групова робота студентів. Упродовж 2014-2015 та 2015-2016 навчальних років був зібраний масив експериментальних даних за результатами індивідуальної (етапи I, III) та групової (етап II) роботи студентів на матеріалі психолого-педагогічних навчальних дисциплін. У ході аналізу побудована модель діагностики самостійності в навчанні, яка свідчить про підвищення результатів для 36% студентів, зниження – для 34% та відсутність змін для 30%.

На рис. 1 наведена графічна інтерпретація запропонованої моделі на прикладі 91 магістранта факультету ТеСЕТ. Подальшого аналізу потребують виявлені області локалізації підвищеного рівня самостійної навчальної діяльності студентів.

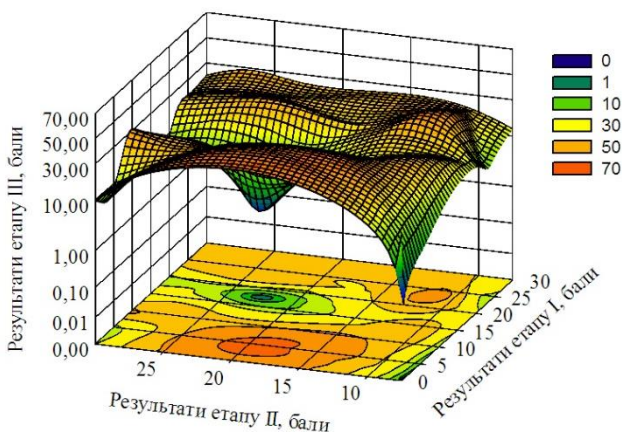


Рисунок 1 – Поверхня та лінії рівня індивідуальних навчальних досягнень студентів.

Модель урахування вимог роботодавця при підготовці майбутніх фахівців технічного профілю

Загородня Т.М., *асистент*; Романовський В.І., *старший викладач*
Сумський державний університет, м. Суми

Суттєвим етапом у процесі управління складними об'єктами є етап оцінки результатів управління і забезпечення зворотного зв'язку. Орієнтованість вузу на ринок праці реалізується через систематизовану взаємодію кафедр, факультетів, інститутів та роботодавців і формалізується у вигляді критеріїв і вимог до випускників з точки зору їх практичної придатності до зайнятості. Ми пропонуємо концептуальну модель оптимізації навчального процесу, відповідно до якої, у якості критерію оцінки розглядається відповідність вимогам роботодавців.

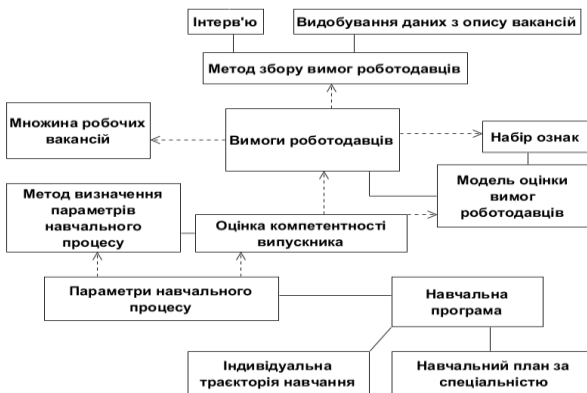


Рисунок 1 – Концептуальна модель урахування вимог роботодавця.

Це обумовлює необхідність розробки моделей оцінювання вимог та результатів навчання в термінах компетентності випускників. Використання запропонованої моделі (рис. 1) дозволяє на 10-35 % збільшити кількість студентів, компетентність яких відповідає вимогам, що висувають роботодавці до вакантних посад.

Моделювання ефектів пам'яті в ультратонкій плівці мастила

Заскока А.М., *асистент*
Сумський державний університет, м. Суми

Робота присвячена дослідженню впливу ефектів пам'яті на час установлення стаціонарного режиму тертя в нанотрибологічній системі. Розглядається система, яка складається з двох блоків з атомарно-гладкими поверхнями, між яким нанесено мастило нанометрової товщини. Нижній блок зафіксований, а до верхнього кріпиться пружина вільний кінець якої зсувається з фіксованою швидкістю. При функціонуванні такої системи в стаціонарному режимі після короткострокової зупинки зовнішнього приводу і повторного відновлення його руху час виходу на стаціонарний режим функціонування зменшується, при цьому він залежить від тривалості зупинки вільного кінця пружини [1].

Для дослідження даного ефекту записується розкладання вільної енергії в ряд за степенями параметра порядку з урахуванням лінійного доданку. Аналіз термодинамічного потенціалу дозволяє виділити критичні температури та швидкості плавлення і тверднення мастила. Досліджено вплив квазістатичної сили тертя. Побудовані Побудовані залежності сили тертя від часу для різних температур мастила при довготривалій зупинці зовнішнього приводу. Показано режими у яких після повторного увімкнення зовнішньої сили на цій залежності реалізується один пік. Результати розрахунків добре корелюють з експериментальними даними. Отримана залежність сили тертя від часу для різних часів релаксації параметра порядку та для різної тривалості зупинки зовнішнього приводу.

1. Н. Yoshizawa, J. Israelachvili, *J. Phys. Chem.* **97** No 43, 11300 (1993).
2. S. Yamada, *Langmuir* **24** No 4, 1469 (2008).

Інтерполяція функцій опору повітря за допомогою параболічного сплайна

Стеля О.Б., *старший науковий співробітник*; Сіренко І.П., *провідний інженер*; Потапенко Л.І., *молодший науковий співробітник*
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

Метою роботи є аналіз застосування параболічного сплайна для інтерполяції функцій опору повітря. Одним із основних факторів, що впливають на характеристики траєкторії снаряда є опір повітря. Як правило, залежність опору повітря снаряда від його швидкості визначається за допомогою полігонних стрільб у вигляді табличних функцій. Для розрахунку траєкторій снарядів розв'язуються системи нелінійних звичайних диференціальних рівнянь зовнішньої балістики, в які входить сила опору повітря. В процесі розв'язування систем рівнянь необхідно мати функцію опору повітря у вигляді неперервної функції. Для багатьох застосувань, наприклад, розв'язування обернених задач балістики, важливо щоб апроксимаційна функція мала й неперервну похідну.

В даній роботі пропонується інтерполяція табличної функції опору повітря за допомогою параболічного інтерполяційного сплайна. Методи сплайн-інтерполяції функції дають можливість будувати кусково-поліноміальні функції невисокого степеня неперервні разом зі своїми похідними. Представлення функції опору повітря у вигляді сплайна дозволяє його подальше ефективно використання в алгоритмах чисельного розв'язування диференціальних рівнянь, що описують рух снарядів.

В роботі побудовано параболічні сплайн-інтерполяції закону опору повітря Сіачі, закону опору повітря 1943 року та інші. Приведено графічні порівняння побудованих сплайнів з апроксимаціями законів повітря, що використовують інші наближення.

Приведені результати інтерполяції сплайном демонструють високу точність наближення і показують, що запропонований сплайн зберігає характер поведінки функцій опору і може бути використаний в моделях зовнішньої балістики.

Монотонна різницева схема для нестационарного рівняння конвекції-дифузії-реакції

Стеля О.Б., старший науковий співробітник; Сіренко І.П., провідний інженер; Потапенко Л.І., молодший науковий співробітник;
Стеля І.О., молодший науковий співробітник
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

Метою роботи є розробка та обґрунтування монотонної різницевої схеми, що ґрунтується на сплайні для розв'язування нестационарного рівняння конвекції-дифузії-реакції. Велика кількість прикладних застосувань, зокрема у балістиці, моделюванні забруднення навколишнього середовища, медицині тощо, ґрунтується на крайових задачах для рівняння типу конвекції-дифузії-реакції. Таке широке застосування рівняння обумовлює необхідність створення нових високоефективних чисельних методів розв'язування, особливо при значному домінуванні конвекції над дифузиею. В даній роботі запропоновано нову монотонну різницеву схему для зазначеного рівняння.

Розглядається крайова задача

$$\frac{\partial u(x,t)}{\partial t} = D(x,t) \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} - V(x,t) \frac{\partial u(x,t)}{\partial x} + A(x,t)u(x,t) + f(x,t),$$
$$x \in (0, L), t > 0, u(0,t) = U_0(t), u(L,t) = U_L(t), u(x,0) = g(x),$$

де u – концентрація речовини, D – коефіцієнт дифузії, V – швидкість руху середовища, A – швидкість реакції, f – джерела.

Для побудови різницевої схеми використовується параболічний інтерполяційний сплайн. Доведено монотонність одержаної різницевої схеми.

За допомогою розробленого програмного забезпечення проведено чисельні розрахунки в разі домінування конвективного члена над дифузійним. Чисельний розв'язок задачі може бути відтворений у вигляді параболічного сплайна на всьому відрізьку інтегрування для вибраних дискретних моментів часу. Результати чисельних експериментів показують, що запропонована монотонна різницева схема для рівняння конвекції-дифузії-реакції дозволяє розв'язувати крайові задачі для широкого діапазону значень коефіцієнтів рівняння.

Моделирование взаимодействия белков актина и миозинаСвятный В.А.¹, профессор; Гуськова Н.Г.^{1,2}, аспирант¹ Донецкий национальный технический университет, г. Красноармейск² Институт Макса Планка динамики сложных технических систем,
г. Магдебург, Германия

Данная работа посвящена исследованию взаимодействия белков актина и миозина в процессе сокращения клетки. Основной целью является построение математической модели взаимодействия и изучение зависимостей между концентрацией АТФ (аденозитрифосфорной кислоты) и силой напряжения, которая возникает в моменты сжатия клетки. Актин – главный компонент тонких нитей. На протяжении всего цикла молекулы миозина движутся по поверхности актина. Миозин – одна из разновидностей белка, содержащегося в клетках и принимающего участие в сокращении мышц. Перемещение молекул миозина происходит за счет гидролиза АТФ.

Основываясь на базовой модели [1] в работе рассмотрен биохимический цикл взаимодействия описанных белков. При моделировании были внесены существенные изменения в диапазоны изменения параметров [2] и учтена вероятность разрыва нитей актина под воздействием общей силы.

Для моделирования использовалась математическая среда PROMOT (Process Modeling Tool), которая представляет собой инструмент объектно-ориентированного моделирования химических, биохимических и внутриклеточных процессов.

В результате моделирования было показано, что взаимодействие между молекулами миозина и нитями актина возникает только в том случае, когда содержание АТФ в клетках находится в интервале от 0.1 до 10 единиц. В тех случаях, когда концентрация слишком велика или мала, не происходит гидролиза АТФ, что влечет за собой отсутствие реакции.

1. O. Lewis, R. Guy, J. Allard, *J. Biophys.* **107**, 863 (2014)
2. U. George, A. Stephanou, A. Madzvamuse, *J. Math. Biol.* **66**, 547 (2013)

Эволюция вращений твердого тела, под действием возмущающего момента, медленно изменяющегося во времени

Акуленко Л.Д.¹, главный научный сотрудник;

Лещенко Д.Д.², профессор; Козаченко Т.А.², доцент

¹ Институт проблем механики РАН, г. Москва, Россия

² Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
г. Одесса

Исследуются возмущенные вращательные движения твердого тела, близкие к случаю Лагранжа, под действием момента сил, медленно изменяющегося во времени. В качестве невозмущенного движения рассматривается движение Лагранжа, влияние возмущений учитывается методом усреднения по движению Лагранжа.

Развивается процедура усреднения системы уравнений движения тела при произвольных начальных условиях для возмущений, допускающих усреднение по углу нутации. Оказывается, что ряд прикладных задач допускает усреднение по углу нутации. Указаны достаточные условия возможности проведения усреднения только по углу нутации.

Рассмотрена конкретная механическая модель возмущений, соответствующая движению тела, близкому к случаю Лагранжа, под действием момента сил, медленно изменяющегося во времени и обусловленного влиянием сопротивляющейся среды. Усредненные системы уравнений движения для медленных переменных проинтегрированы численно при разных начальных условиях и параметрах задачи. Полная энергия тела и проекция вектора кинетического момента на вертикаль симметрии монотонно убывают. Под действием линейно-диссипативного момента твердое тело стремится к устойчивому нижнему положению равновесия. Полученные результаты сравниваются с результатами исследования движения Лагранжа с учетом моментов сил, действующих на тело со стороны внешней среды в случае постоянных коэффициентов пропорциональности в выражениях линейных диссипативных моментов [1].

1. Л.Д. Акуленко, Д.Д. Лещенко, Ф.Л. Черноусько, *ПММ* **43**, 771 (1979).

Дифракция продольной волны сдвига на системе жестких включений произвольной формы в полупространстве

Назаренко А.М., *доцент*; Харитонов И.М., *студент*;
Харитонов Ю.В., *студент*
Сумский государственный университет, г. Сумы

В данной работе исследуются задачи дифракции стационарных волн сдвига на цилиндрических жестких включениях произвольного поперечного сечения и туннельных криволинейных жестких включениях произвольной формы в полупространстве. Граница полупространства предполагается заземленной или свободной от сил, а в качестве возбуждающей нагрузки выбирается монохроматическая волна сдвига, излучаемая из бесконечности. Граничные условия на контурах жестких включений вытекают из уравнений движения абсолютно жесткого тела, а дополнительные условия, необходимые для определения неизвестных постоянных определяются из закона Ньютона, описывающего движение каждого включения как абсолютно жесткого тела. Строится интегральное представление перемещения, автоматически удовлетворяющее уравнению движения продольного сдвига, условиям на границе полупространства и условиям излучения на бесконечности. Удовлетворение граничных условий на контурах неоднородностей сводит краевые задачи к системам сингулярных интегральных уравнений, к которым присовокупляются дополнительные условия, необходимые для однозначной разрешимости этих уравнений.

Численная реализация построенных алгоритмов осуществлялась методами дискретных особенностей и механических квадратур. Проведены компьютерные эксперименты, в результате которых рассчитаны контурные напряжения на границах эллиптических жестких включений и криволинейных жестких включений параболической формы в зависимости от геометрических, механических и динамических характеристик. Изучено влияние границы полупространства на распределение контурных сдвиговых напряжений и выявлены динамические эффекты для рассмотренных решеток.

Моделювання теплового поля прямокутної області із розташованим на границі джерелом тепла

Гончаров О.А., *професор*; Юнда А.М., *доцент*;
Шведова І.С., *студент*
Сумський державний університет, м. Суми

Математичне моделювання складних природних, соціальних та економічних явищ набуло сьогодні свого стрімкого розвитку завдяки збільшенню обчислювальних потужностей ЕОМ. Сучасні обчислювальні методи дозволяють впритул наблизити властивості математичної моделі до властивостей реального об'єкта або явища, які моделюються.

В даній роботі моделюється процес розповсюдження тепла в прямокутній області із заданими початковими умовами та заданими на зовнішній границі крайовими умовами першого та третього роду. Джерело тепла розташовано на ділянці зовнішньої границі області. Припускалося що на цій ділянці підтримується стала температура (гранична умова першого роду). На інших ділянках границі відбувається конвективний теплообмін із зовнішнім середовищем (гранична умова третього роду).

Чисельний розв'язок рівняння теплопровідності із заданими крайовими умовами проводився методом поздовжньо-поперечних прогонів [1]. Сутність методу полягає у тому, що до розгляду вводиться проміжний шар вузлів різницевої сітки, який відповідає координаті $t^{n+1/2} = t + \tau/2$ (де τ – крок за часом). Перехід від n -го шару до $(n + 1)$ -го здійснюється в два етапи: спочатку трьох-точкові системи алгебраїчних рівнянь розв'язуються за формулами прогонки в напрямку x (знаходяться значення сіткової функції на проміжному $(n + 1/2)$ -му шарі), а потім системи рівнянь розв'язуються за формулами прогонки в напрямку y (знаходяться значення сіткової функції на $(n + 1)$ -му шарі). Збіжність чисельного розв'язку рівняння теплопровідності забезпечувалась використанням неявної різницевої схеми. Була досліджена залежність динаміки теплового поля від параметрів системи та визначено час встановлення теплової рівноваги у досліджуваній області.

А.А. Самарский, *Теория разностных схем* (Москва: Наука: 1989).

СЕКЦІЯ 6

«Математичний аналіз»

Поліноми Лежандра при апроксимації гідростатичної сили у шпаринному ущільненні

Беда І.М., доцент; Білоус Д.О., студент
Сумський державний університет, м. Суми

Сучасні наукові дослідження вимагають обов'язкової наявності аналітичної залежності між відповідними параметрами, що дозволяє провести якісне прогнозування та моделювання технічного або фізичного процесу, внести необхідні зміни в обладнання, зробити висновки.

В роботі досліджувалась дискретна залежність гідростатичної сили F від відносного ексцентриситету ε , одержана чисельним експериментом в роботі [1]. Апроксимація даної сили виконувалась шляхом формування многочлена n -го порядку. Невідомі коефіцієнти знаходились двома методами:

- методом найменших квадратів (МНК) (із застосуванням засобів Mathcad);
- за допомогою поліномів Лежандра виду:

$$f(x) = a_0 P_0(x) + a_1 P_1(x) + \dots + a_n P_n(x) + \dots \quad (1)$$

$$a_m = \frac{1}{2} (2m+1) \int_{-1}^{+1} f(\mu) P_m(\mu) d\mu, \quad P_n(x) = \frac{1}{2^n n!} \frac{d^n (x^2-1)^n}{dx^n}. \quad (2)$$

Аналіз отриманих результатів показав, що МНК незадовільно описує залежність, так як спостерігаються неприпустимі стрибки значень коефіцієнтів з ростом порядку многочлена, що не відповідає фізичному змісту досліджуваної сили.

В той же час, многочлени, отримані з застосуванням поліномів Лежандра (формула 1), якісно описують гідростатичну силу і в подальшому можуть бути використані при дослідженні динамічних характеристик ротора відцентрового насосу.

1. І.М. Беда, О.І. Беда, *Вісник Сумського державного університету. Серія «Технічні науки»*, № 4, 26 (2011).

Гвинтова структура одношарових нанотубуленів

Гула О.В., студент; Білоус О.А., доцент
Сумський державний університет, м.Суми

Нанотубулені відносяться до класу нових матеріалів, що мають унікальні електричні, оптичні та механічні властивості. Широкий спектр можливостей застосування дозволяє розглядати такі структури як найбільш перспективні об'єкти наноелектроніки.

Відомо [1], що в залежності від структури одношарових нанотрубок вони мають як металеві так і напівпровідникові властивості. Якісний опис структури елементів нанооб'єкту з врахуванням необхідних параметрів – важлива задача розрахунку, моделювання та прогнозування їх фізико-технічних характеристик.

Як правило, одношарові нанотрубки описуються у якості площини на якій викладені правильні шестикутники з атомами матеріалу у вершинах яка згортається у циліндричну поверхню різними способами в залежності від кута між напрямком сторін шестикутників та віссю нанотрубки. Так, хіральність об'єкта описується або за допомогою відповідних індексів зсуву (m,n) , що є координатами відповідного шестикутника для суміщення, або кута між напрямками згортання площини та спільною стороною сусідніх шестикутників. Але, дана форма опису структури є достатньо складною для розробки математичних моделей та обчислення параметрів, що характеризують властивості нанотубуленів із застосуванням ІТ-технологій.

В роботі пропонується опис структури хіральних одношарових нанотрубок за допомогою рівняння гвинтової лінії у просторі, що намотана на циліндр з діаметром нанотрубки D . Координати центрів шестикутників належать кривій, і розташовані на однаковій відстані один від одного. Відповідні коефіцієнти у параметричному рівнянні лінії враховують хіральність структури.

1. И.В. Сысоев, Н.С. Переславцева, О.И. Дубровский, *Конденсированные среды и межфазные границы* **16** № 3, 318 (2014).

Апроксимація гаусіаном

Неклець Г.Г., студент; Отог Д.В., студент; Білоус О.А., доцент
Сумський державний університет, м. Суми

Математичне моделювання параметрів технічних об'єктів є одним з основних напрямків розвитку сучасних наукових досліджень. Одним з методів формування математичної моделі є апроксимація експериментальних результатів функціональною залежністю.

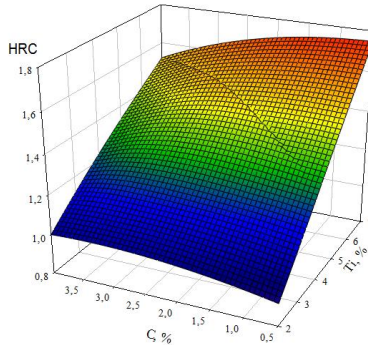


Рисунок 1 – Графік залежності твердості поверхні від змісту титану і вуглецю в металевих зразках.

В роботі проводилась апроксимація експериментальних результатів дослідження впливу складу матеріалу на механічні характеристики зразків (див. рис. 1) *двовимірним гаусіаном*:

$$F(x_1, x_2) = a_0 \exp\left[-0.5 \left[\left(\frac{x_1 - a_1}{a_2} \right)^2 + \left(\frac{x_2 - a_3}{a_4} \right)^2 \right] \right] \quad (1)$$

де a_i , ($i = \overline{0;4}$) – коефіцієнти; x_1 і x_2 - зміст елементів у %, вуглецю і титану відповідно.

Програмними засобами встановлені коефіцієнти залежності та проаналізована середня помилка апроксимації.

Знайдені функції дозволяють варіювати параметри твердості і відносної зносостійкості, впливати на характеристики абразивного зносу металевих поверхонь шляхом зміни кількісного вмісту титану і вуглецю.

Периодичность свертки Лапласа: примеры

Малютина М.В., студент

Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

Построение непрерывных периодических решений интегральных уравнений Вольтерра сопряжено с естественной задачей – найти условия на функции $y = k(x)$ и $y = f(x)$, при которых их свертка Лапласа

$$k(x) * f(x) = \int_0^x k(x-t)f(t)dt$$

является периодической функцией. Оказывается, что периодичность самих этих функций не доставляет ни достаточного, ни необходимого условий. В данной работе эта проблема решена для нескольких важных частных случаев, а именно: $k(x) = x^{n-1}/(n-1)!$, где $n \in \mathbb{N}$, $k(x) = e^x$, $k(x) = \sin x$ или $k(x) = \cos x$. При этом $y = f(x)$ предполагается непрерывной на луче $[0; +\infty)$.

Установлено, что в каждом из этих случаев необходимым условием периодичности с периодом T свертки является периодичность функции $y = f(x)$ с этим же периодом. Также доказаны критерии. Необходимыми и достаточными условиями периодичности с периодом T свертки $g_1(x) = x^{n-1}/(n-1)! * f(x)$, которую еще называют *интегралом n -го порядка* функции $y = f(x)$, являются

$$\int_0^T t^{i-1} f(t) dt = 0, \quad i = 1, \dots, n,$$

для $g_2(x) = e^x * f(x)$ они имеют вид

$$\int_0^T e^{-t} f(t) dt = 0.$$

Периодичность каждой из сверток $g_3(x) = \sin x * f(x)$ и $g_4(x) = \cos x * f(x)$ эквивалентна следующим двум условиям:

$$\int_0^T \sin t f(t) dt = 0, \quad \int_0^T \cos t f(t) dt = 0.$$

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-31-00291 мол_a.

Руководитель: Орлов С.С., доцент

О некотором исследовании феномена Гиббса.

Маслов А.П., *доцент*; Супруненко Н.К., *студент*;
Сумский государственный университет, г. Сумы

При разложении разрывных периодических функций в тригонометрический ряд Фурье в окрестности точек разрыва первого рода, приближенно равная $0.0895l$ с каждой стороны разрыва функции (l – величина скачка функции). Этот эффект называется феноменом Гиббса.

Феномен Гиббса изучался многими авторами [1,2] для различных периодических разрывных функций, но не исследовалась зависимость от скорости изменения функции.

В качестве пробной, взята функция вида

$$f(x) = \begin{cases} 1, 0 \leq x \leq 1-t, \\ \frac{1}{2} + \frac{1-x}{2t}, 1-t < x < 1+t, \\ 0, 1+t \leq x < 2 \end{cases}$$

Периодичная с периодом $T=2$ и имеющая в точках $x=2k$, $k \in \mathbb{Z}$ конечный разрыв, равный 1, а при $x \in (2k+1-t; 2k+1+t)$ скорость изменения $\frac{-1}{2t}$. При $t \rightarrow 0$ в точках $x=2k+1$ $f(x)$ также будет разрыв, равный 1.

Проведено численное исследование разложения пробной функции в ряд Фурье при различных значениях t и количестве членов ряда.

Получена экспериментальная зависимость величины скачка значений суммы ряда, обусловленные феноменом Гиббса, от скорости роста.

1. A. Gelb, J. Tanner, *Appl. Comp. Harmonic Anal.* **20**, No 1, 3 (2006).
2. Z. Zhan, C. Martin, *J. Computational and Appl. Math.* **87**, 359 (1997).

Про задачу з нелокальними умовами за часом для факторизованого гіперболічного оператора парного порядку

Дирів Л.М., *магістр*

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
м. Івано-Франківськ

В області $Q = \{ (t, x_1, x_2) : t \in (0, T), (x_1, x_2) \in \Omega \}$, де $\Omega = (\mathbf{R} / 2\pi\mathbf{Z})^2$ – двовимірний тор, досліджуємо крайову задачу

$$P[u] \equiv \prod_{j=1}^n \left(\frac{\partial^2}{\partial t^2} - a_j \left(\frac{\partial^2}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2}{\partial x_2^2} \right) + b_j \right) u(t, x_1, x_2) = f(t, x_1, x_2), \quad (1)$$

$$\left(\mu_1 \frac{\partial^j u}{\partial t^j} + \mu_2 \frac{\partial^{j-1} u}{\partial t^{j-1}} \right) \Big|_{t=0} = \left(\mu_2 \frac{\partial^{j-1} u}{\partial t^{j-1}} - \mu_3 \frac{\partial^j u}{\partial t^j} \right) \Big|_{t=T}, \quad j = \overline{0, 2n-1}, \quad (2)$$

де $a_j > 0, b_j > 0, b_m \neq b_n (m \neq n), \mu_1, \mu_2, \mu_3 \in \mathbf{C}, \mu_2 \neq 0$, оператор P – строго гіперболічний за І. Г. Петровським, $\frac{\partial^{-1} u}{\partial t^{-1}} \equiv \int_0^t u(s, x) ds$.

Вигляд області Q накладає умови 2π -періодичності за змінними x_1, x_2 на функції $u(t, x_1, x_2)$ і $f(t, x_1, x_2)$.

Для єдиності класичного розв'язку задачі (1), (2) необхідно й достатньо, щоб для всіх векторів $(k_1, k_2) \in \mathbf{Z}^2$ справджувались умови:

$$M_{kj}^{\pm} \equiv \mu_1 + \mu_3 e^{\pm \gamma_{kj} T i} \mp i \mu_2 (\gamma_{kj})^{-1} (1 - e^{\pm \gamma_{kj} T i}) \neq 0, \quad j = \overline{1, n},$$

де $\gamma_{kj} = (a_j (k_1^2 + k_2^2) + b_j)^{1/2}$.

Доведено існування розв'язку задачі (1), (2) за умови, що функція $f(t, x_1, x_2)$ – достатньо гладка та існують такі додатні сталі C і q , що для всіх, крім скінченної кількості векторів $(k_1, k_2) \in \mathbf{Z}^2$, справджуються нерівності $|M_{kj}^{\pm}| \geq C (k_1^2 + k_2^2)^{q/2}, j = \overline{1, n}$.

За допомогою метричного підходу встановлено виконання наведених нерівностей для майже всіх (відносно міри Лебега) чисел $T > 0$.

Керівник: Гой Т.П., *доцент*

Крайова задача з нелокальними умовами другого роду для гіперболічного рівняння зі змінними коефіцієнтами

Стефанюк О.П., *магістр*

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
м. Івано-Франківськ

В області $Q = \{(t, x) : t \in (0, T), x \in \Omega\}$, де $\Omega \subset \mathbf{R}^p$ – обмежена область з гладкою межею Γ , досліджуємо крайову задачу

$$\sum_{s=0}^n a_s \frac{\partial^{2s}}{\partial t^{2s}} L^{n-s} u(t, x) = f(t, x), \quad (1)$$

$$\left. \frac{\partial^j u}{\partial t^j} \right|_{t=0} + \omega \left. \frac{\partial^{j-1} u}{\partial t^{j-1}} \right|_{t=0} - \mu \left. \frac{\partial^{j-1} u}{\partial t^{j-1}} \right|_{t=T} + \omega \left. \frac{\partial^j u}{\partial t^j} \right|_{t=T} = 0, \quad j = \overline{0, 2n-1}, \quad (2)$$

$$L^{q-1} u|_{\Gamma} = 0, \quad q = \overline{1, n}, \quad (3)$$

де $a_s \in \mathbf{R}$ ($a_n = 1$, $a_0 \neq 0$), $\omega \in \mathbf{C}$, $\mu \in \mathbf{C} \setminus \{0\}$, $u_t^{(-1)} \equiv \int_0^t u(\tau, x) d\tau$, оператор $L \equiv \sum_{i,j=1}^p \partial/\partial x_i (p_{ij}(x) \partial/\partial x_j) - q(x)$ – еліптичний в $\overline{\Omega}$.

Для єдиності класичного розв'язку задачі (1)–(3) необхідно й досить, щоб для всіх λ_k – власних чисел задачі $LX(x) = -\lambda_k X(x)$, $X(x)|_{\Gamma} = 0$ – справджувались умови:

$$z_{kj}^{\pm}(T) \equiv 1 - \mu e^{\pm i \sqrt{\lambda_k} \sigma_j T} + \omega (\pm i \lambda_k^{1/2} \sigma_j)^{-1} (1 - e^{\pm i \sqrt{\lambda_k} \sigma_j T}) \neq 0, \quad j = \overline{1, n},$$

де η_j – додатні корені рівняння $\sum_{i=0}^n a_i \sigma^{2i} = 0$. Доведено існування розв'язку задачі (1)–(3), якщо функція $f(t, x)$ – достатньо гладка і для всіх (крім скінченної кількості) λ_k виконуються нерівності $|z_{kj}^{\pm}(T)| \geq c \lambda_k^{-\gamma}$. Використовуючи метричний підхід, встановлено виконання наведених нерівностей для всіх (відносно міри Лебега) чисел $\lambda_k > 0$.

Керівник: Гой Т.П., *доцент*

Формула Фаа ді Бруно та параперманенти трикутних матриць

Гой Т.П., доцент

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
м. Івано-Франківськ

Задачу про встановлення загального вигляду формули для похідної n -го порядку складеної функції $y=f(g(x))$ розв’язав Ф. Фаа-ді-Бруно [1]. Ця формула має вигляд

$$y^{(n)} = \sum_{k=1}^n f^{(k)} \sum_{\substack{\lambda_1+2\lambda_2+\dots+n\lambda_n=n \\ \lambda_1+\lambda_2+\dots+\lambda_n=k}} \frac{n!}{\lambda_1! \lambda_2! \dots \lambda_n!} \left(\frac{g^{(1)}}{1!}\right)^{\lambda_1} \left(\frac{g^{(2)}}{2!}\right)^{\lambda_2} \dots \left(\frac{g^{(n)}}{n!}\right)^{\lambda_n}.$$

Нам вдалося виразити похідну n -го порядку від складеної функції через параперманент трикутної матриці (означення функцій від трикутних матриць можна знайти, наприклад, в [2, 3]).

Теорема. Нехай функції $f(x)$ і $g(x)$ n разів диференційовні. Тоді

$$\frac{d^n f(g(x))}{dx^n} = \begin{bmatrix} C_{n-1}^0 g' f \\ \frac{C_{n-1}^1 g''}{C_{n-2}^0 g'} & C_{n-2}^0 g' f \\ \vdots & \dots & \ddots \\ \frac{C_{n-2}^{n-2} g^{(n-1)}}{C_{n-2}^{n-3} g^{(n-2)}} & \frac{C_{n-2}^{n-3} g^{(n-2)}}{C_{n-3}^{n-4} g^{(n-3)}} & \dots & C_1^0 g' f \\ \frac{C_{n-1}^{n-1} g^{(n)}}{C_{n-2}^{n-2} g^{(n-1)}} & \frac{C_{n-2}^{n-2} g^{(n-1)}}{C_{n-3}^{n-3} g^{(n-2)}} & \dots & \frac{C_1^1 g''}{C_0^0 g'} & C_0^0 g' f \end{bmatrix},$$

де $[a_{ij}]_{1 \leq j \leq i \leq n}$ – параперманент трикутної матриці, C_n^m – біноміальні

коефіцієнти, $g^{(i)} \equiv \frac{d^i g(x)}{dx^i}$, $f^{(k)} \equiv f^{(k)}(g(x))$.

1. W.P. Johnson, *Amer. Math. Monthly*. **109** (2002).
 2. Р.А. Заторський, *Числення трикутних матриць та його застосування* (Івано-Франківськ: Сімик: 2010).
 3. R. Zatorsky, T. Goy, *J. Integer Seq.* **19** (2016), Article 16.2.2.

Нові параметризації хвильової функції дейтрона в координатному та імпульсному представленнях

Жаба В.І., старший викладач

Ужгородський національний університет, м. Ужгород

Хвильова функція дейтрона може бути представлена таблично: через відповідні масиви значень радіальних хвильових функцій. Іноді при чисельних розрахунках оперувати такими масивами чисел доволі складно. І текст програм для чисельних розрахунків є перевантажений. Тому є доцільним отримання більш простих аналітичних форм представлення хвильових функцій дейтрона. Однією з перших параметризацій хвильової функції дейтрона була її параметризація для Парижського потенціалу [1].

Для апроксимації хвильових функцій дейтрона в координатному представленні запропоновано дві нові аналітичні форми [2]. Вони представлені у виді добутку степеневі функції r^n на суму експоненціальних членів $A_i \exp(-a_i r^3)$. Крім цього, оскільки асимптотики радіальних хвильових функцій поблизу початку координат представляються у виді $\chi_l(r) \propto r^{l+1}$, а при $r \rightarrow \infty$ вони можуть бути записані як $\chi_l(r) \propto e^{-ar}$, то зручно вибрати такі розлади для хвильової функції в координатному та імпульсному представленнях [3]:

$$\begin{cases} u(r) = r \sum_{i=1}^N A_i \exp(-a_i r), \\ w(r) = r^3 \sum_{i=1}^N B_i \exp(-b_i r). \end{cases} \quad \begin{cases} u(p) = \sum_{i=1}^N \sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{2A_i a_i p}{(a_i^2 + p^2)^2}, \\ w(p) = \sum_{i=1}^N \sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{48B_i b_i p^3}{(b_i^2 + p^2)^4}. \end{cases}; \quad (1)$$

По формам (1) побудовано хвильові функції дейтрона в координатному представленні, які не містять надлишкових вузлів.

1. M. Lacombe et al., *Phys. Lett. B* **101**, 139 (1981).
2. V.I. Zhaba, New analytical forms of wave function in coordinate space and tensor polarization of deuteron // arXiv: 1512.08980 [nucl-th]
3. V.I. Zhaba, New parametrization of the deuteron wave function and calculations of the tensor polarization // arXiv: 1603.05174 [nucl-th]

Периодические гиббсовские меры для одной модели

Хакимов Р.М., докторант.

Институт математики, Ташкент, Узбекистан

Пусть $\tau^k = (V, L)$ есть дерево Кэли порядка $k \geq 1$. Известно, что τ^k можно представить как G_k – свободное произведение $k+1$ циклических групп второго порядка [1]. Рассмотрим модель, где спин принимает значения из множества $\Phi = \{1, 2, \dots, q\}$, $q \geq 2$. Гамильтониан модели Поттса определяется

$$H(\sigma) = -J \sum_{\langle x, y \rangle \in L} \delta_{\sigma(x)\sigma(y)} - \alpha \sum_{x \in V} \delta_{1\sigma(x)},$$

где $J \in R$, $\alpha \in R$ – внешнее поле и δ_{ij} – символ Кронекера.

Известно [1], что каждой мере Гиббса для модели Поттса можно сопоставлять совокупность векторов $h = \{h_x, x \in G_k\}$ удовлетворяющих

$$h_x = \sum_{y \in S(x)} F(h_y, \theta) \text{ где } S(x)\text{-множество "прямых потомков" (см.[1]), точки}$$

$x \in V$ и $F : (h_1, \dots, h_{q-1}) \in R^{q-1} \rightarrow F(h, \theta) = (F_1, \dots, F_{q-1}) \in R^{q-1}$ определяется как:

$$F_i = \ln \left\{ (\theta - 1) e^{h_i} + \sum_{j=1}^{q-1} e^{h_j} + 1 \right\} / \left\{ \theta + \sum_{j=1}^{q-1} e^{h_j} \right\}.$$

В работе [2] изучены $G_k^{(2)}$ -периодические меры Гиббса на инварианте I_m . Следующие теоремы улучшают результаты из [1]:

Теорема 1. Пусть $\theta_{cr} = \frac{k-q+1}{k+1}$, $k \geq 3$, $q \geq 3$, $J < 0$, $\alpha = 0$. Тогда

для модели Поттса на I_m для некоторого m при $0 < \theta < \theta_{cr}$ существуют ровно две $G_k^{(2)}$ – периодические (не трансляционно-инвариантные) меры Гиббса.

Теорема 2. Для модели Поттса при $k \geq 3$, $3 \leq q < k+1$ и $0 < \theta < \theta_{cr}$ на $\bigcup_{m=1}^q I_m$ существуют ровно $2 \cdot (2^q - 1)$ $G_k^{(2)}$ – периодических (не трансляционно-инвариантных) мер Гиббса.

1. Н.Н. Ганиходжаев, У.А. Розиков *ТМФ* **111** No 1, 109 (1997).
2. R.M. Khakimov, *J. Sib. Fed. University.* **7**(3), 297 (2014).

Температурний стан охолоджуваного сферичного середовища

Купріянов Б.Ю., *студент*
Сумський державний університет, м. Суми

В середовище зі сталою температурою та сталим коефіцієнтом тепловіддачі α на поверхні здійснюється охолодження кулі. У початковий момент часу всі точки кулі радіусу R_0 мають однакову температуру T_0 . Температура кулі в будь-якій точці при таких умовах є функцією, яка залежить лише від часу τ та радіуса.

Потрібно визначити розподіл температурного поля внутрішньої частини кулі.

Математична модель може бути сформульована у вигляді:

1) рівняння теплопровідності кулі:

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} = a \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial R^2} + \frac{2}{R} \frac{\partial \theta}{\partial R} \right); \quad \theta = T - T_e; \quad (1)$$

2) граничні умови:

на поверхні кулі при $R = R_0$

$$\left(\frac{\partial \theta}{\partial R} \right)_{R=R_0} = -\frac{\alpha}{\lambda} \theta_{R=R_0}; \quad (2)$$

з умов симетрії задачі у центрі кулі $R = 0$ $\left(\frac{\partial \theta}{\partial R} \right)_{R=0} = 0$;

3) початкові умови: $\tau = 0$, $\theta = \theta_0 = T_0 - T_c$, якщо $0 \leq R \leq R_0$ (3)

Рівняння (1) розв'язуємо методом відокремлення змінних [1].

Аналіз отриманих результатів приведено в доповіді.

Керівник: Клименко В.А., *старший викладач*

1. А.В. Лыков, *Тепломассообмен. Справочник* (М.: Энергия: 1972).

Температурний стан пластини при теплообміні за законом Ньютона

Ярушина Є. В., студент
Сумський державний університет, м. Суми

Потрібно знайти температурне поле нескінченної пластини товщиною $2h$. Між обмежуючими поверхнями якої, та навколишнім середовищем здійснюється теплообмін за законом Ньютона. У всіх точках пластини в момент часу $\tau = 0$, температура $t_0 = const$, $t_c = const$, $t_c > t_0$.

Математична модель задачі має вид:

$$\frac{\partial t(x, \tau)}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 t(x, \tau)}{\partial x^2}, \quad \tau > 0, \quad |x| < h$$

початкові та граничні умови: $t(x, 0) = t_0$;
 $-\lambda \frac{\partial t(h, \tau)}{\partial x} + \alpha(t_c - t(h, \tau)) = 0$; $\lambda \frac{\partial t(h, \tau)}{\partial x} + \alpha(t_c - t(h, \tau)) = 0$

Шляхом інтегрального перетворення Лапласа в зображеннях маємо модель:

$$\begin{aligned} \tilde{t}''(x, s) - \frac{s}{a} \left(\tilde{t}(x, s) - \frac{t_0}{s} \right) &= 0 \\ -\tilde{t}'(h, s) + H \left(\frac{t_0}{s} - \tilde{t}(h, s) \right) &= 0; \quad \tilde{t}'(0, s) = 0 \end{aligned}$$

Знаходячи загальний розв'язок і задовольняючи граничні і початкову умову, отримуємо зображення температури.

Переходячи від зображень до оригіналів отримуємо розв'язок задачі. Здійснено аналіз отриманих результатів.

Керівник: Клименко В.А., старший викладач

СЕКЦІЯ 7

**«Прикладна та обчислювальна
математика»**

Новий підхід до побудови комбінованого ітераційного методу для розрахунку оболонок змінної товщини

Дзюба В.А., *аспірант*

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького,
м. Черкаси

При аналізі відомих методів розв'язання задач оболонкових конструкцій з великими масивами вхідних даних, достатньо складно визначитися із вибором ефективного обчислюваного методу. Виходячи з цього пропонується використання комбінованих ітераційних методів. Вибір саме ітераційних методів обумовлюється тим, що ітераційні схеми здатні як можна точніше відображати зв'язки у моделі досліджуваної системи, що дасть змогу дослідити значення системних параметрів (механічних характеристик). Крім цього ітераційні співвідношення здатні описувати процеси, які властиві об'єктам різної природи (живої, неживої, штучної), що відбуваються в навколишньому середовищі.

Наукова новизна запропонованого у роботі методу полягає в тому, що метод побудований ітераційно на основі сплайн-функцій, що дає змогу проводити обчислення з підвищеною точністю, такого роду підхід, а саме використання сплайнів у ітераційній процедурі застосовується вперше.

Для дослідження оцінки запропонованого нами методу проведення розрахунків, використовувалися тестові задачі, моделі точного розв'язку яких є добре відомими. Проведені модельні дослідження показали, що організована нами ітераційна процедура збігається з допустимою максимально відносною похибкою. Запропонований метод розрахунку є зручним у використанні, оскільки дає змогу переважно більшості задач зводити до розв'язання СЛАР.

Керівник: Стеблянко П.О., *професор*

1. V.A. Dzyuba, P.O. Steblyanko, *J. Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences*, **II(4)** No 32, 41(2014).
2. В.А. Дзюба, П.О. Стеблянко, Збірник наукових праць ДДГУ, No **24**, 216 (2014).

Об управляемости и наблюдаемости одного класса 3D - линейных модулярных динамических систем

Фейзиев Ф.Г.¹, профессор; Самедова З.А.², старший преподаватель

¹Сумгаитский государственный университет, г. Сумгаит, Азербайджан

²Азербайджанский Университет Языков, г. Баку, Азербайджан

В докладе рассматривается вопрос исследования управляемости и наблюдаемости 3D – линейных модулярных динамических систем (3D – ЛМДС), которые описывается следующими уравнениями:

$$x[n+1, c] = \sum_{\rho \in P} A[\rho] x[n, c + \rho] + \sum_{q \in Q} B[q] u[n, c + q], \quad GF(p), \quad (1)$$

$$y[n, c] = \sum_{r \in R} C[r] x[n, c + r], \quad GF(p) \quad (2)$$

В (1), (2) $c \in C_0$ и $n \in T$, где C_0 и T - клеточное пространство и временное пространство и $C_0 = \{c = (c_1, c_2) \mid c_1, c_2 \in \{\dots, -1, 0, 1, \dots\}\}$, $T = \{n \mid n = 0, 1, \dots\}$; $x[n, c]$ - состояния, $u[n, c]$ - вход и $y[n, c]$ - выход ЛМДС. $x[n, c], u[n, c], y[n, c] \in [GF(p)]^m$. P, Q и R есть характеристические окрестности «состояние по состояниям», «состояние по входам» и «выход по состояниям» соответственно; $A[\rho], B[q]$ и $C[r]$ матрицы с размерностью $m \times m$.

Пусть для каждого $i \in \{1, \dots, n\}$ при изменении (ρ_1, \dots, ρ_i) в P^i и q в Q не существует таких $\rho'_1, \dots, \rho'_i, q'$ и $\rho''_1, \dots, \rho''_i, q''$, чтобы $\rho'_1 \neq \rho''_1, \dots, \rho'_i \neq \rho''_i, q' \neq q''$ и $\rho'_1 + \dots + \rho'_i + q' = \rho''_1 + \dots + \rho''_i + q''$.

Пусть $A = (A[\rho_1] \dots A[\rho_{|P|}])$, $B = (B[q_1] \dots B[q_{|Q|}])$,

$$V = (B \ A \otimes B \ \dots \ A^{\otimes(N-1)} \otimes B), \ U = \text{col}(C, C \otimes A, \dots, C \otimes A^{\otimes(N-1)}),$$

где \otimes - знак операции поэлементного умножения блочных матриц, а $A^{\otimes i}$ ($i = 0, 1, \dots, n$) является i -й степенью блочного матрицы A относительно операции \otimes .

Теорема. Для того, чтобы ЛМДС вида (1),(2) была полностью N - управляемой и N - наблюдаемой, необходимо и достаточно, чтобы выполнялось $\text{rang } V = m$ и $\text{rang } U = m$ соответственно.

Плоска термопружна деформація двошарової основи з пружними зв'язками між смугами

Антоненко Н.М., *старший викладач*
Запорізький національний технічний університет,
м. Запоріжжя

Розглянемо двошарову основу, яка складається з двох пружних смуг, що лежать на абсолютно жорсткій півплощині. Смуги вважаємо невагомими однорідними та ізотропними. Кожну смугу характеризуємо товщиною h , коефіцієнтами Ламе λ , μ , коефіцієнтом теплопровідності k_T та коефіцієнтом теплового розширення α_T . Між смугами основи є пружні зв'язки. Вважатимемо, що між двома сусідніми смугами є дотичні (нормальні) пружні зв'язки, якщо різниці горизонтальних (вертикальних) переміщень точок верхньої межі нижньої смуги та відповідних точок нижньої межі верхньої смуги пропорційні дотичним (нормальним) напруженням у точках цієї межі. На спільних межах смуг виконуються умови ідеального теплового контакту. На верхній межі основи відомі напруження та температура. На межі двошарового пакету та півплощини підтримується нульова температура. Необхідно знайти напруження, переміщення та температуру для усіх точок основи.

Для розв'язання задачі використано одномірне інтегральне перетворення Фур'є. У просторі трансформант компоненти НДС та функцію, яка описує температуру у точках смуги, можна представити у вигляді лінійних комбінацій шести допоміжних функцій, які пов'язані з трансформантами напружень і переміщень точок верхньої межі смуги та трансформантами функцій, які описують температуру та потік на цій межі [1]. У матричному вигляді побудовано рекурентні співвідношення, які пов'язують допоміжні функції смуг. Встановлено, що допоміжні функції кожної смуги є лінійно залежними. Цю залежність зручно записувати з допомогою матриць податливості. Побудовано рекурентні співвідношення, які пов'язують матриці податливості сусідніх смуг основи. Сформульовано алгоритм розв'язання задачі.

1. І.Г. Величко, І.Г. Ткаченко, *Вісник дніпропетровського університету. Механіка*. 1 Вип. 8, 154 (2004).

Урахування нерухомої особливості у плоскій задачі теорії пружності для півсмуги з поперечною тріщиною

Журавльова З.Ю., аспірант

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, м. Одеса

Розглядається пружна півсмуга, що описується у декартовій системі координат співвідношеннями $0 < x < a$, $0 < y < \infty$. На бічній грані $x=0$, $0 < y < \infty$ виконуються умови зчеплення $u(0,y)=0$, $v(0,y)=0$, на грані $x=a$, $0 < y < \infty$ виконуються умови гладкого контакту $u(a,y)=0$, $\tau_{xy}(a,y)=0$, де $u_x(x,y)=u(x,y)$, $u_y(x,y)=v(x,y)$. По торцю задані напруження $\sigma_y(x,0)=p(x)$, $\tau_{xy}(x,0)=0$. На лінії $c_0 < x < c_1$, $y=b$ розташована поперечна тріщина $\langle u(x,b) \rangle = \psi_1(x) \neq 0$, $\langle v(x,b) \rangle = \psi_2(x) \neq 0$, $\langle \sigma_y(x,b) \rangle = 0$, $\langle \tau_{xy}(x,b) \rangle = 0$. Необхідно визначити переміщення та напруження, що задовольняють крайові умови, умови на тріщині та рівняння рівноваги Ламе [1].

Вихідна задача зведена до одновимірної шляхом застосування півнескінченного \sin -, \cos -перетворення Фур'є за зміною y за узагальненою схемою [2]. Одновимірна задача сформульована у векторному вигляді, її розв'язок розшукано у вигляді суперпозиції загального розв'язку векторного однорідного рівняння і його часткового векторного розв'язку. Для побудови розв'язку векторного рівняння використано апарат матричного диференціального числення та матричної функції Гріна [2]. Отримані вирази для функцій переміщень містять невідомі функції $\chi'(x)$, $\psi'_1(x)$, $\psi'_2(x)$, де $\chi(x)=v(x,0)$. Для їх визначення використано умови $\sigma_y(x,0)=p(x)$, $\sigma_y(x,b+0)=0$, $\tau_{xy}(x,b+0)=0$. Отримано систему трьох сингулярних інтегральних рівнянь, що розв'язано узагальненим методом граничних інтегральних рівнянь [3], враховуючи нерухому особливість у точці $x=0$, $y=0$ [4].

1. N.D. Vaysfel'd, Z.Yu. Zhuravlova, *Acta Mech.* **226** No12, 4159 (2015).
2. Г.Я. Попов, *Концентрация упругих напряжений возле штампов, разрезов, тонких включений и подкреплений* (Москва: Наука: 1982)
3. О.Ф. Кривий, *Мат. методи та фіз.-мех. поля* **56**, No4, 118 (2013).
4. Р.В. Дудучава, *Интегральные уравнения свертки с разрывными предсимволами, сингулярные интегральные уравнения с неподвижными особенностями и их приложения к задачам механики* (Тбилиси: Мецниереба: 1979).

Численное исследование нелинейных процессов в магнитных пленках

Ерофеенко В.Т.¹, *з.н.с.*; Громыко Г.Ф.², *зав. отделом*; Заяц Г.М.², *вед.н.с.*

¹ Учреждение БГУ «Научно-исследовательский институт прикладных проблем математики и информатики», г. Минск, Беларусь

² Институт математики НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

В пространстве R^3 разместим цилиндрический тонкостенный экран $D(R_1 < \rho < R_2, 0 \leq \varphi \leq 2\pi, |z| < \infty)$ толщины $\Delta = R_2 - R_1$, ограниченный поверхностями $\rho = R_1, \rho = R_2$. Экран выполнен из материала с магнитной проницаемостью $\mu_a = \mu_0 (\mu \sim 10^3 - 10^4)$. Внутри экрана в области $D_1 (0 \leq \rho < R_1)$ и вне экрана в области $D_2 (\rho > R_2)$ – вакуум ($\mu = 1$). Из области D_2 на экран воздействует постоянное магнитное поле $\mathbf{H}_0 = -\text{grad } u_0 = -H_0 \mathbf{e}_x, u_0 = H_0 \rho \cos \varphi, H_0 - \text{const}$. Образуются поля: $\mathbf{H}_1 = -\text{grad } u_1$ – поле, прошедшее в область D_1 ; $\mathbf{H} = -\text{grad } u$ – поле в слое экрана D ; $\mathbf{H}'_2 = -\text{grad } u'_2$ – отраженное от экрана поле в D_2 ; u_1, u, u'_2, u_0 – магнитные потенциалы, $u_2 = u_0 + u'_2$.

Краевая задача. Для заданного потенциала u_0 требуется определить потенциалы u, u_1, u'_2 , которые удовлетворяют условиям:

$$\Delta u_j = 0 \text{ в } D_j, \quad \text{div}(\mu \text{ grad } u) = 0 \text{ в } D, \tag{1}$$

$$u|_{\rho=R_1} = u_1|_{\rho=R_1}, \quad \mu \frac{\partial u}{\partial \rho} \Big|_{\rho=R_1} = \frac{\partial u_1}{\partial \rho} \Big|_{\rho=R_1}, \quad u|_{\rho=R_2} = u_2|_{\rho=R_2}, \quad \mu \frac{\partial u}{\partial \rho} \Big|_{\rho=R_2} = \frac{\partial u_2}{\partial \rho} \Big|_{\rho=R_2},$$

где зависимость $\mu = \mu(|\text{grad } u|)$ имеет специальный вид.

Для решения задачи построена неявная разностная схема, которая решена итерационным методом с помощью матричной прогонки.

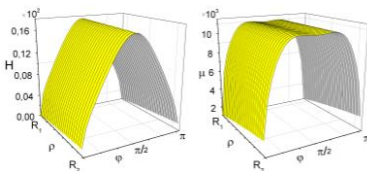


Рисунок 1 – Распределение напряженности магнитного поля H А/м и магнитной проницаемости μ в пленке D при $R_2 = 1.1 \text{ см}, \Delta = 0.18 \text{ мм}, H_0 = 15.9 \text{ А/м}$.

Вычислена эффективность экранирования $\mathcal{E} = H_0 / H_1$ в зависимости от внешнего поля H_0 , согласующаяся с экспериментом [1].

1. С.С. Грабчиков, и др., *Известия НАН Беларуси. Сер. физ.-техн. наук.* **4**, 107 (2015).

Численное исследование общей задачи оптимальной переориентации орбиты космического аппарата

Панкратов И.А.^{1,2}, доцент, научный сотрудник;

Челноков Ю.Н.^{1,2}, профессор, заведующий лабораторией

¹ Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия

² Институт проблем точной механики и управления РАН,
г. Саратов, Россия

Исследуется задача оптимальной переориентации орбиты космического аппарата (КА), рассматриваемой как деформируемая фигура, с помощью реактивной тяги, оптимально ориентированной в пространстве. Величина реактивного ускорения от тяги ограничена по модулю. Для построения оптимальных управлений движением центра масс КА использованы принцип максимума Л.С. Понтрягина и кватернионное дифференциальное уравнение ориентации мгновенной орбиты КА [1], описывающее изменение кватернионного оскулирующего элемента орбиты, заменяющего собой три классических угловых элемента орбиты КА. Минимизируется функционал, объединяющий два критерия: время и интегральную величину квадрата (или модуля) управления.

Сформулированы дифференциальные краевые задачи 16-го порядка для построения оптимального управления переориентацией орбиты КА. Построены условия трансверсальности, не содержащие неопределенных множителей Лагранжа. Численное решение указанных краевых задач сопряжено со значительными трудностями ввиду отсутствия формул для нахождения неизвестных начальных значений сопряженных переменных. Авторами предложен оригинальный алгоритм численного решения дифференциальных краевых задач оптимальной переориентации орбиты КА, являющийся комбинацией методов Рунге-Кутты, Ньютона, градиентного спуска. Приведены примеры численного решения задачи. Установлены свойства и закономерности процесса оптимальной переориентации орбиты КА. В работе развиваются и обобщаются результаты, полученные в [2].

1. Yu.N. Chelnokov, *Cosmic Res.* **41**, No. 1, 85 (2003).
2. Yu.V. Afanas'eva, Yu.N. Chelnokov, *J. Comput. Sys. Sci. Int.* **47** No 4, 621 (2008).

Численное исследование особого режима в задаче оптимальной переориентации космического аппарата под действием реактивной тяги, ортогональной плоскости орбиты

Панкратов И.А.^{1,2}, доцент, научный сотрудник;

Сапунков Я.Г.², старший научный сотрудник;

Челноков Ю.Н.^{1,2}, профессор, заведующий лабораторией

¹Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия;

²Институт проблем точной механики и управления РАН, г. Саратов, Россия

Исследуется задача оптимальной переориентации орбиты космического аппарата (КА) с помощью реактивной тяги, ортогональной плоскости орбиты КА. Величина реактивного ускорения от тяги ограничена по модулю. Минимизируется комбинированный функционал, объединяющий два критерия: время и интегральную величину модуля управления. С помощью принципа максимума Л.С. Понтрягина и четвертионного дифференциального уравнения ориентации орбитальной системы координат построены оптимальные управления движением центра масс КА.

Сформулирована дифференциальная краевая задача 10-го порядка с подвижным правым концом траектории для построения оптимального управления переориентацией орбиты КА. В статье [1] показано, что порядок краевой задачи можно понизить (без её усложнения) на 6 единиц. В настоящей работе рассмотрен подробнее случай т.н. особого управления, когда функция Гамильтона-Понтрягина не зависит явно от управления на некотором промежутке времени. Показано, что это возможно лишь тогда, когда минимизируются затраты характеристической скорости. Получено аналитическое выражение для оптимального управления в этом случае. Авторами предложен оригинальный алгоритм численного решения дифференциальных краевых задач оптимальной переориентации орбиты КА, являющийся комбинацией методов Рунге-Кутты, Ньютона, градиентного спуска. Приведены примеры численного решения задачи. Проведено сравнение результатов расчётов для особого и неособого режимов.

1. Yu.N. Chelnokov, *J. Appl. Math. Mech.* **76** No 6, 646 (2012).

Численное решение кинематической задачи оптимальной переориентации космического аппарата

Бондаренко Г.Е.¹, студент; Исмайылов Г.А.¹, студент;

Панкратов И.А.^{1,2}, доцент, научный сотрудник

¹ Саратовский национальный исследовательский государственный
университет имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия

² Институт проблем точной механики и управления РАН,
г. Саратов, Россия

В кватернионной постановке [1] рассмотрена кинематическая задача оптимальной переориентации твёрдого тела (космического аппарата (КА)). Управлением является вектор абсолютной угловой скорости КА, заданный своими проекциями на оси связанной системы координат. Необходимо построить управление, переводящее КА из заданного произвольного начального углового положения в требуемое конечное положение. Функционал качества управляемого процесса характеризует затраты времени (задача быстрогодействия, управление ограничено по модулю) или затраты энергии на процесс переориентации (в этом случае время переориентации полагается фиксированным, а на величину управления ограничений не наложено).

С помощью принципа максимума Л.С. Понтрягина сформулированы дифференциальные краевые задачи 8-го порядка. Получены законы оптимального управления, удовлетворяющие необходимым условиям оптимальности. Для численного решения дифференциальных краевых задач оптимальной переориентации КА была составлена программа на языке программирования Java, алгоритм которой является комбинацией методов Рунге-Кутты и модифицированного метода Ньютона. Приведены примеры расчётов для различных значений параметров задачи. Построены графики изменения компонент кватерниона, характеризующего ориентацию КА относительно инерциальной системы координат, и компонент вектора абсолютной угловой скорости КА (управления). Установлены свойства и закономерности процесса оптимальной переориентации КА.

1. Челноков Ю.Н. *Кватернионные и бикватернионные модели и методы механики твёрдого тела и их приложения. Геометрия и кинематика движения* (Москва: Физматлит: 2006).

Исследование свойств численных алгоритмов методом искусственных возмущений

Бразалук Ю.В., старший научный сотрудник; Евдокимов Д.В., заведующий лабораторией; Кочубей А.А., профессор
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара,
г. Днепропетровск

Современное математическое и численное моделирование все больше сталкивается с необходимостью анализа сложных объектов с нелинейными свойствами, соответственно описываемых сложными математическими моделями и требующих для расчета специальных сложных алгоритмов. К сожалению, в подавляющем большинстве случаев ни указанные математические модели, ни связанные с ними численные алгоритмы не могут быть полностью исследованы теоретически, поэтому актуальной представляется разработка методики исследования свойств расчетных схем при помощи численного эксперимента. Настоящая работа посвящена одному из путей такого исследования – методу искусственных возмущений. Искусственные возмущения моделируют возмущения, вносимые в вычислительный процесс неточно определенными данными и параметрами, погрешностями аппроксимаций, ошибками компьютерных вычислений и, что особенно важно отметить, несовершенствами программных реализаций расчетных схем. Желательно проводить исследование свойств алгоритма методом искусственных возмущений на задаче, имеющей известное аналитическое решение в квадратурах, однако и в противном случае рассматриваемый подход весьма полезен. В последнем случае удастся только определить пороговую чувствительность расчетной схемы относительно конкретного возмущения, а также проследить влияние этого возмущения во времени для эволюционных задач. При наличии аналитического решения задачи зачастую помимо указанных выше вычислительных эффектов удастся еще и определить, насколько расчетная схема точно реагирует на возмущение и каков порог корректной чувствительности к возмущению. Были проведены численные эксперименты для решения краевых задач для уравнений Лапласа и теплопроводности в областях разной геометрической формы методами конечных разностей и граничных элементов.

Движение пузырьковой среды вблизи твердой стенки

Евдокимов Д.В., *заведующий лабораторией*;
Кочубей А.А., *профессор*; Шульга Р.А., *аспирант*
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара,
г. Днепропетровск

Современные ракеты-носители космического назначения, как правило, имеют жидкостные ракетные двигатели на криогенных компонентах топлива, что объясняется высокой эффективностью последних. В то же время применение криогенных компонент топлива влечет определенные сложности, связанные с тем, что эти компоненты закипают в баке вследствие теплообмена с окружающей средой.

Во время предстартовой готовности и на активном участке траектории ракеты криогенная жидкость закипает на внутренней поверхности топливного бака в режиме пузырькового кипения. В результате вблизи твердой стенки образуется локализованная область пузырьковой среды с эффективной плотностью, много меньшей нежели плотность жидкости в остальном баке. В этой же области локализована архимедова сила, действующая на пузырьковую среду. Таким образом, задача сводится к задаче движения жидкости в замкнутой области под действием силы, локализованной на некоторой поверхности. По постановке эта задача отличается от классической задачи о свободно-конвективном движении жидкости.

Поскольку данная задача содержит локализованный в пространстве эффект, для ее решения нецелесообразно применять классические численные методы решения задач концентрационной свободной конвекции – метод конечных разностей и метод конечных элементов. В данной работе для численного расчета использовались численные методы теории потенциала, основанные на граничноэлементных алгоритмах, которые позволяют аналитически учесть наличие сингулярностей, распределенных по некоторой поверхности.

Предложенный подход был проиллюстрирован несколькими примерами численных расчетов движения жидкости в емкости при пузырьковом кипении на вертикальном нагревателе.

Алгоритм метода граничных элементов с точками коллокации внутри области решения для краевых задач параболического типа

Евдокимов Д.В., *заведующий лабораторией*

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара,
г. Днепропетровск

В настоящее время метод граничных элементов получил широкое распространение в вычислительной практике благодаря своей высокой точности, эффективности при решении задач в областях сложной формы, простоте построения расчетных сеток и ряду других достоинств. В тоже время методу граничных элементов присущ ряд недостатков, среди которых следует отметить сингулярность ядер интегралов в граничных интегральных уравнениях. Настоящая работа является продолжением серии работ автора, направленной на реализацию идеи В.Д. Купрадзе [1] о регулярных граничных интегральных уравнениях с точками коллокации. Для краевых задач эллиптического типа подобный алгоритм рассмотрен в работе [2]. Следует отметить, что помимо облегчения программной реализации, связанной с отсутствием в интегральной формулировке задачи сингулярных интегралов, предложенный алгоритм обеспечивает точность решения, примерно соответствующую сингулярному методу граничных элементов (аналогичный результат был получен в работе [2] для эллиптических задач). Основным достоинством предложенного подхода является возможность всегда получать в прямой формулировке регулярные интегральные уравнения второго рода. С другой стороны, предложенный подход открывает возможности построения простых алгоритмов для быстрых расчетов с относительно невысокой точностью, к ним относятся прямые методы дискретных особенностей и "явные" схемы граничных элементов. Предложенный подход к решению параболических задач был проиллюстрирован рядом примеров тестовых расчетов.

1. В.Д. Купрадзе, *Методы потенциала в теории упругости* (Москва: Физматгиз: 1963).
2. Д.В.. Евдокимов, *Вост.-Европ. ж. передовых технологий* **74**, 2/7 (2015).

Сравнение эффективности методов граничных элементов и конечных разностей в задачах о медленных фазовых переходах

Бразалук А.К., студент; Гоман О.Г., профессор;

Евдокимов Д.В., заведующий лабораторией

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара,
г. Днепропетровск

Повсеместное и весьма интенсивное использование математического и численного моделирования в современной науке и технике весьма остро ставит вопрос об эффективности средств массовых расчетов. Метод конечных разностей [1] является универсальным численным методом, ставшим фактическим стандартом в вычислительном теплообмене. Метод граничных элементов [2] относится к альтернативным численным методам и по распространенности и универсальности значительно уступает методу конечных разностей. Целью настоящей работы является сравнение эффективности этих двух вычислительных подходов на задачах теплообмена с медленными фазовыми переходами. Медленные фазовые переходы (фазовые переходы при малых числах Стефана) отличаются существенно различными масштабами времени собственно фазового перехода и процесса теплопроводности, то есть представляют собой многомасштабную задачу. Большинство практически важных фазовых переходов в технике и природной среде относятся к случаю, когда число Стефана меньше 1, и оно может быть использовано в качестве малого параметра в соответствующем асимптотическом разложении, что и было сделано при применении метода граничных элементов. Сравнение рассматриваемых подходов проводилось на одномерных, однофазных задачах Стефана, для которых известны аналитические решения [3]. Результаты численных расчетов показали, что совместное применение асимптотического подхода и граничных элементов, превосходит конечноразностный подход и по скорости счета, и по точности.

1. А.А. Самарский, *Теория разностных схем* (Москва: Наука: 1989).
2. К. Бреббия, Ж. Теллес, Л. Врубел, *Методы граничных элементов* (Москва: Мир: 1987).
3. Д.И. Рубинштейн, *Проблема Стефана* (Рига: Звайгзне: 1967).

Математическое моделирование оледенения цилиндрической оболочки бака с криогенным топливом

Евдокимов Д.В., *заведующий лабораторией*;
Кочубей А.А., *профессор*; Стояновский М.А., *аспирант*
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара,
г. Днепропетровск

В современной ракетно-космической технике и космических технологиях широко распространены системы, работающие на криогенных жидкостях. Неотъемлемой отрицательной особенностью таких систем является интенсивный теплообмен с окружающей средой, который заставляет применять системы теплоизоляции. Особенностью теплообмена через стенку емкости с криогенной жидкостью является большой перепад температур, что приводит к нелинейности соответствующих математических моделей. Кроме того, на внешней поверхности такой емкости происходит конденсация водяного пара из атмосферы, и образуются слой влаги и слой льда. В результате указанных процессов существенно меняется тепловой поток внутрь бака. Оледенение бака с криогенным топливом является, безусловно, негативным эффектом, поскольку увеличивает стартовую массу изделия. Поэтому расчет процессов оледенения криогенных топливных баков является актуальной проблемой современного космического ракетостроения. Особенностью исследуемой проблемы теплообмена является переменные толщины слоев воды и льда. В граничных условиях на внешней границе водяного слоя учитываем тепловой эффект конденсации и количество теплоты, затраченное на нагрев воздуха. Расход водяного пара при конденсации определяется диффузионным (конвективно-диффузионным) потоком водяного пара из окружающего воздуха. Учитывая малые толщины слоев воды и воздуха, а также оболочки бака, для решения соответствующей задачи теплопроводности удобно применить асимптотический подход. В результате, исходная задача сводится к обыкновенным дифференциальным уравнениям, которые, в свою очередь, интегрируются в квадратурах, после чего задача сводится к решению систем, вообще говоря, нелинейных алгебраических уравнений, которая в данной работе решалась методом итерации или методом Ньютона.

Аналитическое приближенное решение задачи оптимального разворота осесимметричного космического аппарата при произвольных граничных условиях

Молоденков А.В., старший научный сотрудник;

Сапунков Я.Г., старший научный сотрудник

Институт проблем точной механики и управления РАН,
г. Саратов, Россия

В кватернионной постановке рассматривается классическая задача оптимального в смысле минимума энергетических затрат разворота осесимметричного космического аппарата (КА) как твердого тела при произвольных граничных условиях по угловому положению и угловой скорости КА без ограничения на функцию управления. Время переориентации КА задано. С помощью замен переменных исходная задача оптимального разворота осесимметричного КА упрощается (в смысле динамических уравнений Эйлера) до задачи оптимального разворота твердого тела со сферическим распределением масс, содержащей одно дополнительное скалярное дифференциальное уравнение. В классе обобщенных конических движений произведена модификация полученной задачи оптимального разворота, которая позволила получить аналитические решения для уравнений движения, содержащие произвольные постоянные и две произвольные скалярные функции (параметры обобщенного конического движения). Относительно этих функций и их производных формулируется и решается оптимизационная задача, в которой в качестве управлений выступают вторые производные от этих двух функций. Полученное аналитическое решение модифицированной задачи может рассматриваться как приближенное решение классической задачи оптимального разворота КА при произвольных граничных условиях. На примере осесимметричного КА “Спейс Шаттл” приводятся результаты численных решений задачи оптимального разворота в традиционной и модифицированной постановке для нескольких вариантов граничных условий по угловому положению и угловой скорости КА. Расхождение между величинами функционала качества в рассматриваемых решениях для классической и модифицированной задачи не превышает 0.3%. Надо заметить, что значение функционала качества процесса управления является определяющей характеристикой задачи.

Квадратная разностная разметка соединений циклов и цепейШерман З.А., аспірантІнститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України,
г. Київ

Данная работа посвящена квадратной разностной разметке графа, которая впервые была введена в 2012 году Аджифа, Принси, Локеш и Ранжини [1].

Под графом понимаем конечный неориентированный граф без петель и кратных ребер. Пусть $G=(V, E)$ – граф с множеством вершин $V(G)$ и множеством ребер $E(G)$. Будем считать, что $|V(G)|=p$, $|E(G)|=q$.

Функцию f называют *квадратной разностной разметкой* графа G с p вершинами, если f – биекция из $V(G)$ на множество $\{0, 1, 2, \dots, p-1\}$ и индуцируемая ею реберная разметка $f^*(u,v) = |[f(u)]^2 - [f(v)]^2|$ является инъекцией из $E(G)$ в множество натуральных чисел. Граф, допускающий квадратную разностную разметку, называется квадратным разностным графом или *SD* графом.

Исследуются на наличие квадратной разностной разметки такие типы графов как одноточечное соединение n копий цикла C_m и n копий цепи P_2 ; одноточечное соединение n копий цикла C_m и цепи P_{n+1} ; дизъюнктивное объединение одноточечного соединения n копий цикла C_m с цепью P_n .

Теорема 1. Одноточечное соединение n копий цикла C_m и n копий цепи P_2 допускает квадратную разностную разметку для любого натурального n и любого четного m , где $m \geq 4$.

Теорема 2. Одноточечное соединение n копий цикла C_m и цепи P_{n+1} допускает квадратную разностную разметку для любого натурального n и любого четного m , где $m \geq 4$.

Теорема 3. Граф G , полученный дизъюнктивным объединением одноточечного соединения n копий цикла C_m с цепью P_n , является квадратным разностным графом для любого натурального n и любого четного m , где $m \geq 4$.

1. V. Ajitha, K.L. Princy, V. Lokesha, P.S. Ranjini, *Int. J. of Mathematical Combinatorics* **1**, №1, 31, (2012).

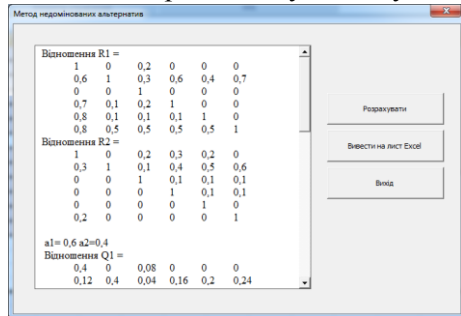
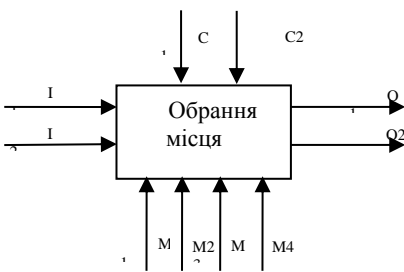
Системний аналіз вибору місця розташування кафе

Суїма І.О., студент

Державний ВНЗ «Національний гірничий університет»,
м. Дніпропетровськ

В сьогоденні щоденно потребується вирішувати питання з харчуванням та проведенням свого вільного часу.

Для конкретизації етапів обрання типу закладу та місця його розташування представлена модель типу «чорний ящик» на рис. 1(а) та проведена декомпозиція цієї моделі, де I_1 - місця, I_2 - різний тип закладів, C_1 - СППР, C_2 - вказівки ОПР, M_1 - обмеження бюджету, M_2 - стан місця, M_3 - площа об'єкта, M_4 - місце знаходження, O_1 - рекомендації до обрання місця, O_2 - рекомендації до обрання типу закладу.



а) б)
Рисунок 1 – а - Модель «чорний ящик»; б – програма.

Так як не можна однозначно порівняти попарно альтернативи, але можна оцінити ступінь приналежності кожної альтернативи заданим критеріям використаємо метод нечітких відношень переваг з використанням невідомованих альтернатив. Для вирішення задачі цим методом складена програма, результати якої представлені на рис.1(б).

Таким чином, в результаті проведеного системного аналізу і одного з методів СППР вирішено що найдоцільнішим є відкриття закладу ресторанного господарства типу бар

Керівник: Хом'як Т.В., доцент

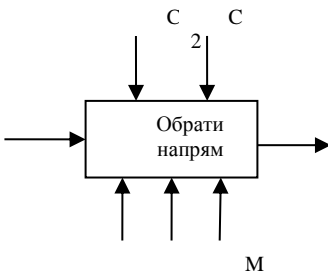
Системний аналіз напрямку діяльності підготовчих курсів

Красицька А.В., студент

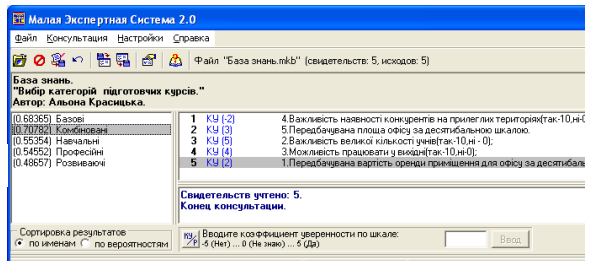
Державний ВНЗ «Національний гірничий університет»,
м. Дніпропетровськ

Ринок освітніх послуг України характеризується високим попитом і пропонує велику кількість тренінгових програм і курсів.

Сьогодні кожний освітній заклад вимушений самостійно самовизначатися, формулювати свою специфіку і шукати свою «соціальну нішу». Виникає проблема вибору напрямку підготовчого курсу, адже при невірному виборі можливий такий негативний економічний фактор, як зниження попиту, що безпосередньо призводить до зменшення прибутку, та може привести до банкрутства підприємствах [1]. Процес вибору напрямку курсу представлено моделлю «Чорний ящик» на рис.1(а), де І- напрям, С1- побажання ОНР, С2- рекомендації СППР, М1- рівень конкуренції, М2- прибуток з одного клієнта, М3- вид напрямку курсів, О- обраний напрям.



а



б

Рисунок 1 – а - модель «Чорний ящик», б - програма.

Для вибору напрямку підготовчих курсів використовуємо «Малу експертну систему» рис.1(б), за допомогою якої отримуємо комбіновану категорію підготовчих курсів, що складається з базових та розвиваючих дисциплін.

Керівник: Хом'як Т.В., доцент

1. Lonnie D. Bentley, *Systems Analysis and Design for the Global Enterprise 7th Edition* (New York: McGraw-Hill: 2007).

Численное исследование воздействия низкоинтенсивного ионизирующего излучения на параметры МДП-приборов

Заяц Г.М.¹, *вед.н.с.*; Комаров А.Ф.², *з.н.с.*; Комаров Ф.Ф.², *зав.лаб.*

¹ Институт математики НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

² НИИ ПФП им. А.Н. Севченко БГУ, г. Минск, Беларусь

Для МДП-структуры с двумя типами ловушечных уровней, учитывающими наличие дефектов в окисле и радиационно-индуцированные поверхностные состояния, строится физико-математическая модель процессов накопления индуцированного ионизирующей радиацией заряда в диэлектрике и на границе раздела SiO_2/Si МДП-структуры при облучении ее гамма-квантами. Модель представляет собой систему уравнений [1, 2], включающую уравнения в частных производных для описания кинетики свободных электронов и дырок, обыкновенные дифференциальные уравнения, отражающие кинетику накопленного дырочного заряда на ловушечных уровнях, уравнение Пуассона, решение которого позволяет определить распределение напряженности электрического поля в диэлектрике. Распределение потенциала в МДП-структуре задается уравнением электронейтральности, учитывающим заряд в диэлектрике и поверхностные состояния.

Для решения задачи предложен численный метод, основанный на самосогласованном решении рассматриваемой системы уравнений. Разработана итерационная процедура последовательного типа, реализующая разностную задачу. Для обеспечения лучшей сходимости итерационного процесса осуществлена линеаризация уравнения Пуассона. При оценке точности совместного решения применялось два критерия: достижение сходимости внешнего итерационного процесса относительно максимального изменения напряженности, а также сходимость внутренних итераций, охватывающих уравнения непрерывности и уравнения, отражающие кинетику накопленного дырочного заряда. Предложенные алгоритмы позволяют численно моделировать радиационно-индуцированное изменение порогового напряжения и других электрофизических параметров МДП-структуры в зависимости от дозы радиации.

1. Г.М. Заяц, Комаров Ф.Ф., Комаров А.Ф., *Информатика*. 3 (2014).
2. Левин М.Н., и др., *Микроэлектроника*. 35, 5 (2006).

Формозміна циліндру при симетричному та несиметричному навантаженні основ

Штефан Т.О., старший викладач.

Запорізький Національний Технічний Університет, м. Запоріжжя

Метою представленої роботи є відшукування критичних областей деформованого пружного кругового циліндра кінцевої висоти з точки зору гіпотези міцності Мізеса. Передбачається, що циліндр знаходиться в умовах аксіальної симетричної деформації, викликаній дією на його основи параболічних навантажень. Відповідно до визначеної статичної задачі чисельно досліджується вплив коефіцієнта Пуассона на поведінку функції, яка описує потенційну енергію формоутворення в циліндрі, а також вплив параметрів на геометричні характеристики бочкоподібності [1].

При розв'язанні задачі використано зворотний метод Сен-Венана. Функція напружень Ері представлена у вигляді поліномів Лежандра підходящого ступеня від двох змінних, що дає можливість точно задовольнити умови на нижній і верхній гранях циліндра [2].

Отримано аналітичні вирази для компонент вектора переміщень і тензора напружень короткого циліндра, до основ якого прикладені навантаження. В результаті численних експериментів з'ясовано положення зон, в яких потенційна енергія формозміни максимальна. Розглянуто випадки симетричного і несиметричного навантаження на основи циліндра.

Показано, що як у випадку симетричного, так і несиметричного навантаження точка глобального максимуму функції потенційної енергії формозміни знаходиться на осі циліндра. При цьому в разі симетричного навантаження точка максимуму знаходиться в середині висоти циліндра. При пропорційному збільшенні навантаження на одну з підстав, точка екстремуму зміщується вздовж осі ближче до того торця циліндра, до якого прикладена велике навантаження.

1. Локощенко А.М., Моссаковский П.А., Терауд В.В. *Вычислительная механика сплошных сред.* 3 №1, 52 (2010)
2. Штефан Т.А., Величко Е.В. *Деформация и разрушение материалов.* № 6, 12 (2014).

Исследование поля смещений и напряжений упругой полуполосы при учете ее собственного веса

Мысов К.Д., студент

ОНУ им. И. И. Мечникова, г. Одесса

Рассматривается упругая полуполоса, описываемая в декартовой системе координат соотношениями $0 \leq x < \infty, 0 \leq y \leq b, b = const$. По торцу $x = 0, 0 \leq y \leq b$ заданы условия гладкого контакта, нижняя грань закреплена с абсолютно жестким основанием. На верхней грани нагрузка отсутствует. Требуется исследовать поле смещений и напряжений полуполосы с учетом ее собственного веса. Указанная постановка приводит к решению полуоднородной краевой задачи. После применения метода интегральных преобразований непосредственно к уравнениям Ламе и краевым условиям, задача в пространстве трансформант формулируется в виде векторной краевой задачи, неизвестным вектором которой является вектор, содержащий трансформанты смещений. Получено точное решение задачи в трансформантах с помощью аппарата матричного дифференциального исчисления [1]. Применение обратного интегрального преобразования завершает построение поля смещений и напряжений. С целью выяснить условия и зоны возникновения растягивающих напряжений, был проведен численный анализ нормальных напряжений на торце, где выполняются условия гладкого контакта.

Руководитель: Вайсфельд Н.Д., профессор

1. Г.Я. Попов, С.А. Абдыманапов, В.В. Ефимов, *Функции и матрицы Грина одномерных краевых задач. Учебное пособие* (Алматы: Рауан: 1999).

Построение оптимальных траекторий движения самолёта в горизонтальной плоскости

Коннов К.Ю.¹, студент; Панкратов И.А.^{1,2}, доцент

¹ Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия;

² Институт проблем точной механики и управления РАН,
г. Саратов, Россия

В работе рассмотрена задача оптимального управлением движением центра масс самолёта в горизонтальной плоскости [1]. Управлением является угол крена самолёта. Необходимо построить управление, переводящее самолёт из произвольного начального положения (заданы декартовы координаты центра масс самолёта и направление его вектора скорости) в требуемое конечное положение (центр масс самолёта должен находиться на заданной прямой, вдоль которой направлен его вектор скорости). Функционал качества управляемого процесса характеризует затраты времени (задача быстродействия) или затраты энергии на перелёт. Управление ограничено по модулю, время окончания управляемого процесса не фиксировано.

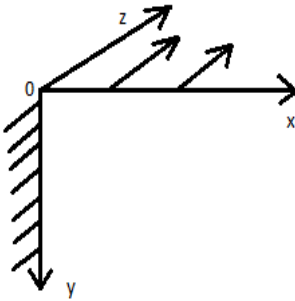
С помощью принципа максимума Л.С. Понтрягина сформулированы дифференциальные краевые задачи 6-го порядка. Получены законы оптимального управления, удовлетворяющие необходимым условиям оптимальности. Построено условие трансверсальности, не содержащее неопределённых множителей Лагранжа. Для численного решения дифференциальных краевых задач оптимального управления была составлена программа на языке программирования C++, алгоритм которой является комбинацией методов Рунге-Кутты и модифицированного метода Ньютона. Приведены примеры расчётов для различных значений параметров задачи. Построены графики изменения декартовых координат центра масс самолёта, траектории его движения, угла между вектором скорости самолёта и осью абсцисс, оптимального управления. Установлены свойства и закономерности оптимальных перелётов.

1. Сапунков Я.Г. *Численное исследование систем автоматического управления* (Саратов: Изд-во Сарат. ун-та: 2001).

Антиплоска задача теорії пружності для чверть простору

Пожиленков О. В., студент

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, м. Одеса



Пружний (G – модуль зсуву) чверть простір $0 < x, y, z < \infty$ (Рис. 1) піддається впливу антиплоского навантаження уздовж верхньої поверхні. В такій постановці зберігається тільки одна компонента вектору переміщень $U_z(x, y) = W(x, y)$. Для визначення напруженого стану середовища сформульовано крайову задачу:

Рис.1

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 W}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 W}{\partial y^2} = 0, & 0 < x, y < \infty \\ W(0, y) = 0, & 0 < y < \infty \\ \tau_{yz}(x, 0) = q(x), & 0 < x < \infty \\ W(x, y) \underset{y \rightarrow \infty}{x \rightarrow \infty} \rightarrow 0 \end{cases} \quad (1)$$

де $q(x)$ - задане навантаження. Інтегральне \sin -перетворення Фур'є застосовано до крайової задачі (1), де заздалегідь крайові умови переформульовано в термінах переміщень. Задачу у просторі трансформант розв'язано точно. Після обернення інтегрального перетворення отримано аналітичне подання переміщення та напруження чверть простору. Проведено числовий аналіз полів переміщень та напружень.

Керівник: Вайсфельд Н. Д., професор

Краевые задачи механики разрушения магнитоэластичных материалов с дефектами структуры типа трещин

Фильштинский Л.А., профессор; Еременко А.А., аспирант;
Носов Д.Н., аспирант
Сумский государственный университет, г. Сумы

Рассматривается двумерная модель магнитоэластичности (МЭУ) для новых керамических материалов ослабленных трещинами. Механические, электрические и магнитные полевые величины выражаются через четыре функции $F_k(z_k)$ аналитические в своих аффинных областях z_k . Задачи механики разрушения сводятся к краевым задачам относительно этих четырех функций $F_k(z_k)$. При решении краевой задачи используется формализм развитый одним из авторов [1]. Построены интегральные представления комплексных потенциалов $F_k(z_k)$ в виде обобщенных интегралов типа Коши. В результате краевые задачи механики разрушения МЭУ материалов сведены к матричным системам сингулярных интегральных уравнений первого рода с ядром Коши [2]. Построены асимптотические выражения для функции $F_k(z_k)$ в вершинах трещин. Получены выражения для характеристик разрушения в вершинах дефектов: коэффициентов интенсивности механических электрических и магнитных величин и выражение для энергосток в вершинах трещин. Разработаны схемы численной реализации построенного аналитического алгоритма. Построено точное решение для прямолинейной произвольно ориентированной трещины.

$$K_I = \sqrt{\pi l} \{ p + \langle \sigma_{11} \rangle \cos^2 \psi + \langle \sigma_{12} \rangle \sin 2\psi + \langle \sigma_{22} \rangle \sin^2 \psi \},$$

$$K_{II} = \sqrt{\pi l} \left\{ \frac{\langle \sigma_{22} \rangle - \langle \sigma_{11} \rangle}{2} \sin 2\psi + \langle \sigma_{12} \rangle \cos 2\psi \right\},$$

$$K_D = \sqrt{\pi l} \{ \langle D_1 \rangle \cos \psi + \langle D_2 \rangle \sin \psi \}, \quad K_B = \sqrt{\pi l} \{ \langle B_1 \rangle \cos \psi + \langle B_2 \rangle \sin \psi \}.$$

Получены численные результаты для параболической и двух прямолинейных трещин.

1. Л.А. Фильштинский, *Изв. АН СССР: Мех. тв. тела* **5**, 91(1976).
2. Л.А. Фильштинский, Д.М. Носов, Г.А. Еременко. *ФХММ* **2** No 51, 109 (2015).

Математическое моделирование эксперимента по оптимальному управлению движением динамической системы

Фильштинский Л.А., профессор; Лукьянихин О.В., студент
Сумский государственный университет, г. Сумы

Ставится задача: за заданный промежуток времени перевести динамическую систему из начального положения в заданное конечное с минимальными затратами энергии [1].

При решении данной оптимизационной задачи используется теорема об ортогональной декомпозиции гильбертова пространства и алгоритм l -проблемы моментов.

Функция управления представляется в виде:

$$f(t) = \alpha \sin \omega t + \beta \cos \omega t + f^\perp,$$

где $L = \alpha \sin \omega t + \beta \cos \omega t$ – элемент из подпространства $L \subset L^2[0; T]$, $\alpha, \beta \in R$, f^\perp – элемент ортогональный этому подпространству.

Получено точное решение задачи, выражение для функции управления и нормы функции управления. Построена компьютерная реализация решения. Созданы наглядные учебные материалы для лабораторной работы для использования в процессе изучения студентами дисциплины «Методы оптимизации» и «Дифференциальные уравнения», которые дают возможность в режиме реального времени на экране компьютера наблюдать траекторию движения управляемой динамической системы, а также изменение функции управления и объем энергии, что используется на управление движением системы.

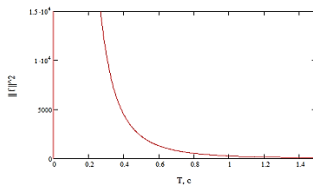


Рисунок 1 – График расхода энергии от заданного промежутка времени на управление.

1. Л.А. Фильштинский, В.А. Фильштинский, *Основные понятия и методы оптимизации* (Киев: ИЗМН: 1998).

Краевая задача механики разрушения об антиплоской деформации магнитоэластичного материала с трещинами

Фильштинский Л.А., профессор; Шевченко Ю.А., студент
Сумский государственный университет, г. Сумы

Рассматривается магнитоэластичная (МЭУ) среда, ослабленная несколькими трещинами продольного сдвига. Используется метод развитый в работе [1]. Полевые механические, магнитные и электрические величины выражаются через три аналитические функции. Краевая задача сводится к матричному сингулярному интегральному уравнению и решается численно методом механических квадратур.

Получено точное решение для прямолинейной трещины в произвольно ориентированной среде. Проведен асимптотический анализ полученного решения и на его основе выведены формулы для коэффициентов интенсивности механических, магнитных и электрических величин.

$$\begin{pmatrix} K_{III} \\ K_D \\ K_B \end{pmatrix} = \sqrt{\frac{\pi}{s'(\pm 1)}} Q(\pm 1), \quad Q = \begin{pmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \end{pmatrix}$$

где вектор-столбец Q – решение полученной системы.

1. Л.А. Фильштинский, *Изв. АН СССР: Мех. тв. тела* **5**, 91 (1976).

Статистические характеристики параметров разрушения анизотропных композитных материалов содержащих множественные трещины

Фильштинский Л.А., профессор; Шрамко Ю.В., ст. преподаватель;
Носов Д.Н., аспирант; Еременко А.А., аспирант
Сумский государственный университет, г. Сумы

Рассматривается композитный анизотропный материал ослабленный трещинами. Предполагается, что конфигурации трещин и их расположение имеют случайный характер. Однако трещины не имеют общих точек. Методом развитым одним из авторов [1] задача сводится к системе сингулярных интегральных уравнений первого рода с ядром Коши. Получены выражения для коэффициентов интенсивности напряжений.

На основе построенного аналитического алгоритма рассмотрен численный эксперимент, когда внутри круга имеется сто трещин и расчеты производятся десять тысяч раз. По результатам расчетов построены кривые статистических распределений коэффициентов интенсивности напряжений. Из результатов следует что при распределении трещин по нормальному закону в заданной области распределения коэффициентов интенсивности также близки к нормальному закону.

$$\int_{\Gamma} K(\zeta, \zeta_0) q(\zeta) ds = N(\zeta_0), \zeta_0 \in \Gamma = \bigcup_1^m \Gamma_n,$$

где

$$K(\zeta, \zeta_0) = \operatorname{Re}[RG(\zeta, \zeta_0)R^{-1}],$$

$$G(\zeta, \zeta_0) = \operatorname{diag} \left\{ \frac{a_1(\psi_0)}{\zeta_1 - \zeta_{01}}, \frac{a_2(\psi_0)}{\zeta_2 - \zeta_{02}} \right\}, a_k(\psi_0) = \mu_k \cos \psi_0 - \sin \psi_0,$$

$$q(\zeta) = (q_1(\zeta), q_2(\zeta))^T, q_k(\zeta) = \{q_k^{(n)}(\zeta), \zeta \in \Gamma_n\}, (k = 1, 2).$$

1. Л.А. Фильштинский, *Изв. АН СССР: Мех. тв. тела* **5**, 91(1976).

Об одном новом подходе к решению задачи Буссинеска для упругого полупространства

Плюснoв Д.С., студент

Одесский национальный университет им. И.И.Мечникова, Одесса

Рассматривается задача Буссинеска для упругого полупространства $z \geq 0$, к границе $z = 0$ которого приложена распределенная нормальная сжимающая нагрузка. Требуется найти поле смещений и напряжений.

Подход к решению данной задачи основан на методе, предложенной Г.Я. Поповым [1]. Суть его заключается в представлении системы уравнений Ламе в виде двух совместно и одного отдельно решаемых уравнений. Это позволяет после применения интегрального преобразования Фурье к указанным уравнениям сформулировать в пространстве трансформант одномерную векторную краевую задачу относительно трансформант вспомогательных функций. Указанная задача точно решена методами матричного дифференциального исчисления [2]. Построение обратных интегральных преобразований и отыскание смещений по найденным вспомогательным функциям завершает построение решения задачи.

Аналитически показана эквивалентность полученного и известного ранее решений [3]. Указанная методика применена к решению задачи о напряженном состоянии бесконечного упругого слоя, нижняя грань которого либо находится в идеальном контакте, либо закреплена с упругим жестким основанием.

Руководитель: Вайсфельд Н.Д., профессор

1. Попов Г.Я., *О приведении уравнений движения упругой среды к одному независимому и двум совместно решаемым уравнениям* (Доклады РАН: 2002).
2. Попов Г.Я., Абдыманапов С.А., Ефимов В.В., *Функции и матрицы Грина одномерных краевых задач* (Алматы: Рауан: 1999).
3. Рекач В.Г., *Руководство к решению задач прикладной теории упругости* (Москва: Высшая школа: 1966).

Моделирование процесса фильтрации в композитной среде с множественными трещинами

Кириченко А.А., студент; Пластун Е.А. студент; Шрамко Ю.В., ст.
преподаватель
Сумский государственный университет, г. Суми

Впервые с проблемами фильтрации столкнулись при добычи нефти и газа в районах с карбонатными коллекторами, которые имеют существенную трещиноватую структуру. Было замечено при бурении скважин происходит значительный расход промывочной жидкости при малой проницаемости пород. Современные геолого-разведочные работы показали, что трещиноватая порода – композитная структура объединяющая микро- и макротрещины, каверны, полости с абсолютно непроницаемой или обычной пористой средой (матрицей, породой). Макротрещины имеют небольшую протяженность и связаны друг с другом при помощи системы микротрещин, образуя тем самым сложные магистральные трещины – «естественные трубопроводы» через которые и происходит расход фильтрация флюида.

Целью работы является построение математической модели фильтрации жидкости (флюида) в пористой композитной среде с множественными трещинами. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- методом сингулярных интегральных уравнений построена аналитическую процедуру нахождения потока жидкости (флюида) и давления в композитной среде с трещинами;
- методом регулярных структур получен алгоритм нахождения макропараметров композитных трещиноватых сред
- проведен численный эксперимент по выявлению зависимостей макропараметров среды от геометрических и физических характеристик фундаментальной ячейки композита.

1. Л.А. Фильштинский, Д.И. Бардзокас, М.Л. Фильштинский *Актуальные проблемы связанных физических полей в деформируемых телах.* (М., Ижевск: НИЦ РХД: 2010)

Оптимізація процесу перевезень на прикладі підприємства харчової промисловості ТОВ «Колос»

Моїсеєнко Є.В., *студент*
Сумський державний університет, м. Суми

Необхідність вирішення транспортних завдань, з мінімізацією витрат на перевезення, визначається великим економічним ефектом при знаходженні кращого рішення. Застосування комп'ютерних методів вирішення завдань дозволяє збільшити швидкість прийняття рішень і підвищити ефективність знайдених рішень. Тому потрібні алгоритми, здатні виконуватися на масово доступних обчислювальних засобах. Розробка нових алгоритмів повинна враховувати структуру обчислювальних засобів, на яких будуть виконуватися програми. В даний час основні тенденції розвитку комп'ютерної техніки такі: за останні кілька років різко знизилася зростання частоти процесорів, з'явилася можливість зберігати в пам'яті величезні обсяги інформації. З'явилася можливість розмістити на одному кристалі більшу кількість обчислювальних елементів. Відомо, що класичні алгоритми не мають можливості розпаралелювання і мають експоненціальне зростання часу виконання від розмірності задачі.

У даній роботі був розроблений комплекс алгоритмів інтелектуальної підтримки при прийнятті рішень в транспортних системах ТОВ «Колос», проведена оцінка та аналіз їх обчислювальної складності.

Запропоновано нові принципи побудови генетичних операторів для застосування в харчовій промисловості рішення транспортних завдань, на основі цих принципів розроблені нові схеми операторів ініціалізації і мутації.

На основі розроблених алгоритмів створено програмно-алгоритмічний комплекс для вирішення транспортних завдань підприємств харчової промисловості з обмеженням за часом.

Керівник: Козлова І.І., *асистент*

Статистичні методи розрахунку рівня рентабельності

Криничний А.В., *студент*
Сумський державний університет, м. Суми

У часи ринкових відносин виключно велику роль відіграє аналіз прибутковості і рентабельності виробництва. Аналіз рентабельності допомагає отримати максимальне число ключових складових, які дають реальну і найбільш повну картину фінансового становища підприємства, його прибутковість або збитковість, змін в структурі активів і пасивів, у розрахунках з дебіторами і кредиторами. Це пояснює часте використання методів фінансового аналізу при складанні фінансових звітів підприємств для прийняття рішень по оптимізації виробничих потужностей.

Значимість вивчення особливостей аналізу рентабельності полягає в тому, що він визначає найбільш раціональні і вигідні способи використання ресурсів і формує структуру коштів підприємства і діяльності в цілому.

В роботі прибутковість досліджуваного підприємства була оцінена за допомогою як абсолютних, так і відносних показників. Абсолютні показники виразили прибуток, і виміряні у вартісному вираженні. Відносні показники були розраховані для характеристики рентабельності і виміряні у відсотках та у вигляді коефіцієнтів. Показники рентабельності в набагато меншій мірі виразили свою залежність від рівня інфляції, ніж величини прибутку, оскільки вони виражаються різними співвідношеннями прибутку і авансованих коштів (капіталу), або прибутку і зроблених витрат.

Було розроблено систему рекомендацій «Дбайливе виробництво» для підприємства з метою підвищення рівня його рентабельності, що показало позитивну динаміку росту.

Керівник: Козлова І.І., *асистент*

1. Шеремет А.Д., Сайфулин Р.С., *Методика фінансового аналізу* (М.: ИНФРА-МУ: 2007).
2. Ефимова О.В., *Фінансовий аналіз* (М.: Финансы и статистика: 2006).

До розв'язання геометрично нелінійних задач статики для довгої некругової циліндричної оболонки

Сторожук Є.А., *пров. наук. співроб.*

Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України, м. Київ

Тонкі некругові циліндричні оболонки, як елементи сучасних конструкцій, знаходять широке застосування в інженерній практиці. Напружено-деформований стан гнучкої циліндричної оболонки некругового поперечного перерізу описується системою нелінійних диференціальних рівнянь зі змінними коефіцієнтами. Тому розв'язання геометрично нелінійних задач для некругових циліндричних оболонок пов'язане із значними математичними труднощами. Аналітичні точні розв'язки даного класу задач отримані лише для відкритої гнучкої пологої циліндричної оболонки некругового перерізу, кривина якої вздовж напрямної змінюється за квадратичним законом [1]. Автор розробив аналітично-чисельну методику розв'язання геометрично нелінійних задач статики як для відкритих, так і замкнених нескінченно довгих циліндричних оболонок довільного поперечного перерізу при дії поверхневих і погонних сил, що рівномірно розподілені вздовж твірних.

Основні рівняння записані на основі геометрично нелінійної теорії тонких непологих оболонок в квадратичному наближенні, в якій мають місце гіпотези Кірхгофа-Лява. Методика розв'язання отриманої системи нелінійних рівнянь базується на використанні аналітичного і чисельного інтегрування, а також методу послідовних наближень типу простої ітерації.

З використанням запропонованої методики і складених програм отримано конкретні числові результати для довгої циліндричної оболонки еліптичного та овального поперечного перерізу, яка навантажена рівномірним внутрішнім тиском і рівномірно розподіленою поперечною силою. Досліджено вплив скінченних прогинів, геометричних і фізико-механічних параметрів, виду та інтенсивності навантаження на напружено-деформований стан оболонки.

1. Я.М. Григоренко, Л.В. Харитонова, *Прикл. механіка* **43** No 7, 58 (2007).

Про вісесиметричне деформування замкнутої тороїдальної оболонки еліптичного перетину

Максимюк В.А., провідний науковий співробітник

Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України, м. Київ

Тороїдальні замкнуті тонкі оболонки становлять інтерес не тільки в наземній інженерії, але як і елементи космічних конструкцій [1]. До останніх відносяться надлегкі надувні супутникові компоненти, які служать елементами антен та конструкціями для підтримки космічних телескопів. Бажано, щоб такі тороїдальні оболонки у місцях прикріплення мали потовщення. Тоді, може виявитися, що оболонки некругового поперечного перетину будуть вигіднішими від оболонок кругового перетину.

Крім того такі оболонки становлять також методологічний інтерес як об'єкт тестування на мембранне замикання (locking). Річ у тім, що тести на таке замикання є переважно двовимірними. Одновимірні тести зустрічаються у випадку довгих циліндричних оболонок. Вісесиметричне деформування оболонок обертання двоякої кривини завдяки, очевидно, притаманному їм самопідкріплюючому ефекту відбувається, в основному, без мембранного замикання. Проте в замкнутій тороїдальній оболонці еліптичного поперечного перетину під дією внутрішнього тиску мембранне замикання може виникнути [2]. Поперечний перетин, подібно як і в довгій циліндричній оболонці, намагатиметься набрати близьку до кола форму, що призведе за невеликих розтягів до великих згинів біля великої та малої півосей еліпса. Тоді в розрахунках чисельними методами без застосування цілеспрямованих заходів проти замикання спостерігатиметься сповільнена збіжність.

Очевидно, для покращення збіжності доцільно використати змішані функціонали [2], в яких додатково варіюється мембранна деформація.

1. M.D. Pazhooh, M.A. Dokainish, S. Ziada, *Exper. and Appl. Mech.* **6**, 281 (2011).
2. V.A. Maksimyuk, E.A. Storozhuk, I.S. Chernyshenko, *Int. Appl. Mech.* **48**, 613 (2012).

Чисельний аналіз дисперсійних рівнянь при поширенні вісесиметричних хвиль вздовж шарів композитного матеріалу з початковими напруженнями

Глухов А.Ю., *аспірант*

Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України, м. Київ

В реальних композитних матеріалах, як правило, існують різного роду дефекти на межі розділу шарів. Для оцінки впливу таких дефектів на закономірності поширення вісесиметричних гармонічних хвиль в композитних матеріалах розглядається такий граничний випадок контакту шарів як повне проковзування. З міркувань фізичного характеру слідує, що результати досліджень для інших випадків контакту шарів композитного матеріалу мають знаходитися між результатами, отриманими для крайніх випадків.

Дослідження проведено в рамках тривимірної лінеаризованої теорії поширення пружних хвиль в тілах з початковими напруженнями [1]. Вважається, що композитний матеріал складається з двох компонентів, шари яких чергуються. На границях розділу шарів неперервні лише нормальні до шарів напруження та переміщення, а всі дотичні напруження рівні нулеві.

Для квазіпоперечної та квазіпоздовжньої хвилі, що поширюються вздовж шарів стисливого композитного матеріалу, а також для квазіпоздовжньої хвилі, що поширюється вздовж шарів нестисливого композитного матеріалу отримані дисперсійні рівняння та їх довгохвильові наближення.

Аналітичні результати приведені в загальній формі для матеріалів з пружним потенціалом довільної форми.

Проведені чисельні дослідження розв'язків дисперсійних рівнянь для матеріалів з пружним потенціалом Мурнагана для стисливих тіл та пружним потенціалом Трелоара для нестисливих тіл.

Досліджено вплив початкових напружень та проковзування шарів на закономірності поширення вісесиметричних гармонічних хвиль.

1. Гузь А.Н. *Упругие волны в телах с начальными (остаточными) напряжениями* (Київ: "А.С.К": 2004)

Наукове видання

ІНФОРМАТИКА, МАТЕМАТИКА,
АВТОМАТИКА

ІМА :: 2016

**МАТЕРІАЛИ
та програма**

НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

(Суми, 18–22 квітня 2016 року)

Відповідальний за випуск
декан ф-ту ЕлІТ

проф. **С.І. Проценко**

Комп'ютерне верстання
Дизайн обкладинки

асист. **Ю.М. Шабельника**
доц. **Т.В. Лютого**

Відповідальний редактор

доц. **Т.В. Лютий**

Стиль та орфографія авторів збережені.

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 15,75 Обл.-вид. арк. 18,43 Тираж 100 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач
Сумський державний університет,
вул. Р.-Корсакова, 2, м. Суми, 40007,
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.

