



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



# **ІНФОРМАТИКА, МАТЕМАТИКА, АВТОМАТИКА**

**ІМА :: 2015**

**МАТЕРІАЛИ  
та програма**

**НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ**

**(Суми, 20-50 квітня 2015 року)**

**Суми,  
Сумський державний університет  
2015**



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНФОРМАТИКА, МАТЕМАТИКА,  
АВТОМАТИКА

**ІМА :: 2015**

**МАТЕРІАЛИ  
та програма**

НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

(Суми, 20–25 квітня 2015 року)



Суми  
Сумський державний університет  
2015



## ***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](mailto:elitconf@gmail.com)

Web: <http://elitconf.sumdu.edu.ua/index.php/ima/ima15>

## **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 – д-р техн. наук, проф. Довбиш А.С.

Секретар секції – асист. Стадник Г.А.

**Початок:** 23 квітня 2015 р., ауд. Ц 332, 13<sup>25</sup>

1. Використання онтологічних знань для побудови рекомендацій для проактивної підтримки семантичному пошуку.

Автор – доц. Рогущина Ю.В.

2. Информационный подход к оптимизации процесса обучения.

Автори: магістр Царева Е.Н.,  
доц. Рыжкова М.Н.

3. Система прийняття рішень при конвертерній плавці сталі.

Автори: асист. Сергеева К.О.,  
студ. Золотухін С.С.,  
студ. Гришко С.В.

4. Сценарне моделювання передачі радіонуклідів з ґрунту у рослини за допомогою динамічної мережі Байеса.

Автори: асп. **Загірська І.О.**,  
проф. Бідюк П.І.

5. Systemic Approach to Estimation of Financial Risks.

Authors: Doctorant Kuznietsova N.V.  
Prof. Bidyuk P.I.

6. Диагностирование эмоционально-психического состояния по изображению лица.

Автори: доц. Бабий М.С.,  
студ. Тарасенко Е.В.

7. Распознавание изображений на основе редукции пространства признаков.

Автори: доц. Бабий М.С.,  
студ. Стародуб Е.И.

8. A Semantic Knowledge Model for Support of Network Management Tasks in Complex Heterogeneous Systems.

Author – Associate Prof. Gladun A.Y.

9. Інформаційно-аналітична система для адаптації навчального контенту до запитів ринку праці.

Автори: асп. Кулік Є.С.,  
студ. Марченко І.О.,  
доц. Ободяк В.К.

10. Інтелектуальна система ідентифікації мережевого трафіка.

Автори: асист. Москаленко В.В.,  
студ. Коробов А.Г.

11. Формування вхідного математичного опису для геоінформаційної інтелектуальної системи.

Автор – асп. Коробченко О.В.  
Керівник – доц. Ободяк В.К.

12. Інформаційне та програмне забезпечення розпізнавання цитологічних зображень.

Автор – асп. Єфіменко Т.М.  
Керівник – доц. Ободяк В.К.

13. Використання онтологічної мови OWL та правил в правовій інженерії знань.

Автор – мол. наук. співроб. Хала К.О.

14. Ідентифікація зображень нано та мікро-структур досліджуваної поверхні за допомогою інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології.

Автор – асп. Закалюжна Н.В.

Керівник – доц. Шелехов І.В.

15. Исследование результатов получения цифровых карт LST различными методами по данным Landsat-8.

Автор – студ. **Чипко Е.В.**

Руководитель – доц. Гаркуша И.Н.

16. Моделирование ситуационных особенностей в процессе приема абитуриентов в ГВУЗ «НГУ».

Авторы: студ. **Литвиненко А.А.**,

студ. Шаталов В.М.,

доц. Коротенко Г.М.

17. Алгоритм BSP для кластеризації соціальних мереж.

Автор – студ. **Шмалюк І.Ю.**,

Керівник – доц. Бушин І.М.

18. Система класифікації текстів інтелектуального порталу знань.

Автори: асп. Юр'єв П.М.,

студ. Білоцерківець А.М.

Керівник – доц. Шелехов І.В.



19. Влияние параметров оптимального детектора Кенни на качество выделения границ яркости космоснимков.

Авторы: проф. Никулин С.Л.,  
студ. **Данищук Ю.В.**

20. Потокосая модель многопутевой маршрутизации с поддержкой качества обслуживания и информационной безопасности в инфокоммуникационных сетях.

Автор – доц. Еременко А.С.

21. Система підтримки прийняття рішень аутентифікації за геометрією обличчя.

Автор – студ. Салюк О.С.,  
Керівник – доц. Молодецька К.В.

22. Информационная технология поддержки принятия решений на основе системы «FTC» (free training course).

Авторы: студ. **Товкус А.И.**,  
доц. Концевич В.Г.

23. Інформаційна технологія підтримки прийняття рішень клієнта фото послуг.

Автори: студ. **Клюєв В.С.**,  
ст. викл. Федотова Н.А.

24. Інформаційна система моніторингу якості навчального процесу у ВНЗ.

Автор – студ. Аніщенко А.Ю.  
Керівник – доц. Алексенко О.В.

**СЕКЦІЯ № 2 «ПРИКЛАДНА ІНФОРМАТИКА»**

Голова секції – канд. фіз.-матем. наук, ст. викл. Великодний Д.В.  
Секретар секції – асп., Кулік Є.С.

**Початок:** 21 квітня 2015 р., ауд. ЕТ 314, 15<sup>00</sup>

1. Автоматизированный поиск запросов для оптимизации посредством материализованных представлений.

Автор – асп. Новохатская Е.А.  
Руководитель – проф. Кунгурцев А.Б.

2. Разработка программного продукта принятия решения по заданным критериям.

Авторы: студ. Нештак А.О.,  
асист. Четвериков С.Ф.

3. Система оперативного розпізнавання гладких сигналів при наявності.

Автор – студ. Коноплянченко А.Є.  
Керівник – доц. Авраменко В.В.

4. Web-орієнтована інформаційна система сільськогосподарського підприємства.

Автор – асист. Гринчук І.Ю.

5. Багатофункціональний віртуальний тренажер для представлення логічного виразу у вигляді автомату.

Автори: доц. Маслова З.І.,  
ст. викл. Лаврик Т.В.,  
студ. Семенюченко О.В.

6. Інтерактивне практичне завдання для дистанційного курсу “Дискретна математика” за темою “Дерева”.
- Автори: доц. Маслова З.І.,  
ст. викл. Шовкопляс О.А.,  
студ. Виноградов М.О.
7. Виявлення якості прогнозування в системі моніторингу локальних мереж.
- Автори: студ. **Сусіденко Ю.А.**,  
доц. Тиркусова Н.В.
8. Методика оцінки впливу основних характеристик нерухомого майна на його вартість.
- Автор – студ. **Яцура А.В.**  
Керівник – доц. Глухов Ю.П.
9. Архитектура програмного модуля цифрової підписи файлів.
- Автор – студ. Кирюхин А.С.
10. Разработка ПК для автоматического расчета задач и уравнений в химии.
- Автор – студ. Данилов А.Д.
11. Переваги інформаційної технології SaaS.
- Автори: доц. Смоляров Г.А.,  
ст. викл. Смоляров Ю.Г.
12. Комп’ютерне моделювання роботи підвіски приладного відсіку.
- Автор – студ. Пономаренко Р.А.  
Керівник – доц. Авраменко В.В.

13. Визначення оптимальної моделі даних для систем управління інвентаризацією.

Автори: студ. **Васильчук Б.А.**,  
доц. Панченко Б.Є.,  
доц. Фільченко Д.В.,  
доц. Любчак В.О.

14. Оптимизация алгоритма сортировки вставками с использованием бинарного поиска.

Авторы: студ. Марченко И.А.,  
студ. Козлов З.В.,  
ст. викл. Петров С.А.

15. Навчання інформатики в економічному вчз на основі компетентнісного підходу.

Автори: доц. Головань М.С.,  
доц. Яценко В.В.

16. Організація VoIP у корпоративній мережі за допомогою GNS3.

Автор – студ. **Черненко С.О.**  
Керівник – ст. викл. Великодний Д.В.

17. Організація шифрування даних при передачі в каналі зв'язку на прикладі GRE-тунелю в симуляторі GNS3.

Автор – студ. **Бузова Г.В.**  
Керівник – ст. викл. Великодний Д.В.

18. Автоматизація підготовки атестаційних матеріалів.

Автори: студ. **Соболь А.В.**,  
ст. викл. Ващенко С.М.

## 19. Distributed Computerized Educational Systems Investigations.

Authors: PhD Tuz V.V.,  
PhD Bazilo K.V.,  
Master Tuz Y.M.

## 20. Онлайн-довідник ймовірностей.

Автори: ст. викл. Шовкопляс О.А.  
доц. Маслова З.І.  
студ. Челядін Д.О.

## 21. Проектування екстер'єру та інтер'єру сучасного будинку та його візуалізація можливостями рендера V-Ray та mental ray.

Автори: студ. Понамарьова К.І.,  
студ. Криводід Л.В.  
Керівник – ст. викл. Скаковська А.М.

## 22. Подбор оптимального wavelet-пакета для восстановления после зашумления аудиозаписи человеческой речи.

Авторы: асп. **Рудаков А.Н.**,  
доц. Крыжевич Л.С.,  
доц. Ковалев В.Г.

## 23. Геоінформаційна система інформованості пожежних підрозділів.

Автори: студ. **Малахов Д.Ю.**,  
доц. Лобанчикова Н.М.

## 24. Розробка дистанційного курсу для дисципліни «Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка».

Автор – студ. Жук Є.В.  
Керівник – ст. викл. Скаковська А.М.

25. Динамічна модель регіонального розвитку та пошук алгоритмів її управління.

Автор – асп. Міщенко П.М.  
Керівник – доц. Шаповалов С.П.

26. Впровадження FLASH-тренажерів в процес інтерактивного навчання.

Автор – студ. Самсоненко Є.Ю.  
Керівник – доц. Шаповалов С.П.

27. Актуальність розробки автоматизованого фітнес-інструктора.

Автори: доц. Гладышева М.М.  
студ. Филатова Е.А.

28. Верифікація свойств безпеки протокола SSL.

Автор – асп. Борхаленко В.А.

29. Синонимизация на лету тестовых заданий для компьютерного тестирования с использованием TShell.

Автори: инж. **Лазурик В.В.**,  
ст. преп. Лазурик В.М.

30. Модель оцінки ризиків погроз для СППР із виявлення та попередження надзвичайних ситуацій.

Автори: доц. Лобанчикова Н.М.,  
студ. Михалко В.І.

**СЕКЦІЯ № 3**  
**«ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ»**

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

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

**Початок:** 21 квітня 2015 р., ауд. Г 1305, 15<sup>00</sup>

1. Проектування безпеки інформаційних систем, що використовують chatsync-технології.

Автор – Бойко М.В.

2. Параллельное масштабирование изображений в технологии mapreduce hadoop.

Авторы: преп. **Темирбекова Ж.Е.**,  
Меренбаев Ж.М.

3. Использование приоритетной системы массового обслуживания при разработке информационной системы поддержки интернет-провайдера.

Авторы: студ. **Саенко О.А.**,  
ассист. Парфененко Ю.В.

4. Оцінка функціонального стану оператора системи «студент-комп'ютер».

Авторы: студ. **Кривомаз Д.О.**,  
проф. Лавров Є.А.,  
асист. Барченко Н.Л.

5. Агентна технологія управління об'єктами альтернативної енергетики.

Авторы: студ. **Богачов А.С.**,  
доц. Бондар О.В.,  
доц. Шендрик В.В.,  
асп. Шулима О.В.

6. Розроблення віртуального середовища для отримання навичок моделювання даних.

Автор – студ. Дідоренко А.І.  
Керівник – доц. Марченко А.В.

7. Інтерактивне електронне технічне керівництво «Робота з генератором передач та з'єднань у Autodesk Inventor».

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

8. Інформаційна система формування траєкторії підготовки фахівця з інформаційних технологій проектування.

Автор – студ. Гуріна О.О.  
Керівник – доц. Алексенко О.В.

9. Development of Intelligent Systems for Elements of Man's Wardrobe Choosing.

Author – Stud. Barybina A.J.,  
Supervisor – Prof. Lavrov E.A.

10. Дослідження бізнес-процесів створення Інтерактивного електронного технічного керівництва.

Автори: студ. **Зимогляд Б.І.**,  
ст. викл. Федотова Н.А.

11. Параметрическое моделирование теплообменника с помощью интеллектуального языка программирования iLogic.

Автор – студ. Наружный Д.В.,  
Руководитель – доц. Концевич В.Г.



12. Пошук ефективного способу компенсації «сорової невизначеності» вимірювань дієлькометричними вологомірами з використанням тестових методів.

Автори: асп. **Голуб К.Ю.**,  
доц. Заболотний О.В.

13. Особливості реалізації графічного конвеєру при візуалізації тривимірних моделей приміщень університету.

Автори: студ. Войцеховський Я.С.,  
студ. Зубко В.С.,  
доц. Баранова І.В.

14. Розробка сучасної web-орієнтованої інформаційної системи благодійної організації.

Автори: студ. **Ушаков Є.В.**,  
доц. Баранова І.В.

15. Моделювання інформаційної системи «Інформаційний пакет СумДУ».

Автор – студ. Лугова А.О.,  
Керівник – доц. Алексенко О.В.

16. Підтримка прийняття рішень при управлінні режимами теплозабезпечення об'єктів соціально бюджетної сфери на основі нечіткої логіки.

Автори: студ. **Бондаренко А.О.**,  
асп. Парфененко Ю.В.,  
доц. Неня В.Г.

17. Адаптація навчальних матеріалів з дисципліни «ТСПП» для дистанційної освіти e-learning.

Автор – студ. Супрун В.О.  
Керівник – доц. Алексенко О.В.

18. Розроблення інформаційної технології забезпечення якості навчального процесу.

Автор – студ. Лавріненко Ю.В.,  
Керівник – доц. Алексенко О.В.

19. Подход к оптимизации распределения вызовов на техническое обслуживание оборудования видеонаблюдения и сигнализации.

Авторы: ст. преп. Пасько Н.Б.,  
студ. Бондаренко В.С.,  
проф. Лавров Е.А.

20. Управление e-learning. Подсистема «Эргономическая экспертиза модулей».

Авторы: студ. **Лебедка А.В.**,  
проф. Лавров Е.А.,  
асс. Барченко Н.Л.

21. Формирование данных для оценивания процесса функционирования в системе электронного обучения.

Авторы: студ. **Чернец В.В.**,  
проф. Лавров Е.А.,  
ассист. Барченко Н.Л.

22. Оптимизация распределения времени на реализацию учебной деятельности в системе электронного обучения.

Авторы: студ. **Николин Е.С.**,  
проф. Лавров Е.А.,  
ассист. Барченко Н.Л.

23. Управление e-learning. АРМ ергономиста електронного об-  
чення.

Автори: студ. **Яковенко А.А.**,  
проф. Лавров Е.А.,  
ассист. Барченко Н.Л.

24. Управление страховыми ресурсами проектов создания изде-  
лей машиностроения.

Автор – асп. Чуприй О.А.

25. Графічний метод оцінки похибок обчислювальних процесів.

Автори: доц. Чибіряк Я.І.,  
студ. Єлісеєва А.Р.

26. Игрофикация (геймификация) в системе образования.

Автори: инж.-констр. **Самохвалов Д.А.**,  
доц. Зубань Ю.А.

27. Переваги використання процесного підходу при розробці  
моделі функціонування системи.

Автори: асп. **Бойко А.О.**,  
доц. Шендрик В.В.,  
студ. Леоненко М.І.

28. Розробка задач створення тестової оболонки.

Автори: студ. **Приходько Є.Г.**,  
ст. викл. Федотова Н.А.

29. Розробка бази даних енергетичних паспортів будівель  
Сумського державного університету.

Автор – студ. Дробіняк Б.В.  
Керівник – доц. Марченко А.В.

30. Інформаційна технологія збору температурних даних будівель.

Автор – асп. Окопний Р.П.  
Керівник – доц. Неня В.Г.

31. Інформаційна модель тесту для автоматизованого опитування.

Автори: студ. **Білолюбська Х.В.**,  
асп. Захарченко В.П.,  
доц. Неня В.Г.

32. Інструментарій побудови геометричних моделей для засобів автоматизованого проектування технічних об'єктів.

Автори: студ. **Корж В.Ю.**,  
асп. Захарченко В.П.,  
доц. Неня В.Г.

33. Автоматизована організація процесу проектування в умовах багатомономенклатурного виробництва складних технічних об'єктів.

Автори: асп. **Захарченко В.П.**,  
доц. Марченко А.В.,  
доц. Неня В.Г.

34. Експериментальні дослідження функціонального стану операторів з тестування програмного забезпечення.

Автори: студ. **Кривомаз Д.О.**,  
асп. Криводуб А.С.,  
проф. Лавров Є.А.

35. Підсистема візуального аналізу для пошуку ергономічних резервів контакт-центра.

Автори: асп. **Криводуб А.С.**,  
проф. Лавров Є.А.

36. Моделирование течения газа в рабочем зазоре бесконтактного уплотнения.

Авторы: студ. **Халёта А.В.**,  
ст. преп. Кузнецов Э.Г.

37. Принципы формирования модели описания контакт-центра с учетом индивидуальных особенностей оператора.

Авторы: студ. **Сусик А.А.**,  
асп. Криводуб А.С.,  
проф. Лавров Є.А.

38. Project Development of IOS Mobile Application for Faculty EIT.

Author – Stud. Melnyk E.I.  
Supervisor – Seniour Lecturer Haidabrus B.V.

39. Перспективы моделирования электронных торгов metatrader4 с использованием matlab.

Авторы: студ. **Мачула И.И.**,  
проф. Лавров Є.А.

40. Віртуальне середовище візуалізації бібліотечного корпусу СумДУ.

Автори: студ. **Савченко Я.Є.**,  
доц. Чибіряк Я.І.

41. Бізнес процеси управління змістом ІТ-проекту.

Автори: студ. **Мещеряков А.С.**,  
ст. викл. Гайдабрус Б.В.

42. Особливості розробки програмної системи транспортної логістики.

Автори: студ. **Суховий О.І.**,  
доц. Супруненко О.О.

43. Управление e-learning. Подсистема «Эргономическая экспертиза пользовательских предпочтений».

Авторы: студ. **Каба Е.А.**,  
проф. Лавров Е.А.,  
ассист. Барченко Н.Л.

#### **Секція № 4 «АВТОМАТИКА, ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА І СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ»**

Голова секції – канд. техн. наук, доц. Черв'яков В.Д.

Секретар секції – ст. викл. Панич А.О.

**Початок:** 21 квітня 2015 р., ауд. ЕТ 302, 15<sup>00</sup>

1. Improvement of Numerical Control of NC-201M Unit.

Authors: Teacher Tychkova N.B.,  
Stud. **Tychkov D.V.**

2. Оптимізація системи управління компресорної установки.

Автори: доц. Соколов С.В.,  
студ. **Соловйов О.М.**,  
студ. Новачинська Н.М.

3. Об одном способе организации блока логического вывода многомерного интервально-логического регулятора.

Автор – доц. Антипин А.Ф.

4. Формування інформаційного середовища навчання ОУПР в процесі тренажерної підготовки.

Автори: доц. **Онипченко П.М.**,  
доц. Павленко М.А.,  
проф. Тимочко О.І.,  
Чернов В.Г.

5. Electro-Acoustic System with Piezoelectric Sensor.

Authors: Prof. Sharapov V.M.,  
PhD **Bazilo K.V.**,  
PhD Trembovetskaya R.V.

6. Уніфікація схеми блоків кодування і декодування в шифрувальних пристроях.

Автор – асп. **Бурмістров С.В.**  
Керівник – проф. Рудницький В.М.

7. Система автоматичного керування рівня рідини у випарній установці атомної електростанції.

Автори: доц. Соколов С.В.,  
студ. **Федоренко К.І.**,  
студ. Новачинський Ф.Ф.

8. Параметричний синтез налаштувань ПІД-регулятора для керування електричною піччю.

Автори: студ. **Лістратенко К.О.**,  
доц. Павлов А.В.

9. Автоматизированная информационная система приемной комиссии.

Автори: доц. Серебряник И.А.,  
студ. **Дружинина А.В.**

10. Підвищення ефективності функціонування систем керування технологічного обладнання.

Автори: доц. Толбатов В.А.,  
доц. Толбатов А.В.,  
студ. **Піняйкін С.В.**

11. Система керування рухом безпілотного апарату.

Автори: доц. Соколов С.В.,  
студ. Паламарчук О.І.

12. Адаптивне регулювання температури в тунельній печі при виробництві силікатної цегли.

Автори: студ. Тимченко А.М.,  
доц. Самедов Ю.Ф.

13. Адаптивне керування компресорною установкою.

Автори: студ. Акулінін А.В.,  
доц. Самедов Ю.Ф.

14. Корегування даних вейвлет-фільтрації за методом Хаара даними вейвлет-фільтрації за методом Добеши.

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

15. Частотне регулювання електроприводом компресорної станції.

Автори: студ. Буряк І.А.,  
доц. Павлов А.В.

16. Система управління якістю препаратів лікарської рослинної сировини.

Автор – студ. Малука Т.О.  
Керівник – доц. Молодецька К.В.

17. Исследование связи эффективности термоэлектрических материалов с показателями надежности охладителей.

Автор – асп. Журавлев Ю.И.  
Руководитель – проф. Мещеряков В.И.



18. Керування обладнанням з використанням системи ЧПУ – DNC.

Автори: доц. Толбатов В.А.,  
доц. Толбатов А.В.,  
студ. **Скляр Д.В.**,  
студ. Назаренко О.С.

19. Оптимізація режимів управління кільцезокатної машини.

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

20. Розробка опалювального котла на паливі з відновлюваних джерел з інтелектуальною системою керування.

Автори: доц. Толбатов В.А.,  
доц. Толбатов А.В.,  
студ. **Холодько С.Г.**,  
студ. Калітін О.Ю.

21. Проектирование работа на базе подвижной платформы.

Авторы: студ. **Американов А.А.**,  
ассист. Романов А.Ю.

22. Порівняльний аналіз чутливостей вейвлет-методів Добеші та Хаара до шумових дефектів різних типів.

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

23. A Device for Successive Injection Analysis.

Authors: Senior Teacher **Tychkov V.V.**,  
Associate Prof. Trembovetskaya R.V.

24. Розробка інтелектуальної системи керування двигуном внутрішнього згорання на киснево-водневому паливі.

Автори: доц. Толбатов В.А.,  
доц. Толбатов А.В.,  
доц. В'юненко О.Б.,  
студ. **Ямкін М.В.**,  
студ. Таран І.В.

25. Adaptive Algorithm for Interpretation of Low-frequency Noise DFT.

Author – PhD Stud. Reschikoff S.E.

26. Модель системи автоматизованого моніторингу територіальних агропромислових комплексів.

Автори: доц. Агаджанова С.В.,  
доц. В'юненко О.Б.,  
доц. Толбатов А.В.,  
студ. **Шамрай М.Ю.**

27. Метод аналізу та оцінки складності робіт.

Автор – асп. **Толбатов С.В.**

28. Система керування станціями водопостачання.

Автори: доц. Кулінченко Г.В.,  
студ. **Лихман В.М.**

29. Моделирование действий поисковой группы БПЛА.

Автор – проф. Кучеров Д.П.

30. Сучасні інформаційні технології в управлінні підприємствами на базі SaaS.

Автори: доц. Смоляров Г.А.,  
доц. Толбатов А.В.,  
ст. викл. **Смоляров Ю.Г.**

## 31. Path Planning of UAVs.

Author – Student **Shumilina U.O.**  
Supervisor – Senior Lecturer Bondar Yu.I.

## 32. Алгоритм статичного управління киснево-конвертерною плавкою.

Автори: студ. Васьковець О.А.,  
студ. Антоненко А.І.,  
асист. Жук С.В.

## 33. Оптимізація робочої технологічної схеми насосної станції за критерієм енергоефективності.

Автор – студ. **Волков М.І.**  
Керівник – доц. Черв'яков В.Д.

## 34. Система електроживлення індуктора малооб'ємної індукційної тигельної печі.

Автор – студ. **Солошенко А.В.**  
Керівник – доц. Черв'яков В.Д.

## 35. Визначення параметрів діаграми руху електропривода переміщення робочого органа.

Автори: студ. **Холодько С.Г.**,  
асист. Панич А.О

## 36. Дослідження об'єкта керування лабораторної установки.

Автори: студ. **Галаган О.А.**,  
студ. Завгородня Ю.В.,  
асист. Панич А.О

**СЕКЦІЯ № 5 «МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ»**

Голова секції – д-р фіз.-матем. наук, доц. Лисенко О.В.

Секретар секції – асист. Манько Н.В.

**Початок:** 24 квітня 2015 р., ауд. Ц 225, 15<sup>00</sup>

1. Синергетична модель фрикційного розм'якшення поверхневого шару льоду.

Автори: проф. Хоменко О.В.,  
студ. Руденко С.В.,  
асист. Хоменко К.П.

2. Моделювання нерівноважної кінетики межового тертя.

Автори: проф. Хоменко О.В.,  
доц. Ляшенко Я.О.,  
студ. Кремезний Р.Є.,  
студ. Хоменко М.О.

3. Динаміка моделі Фітц Хью-Нагумо під впливом кольорових флуктуацій.

Автори: студ. **Федина А.Д.**,  
доц. Князь І.О.

4. Моделювання ефектів виникнення просторової синхронізації активних елементів у зв'язаному ансамблі.

Автори: студ. **Пахненко С.Д.**,  
доц. Князь І.О.

5. Моделювання ефектів синхронізації двох автоколивальних нелінійних систем.

Автори: студ. **Яворська В.**,  
доц. Князь І.О.

6. Modelling of Ultrashort Electromagnetic Clusters Forming in Two-Stream Superheterodyne Free Electron Lasers.

Authors: Prof. Lysenko A.V.,  
Lect. Rombovsky M.Yu.,  
Lect. Koval V.V.,  
Stud. Volk I.I.

7. Моделирование внешнего периодического воздействия на кинетику фрагментации металлов при интенсивной пластической деформации.

Авторы: проф. Хоменко О.В.,  
асп. Трощенко Д.С.,  
студ. Бойко Д.В.,  
студ. Захаров М.В.

8. Динаміка формування неоднорідних просторових структур в межовому шарі мастила у процесі тертя.

Автори: студ. **Жмака К.С.**,  
доц. Ляшенко Я.О.,  
асп. Заскока А.М.

9. Решение уравнений динамики физических систем в канонической форме.

Автор – доц. Шемелова О.В.

10. Systemic Approach to Estimation of Operational Risks.

Authors: Assist. Kozhukhivska O.,  
Prof. Bidyuk P.,  
Lect. Kozhukhivskyi A.,  
Stud. Kolesova M.

11. Метод определения статистических параметров атмосферных помех.

Авторы: проф. Осинин В.Ф.,  
ассист. Четвериков С.Ф.

12. Система информационного обеспечения для планирования многостадийных процессов радиационной обработки.

Авторы: студ. **Хоткевич Е.В.**,  
ст. преп. Лазурик В.М.

13. Непараметрична оцінка відносної ефективності сільськогосподарських підприємств України в галузі виробництва та реалізації зернових культур.

Автор – доц. Долгих Я.В.

14. Взаимодействие SH-волн с системой жестких криволинейных включений в полупространстве.

Автор – студ. Пилипенко С.А.,  
Руководитель – доц. Назаренко О.М.

15. Цифрова обробка сигналу при діагностиці слуху.

Автор – студ. **Мірошніченко М.О.**,  
Керівник – проф. Лисенко О.М.

16. Разработка программного обеспечения для анализа результатов компьютерного моделирования в радиационных технологиях на базе СУБД Oracle.

Авторы: студ. **Назаров С.Ю.**,  
ст. преп. Лазурик В.М.

17. Прогностическая система экономических процессов.

Авторы: проф. Кетова К.В.,  
асп. Вавилова Д.Д.

18. Модель оптимального розподілу послідовності пріоритетних заявок у СМО з відмовами.

Автор – студ. **Оксененко А.Ю.**,  
Керівник – доц. Супрун В.М.

19. Стохастическое моделирование процесса тестирования.

Авторы: асп. Подопригалова А.О.,  
проф. Лазурик В.Т.

20. Verification of Two-Parametric Fitting Method for Determination of Electron Beam Characteristics.

Authors: PhD **Popov G.F.**,  
PhD Stud. Salah A.S.,  
Researcher Lazurik R.V.

21. Моделирование динамики волн в плазменно-пучковом супергетеродинном ЛСЭ доплертонового типа с электронным винтовым пучком.

Авторы: доц. Лысенко А.В.,  
асп. Алексеенко Г.А.  
студ. Черета Д.В.,  
студ. Остапенко К.А.

22. Моделювання електромагнітно-акустичних перетворювачів хвиль Релея в програмному комплексі Comsol.

Автор – студ. **Ходневич С.В.**,  
Керівник – ст. викл. Лігоміна С.М.

23. Определение параметров дискретных стохастических потоков.

Авторы: ст. преп. Диденко Е. В.,  
проф. Лазурик В.Т.,  
асп. Самылык Е.Ф.

24. Визначення вагових коефіцієнтів груп випробувань при оцінці якості півмасок фільтрувальних в вимірювальній лабораторії.

Автор – асист. Коваленко І.В.

25. Специфікація та ідентифікація лінійних динамічних систем і прогнозування їх розвитку.

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

26. Модель процесу обслуговування клієнтів компанії «Global Bilgi» з застосуванням СМО типу М/М/п/∞.

Автор – студ. **Гец К.В.**,  
Керівник – доц. Супрун В.М.

27. О реализации моделей для систем финансового планирования.

Авторы: науч. сотруд. Большаков В.Н.,  
науч. сотруд. Лефтеров А.В.

28. Нелінійна термодинамічна модель межового тертя з урахуванням просторової неоднорідності.

Автор – студ. **Бараніченко В.В.**,  
Керівник – доц. Ляшенко Я.О.

29. Моделювання теплових процесів при різанні.

Автори: доц. Гончаров О.А.,  
студ. Бондаренко Р.Ю.,  
доц. Васильєва Л.В.,  
мол. наук. співроб. Агулов О.В.



30. Моделювання інвестицій в п-секторну динамічну макроекономічну систему.

Автор – студ. Ніколаєнко О.М.,

Керівник – доц. Назаренко О.М.

31. Моделювання множинних параметричних взаємодій хвиль з лінійними дисперсійними залежностями.

Автори: доц. Лисенко О.В.,

студ. Кравченко В.М.

32. Метод визначення теплових стаціонарних полів в шаруватих конструкціях.

Автори: ст. викл. **Бойко С.Б.**,

докторант Величко О.В.

33. Проблема зміщення співвідношення класів при встановленні порогу відсікання для бінарного класифікатора у задачах кредитного скорингу.

Автори: асп. Солошенко О.М.,

проф. Бідюк П.І.

34. Динамічне моделювання коливального режиму наноструктуруючого вигладжування за допомогою сферичного індентора.

Автори: доц. Ляшенко Я.О.,

студ. Феденко М.О.

35. Моделювання стресорного впливу на адаптивні зміни рослин.

Автори: пров. наук. співроб. **Феденко В.С.**,

асп. Шемет С.А.

36. Регресивний аналіз координованого росту рослин за токсичного впливу чинників середовища.

Автори: асп. **Шемет С.А.**,  
пров. наук. співроб. Феденко В.С.

37. Ідентифікація моделі типу Солоу макроекономічної системи.

Автор – студ. Шапка С.О.,  
Керівник – доц. Назаренко О.М.

38. Моделирование гравитационных волн в задачах теории Дирака в искривленном пространстве-времени.

Авторы: доц. Конобеева Н.Н.,  
студ. Полунина А.А.

39. Використання підходу векторних авторегресій у дослідженні фінансових показників комерційних банків.

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

40. Прогнозування та сценарний аналіз депозитного ринку України з використанням авторегресійних моделей.

Автори: ст. викл. Маринич Т.О.,  
студ. Жмака К.С.

41. Повторні незалежні випробування з двома наслідками.

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

42. Самоподібний режим межового тертя при врахуванні деформаційного дефекту модуля зсуву.

Автори: асист. Манько Н.М.,  
доц. Ляшенко Я.О.

43. Моделирование теплосодержания сталеразливочного ковша при внепечной обработке.

Автори: доц. Бейцун С.В.,  
студ. Мурдий В.Ю.

44. Модель розповсюдження інфекційного захворювання з щільнісно-залежним коефіцієнтом передачі інфекції.

Автор – студ. Лісовенко Н.О.,  
Керівник – доц. Юнда А.М.

45. Моделювання розміщення об'єктів соціальної інфраструктури регіону.

Автори: ст. викл. Назаренко Л.Д.  
студ. Салтиш О.І.

46. Комп'ютерне моделювання оптимального планування для виробничої компанії.

Автори: ст. викл. Назаренко Л.Д.  
студ. Носілевець І.Ю.

47. Система, эквивалентная системе Лотки-Вольтерра с логической поправкой.

Автор – доц. Мусафиров Э.В.

48. Компьютерное моделирование удара упругой сферы с упругим полупространством.

Автори: доц. Ляшенко Я.А.,  
студ. Литовка С.С.

49. Математичне моделювання соціального явища контркультури.

Автор – студ. **Тіщенко Д.С.**  
Керівник – доц. Юнда А.М.

50. Прийняття рішень на основі оптимізаційних методів і моделей.

Автори: ст. викл. **Зоренко О.І.**,  
ст. викл. Виганяйло С.М.

51. Моделювання навчального процесу вивчення економіко-математичних дисциплін з використанням комп'ютерних технологій.

Автори: ст. викл. Шовкопляс О.А.,  
ст. викл. Базиль О.О.,  
доц. Літвіненко О.А.

52. Задача опресовки елементарного участка горизонтального трубопровода.

Автор – науч. сотруд. Мамадалиев Х.А.

53. Застосування табличного процесора Ехсел для оцінки ефективності проекту.

Автори: ст. викл. Базиль О.О.,  
студ. Захарченко Д.О.

54. Моделирование процесса фильтрации многофазной смеси в пористых средах.

Авторы: младш. науч. сотруд. **Курбонов Н.М.**,  
студ. Содиков Р.Т.,  
доц. Равшанов Н.

55. Спецификация и идентификация математической модели интегрального индекса многокритериальной рейтинговой системы.

Авторы: студ. **Морквин Я.В.**,  
доц. Фильченко Д.В.

56. Использование генетического алгоритма в задаче снижения вероятности возникновения производственно-обусловленных заболеваний работников предприятий.

Автор – доц. Варнавский А.Н.

### СЕКЦІЯ № 6 «МАТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ»

Голова секції – член.-кор., д-р. фіз.-мат.наук.,  
проф. Борисенко О.А.

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

**Початок:** 24 квітня 2015 р., ауд. Н 212, 15<sup>00</sup>

1. Об одном способе интегрирования рациональных функций с помощью цепных дробей.

Авторы: доц. Величко И.Г.,  
доц. Ткаченко И.Г.,  
студ. **Балабанова В.В.**

2. Крайова задача з нелокальними умовами для рівняння руху однорідної пружної балки.

Автори: студ. **Негрич М.П.**,  
доц. Гой Т.П.

3. Математичне дослідження функції зерномежевого розсіювання носіїв струму у металевих конденсатах.

Автори: студ. **Говорун М.В.**,  
доц. Білоус О.А.

4. Аналіз впливу перекосу валу на гідростатичну силу шпаринного ущільнення.

Автор – студ. **Білоус Д.О.**  
Керівник – доц. Беда І.М.

5. Аналіз гідродинамічних процесів в шпаринному ущільненні відцентрового насосу.

Автор – студ. **Лукьяніхін О.В.**

Керівник – доц. Беда І.М.

6. Начально-краевая задача для уравнения диффузии дробного порядка.

Автор – проф. Ячменьов В.О.

7. Температурний стан теплопровідного циліндра.

Автор – студ. **Купріянов Б.Ю.**

Керівник – ст. викл. Клименко В.А.

8. Применение МФТ при решении задачи изгиба пластин.

Автор – студ. **Петренко Т.М.**

Руководитель – доц. Маслов О.П.

9. Теплопровідність пластини з внутрішніми джерелами тепла.

Автор – студ. **Ярушина Є.В.**

Керівник – ст. викл. Клименко В.А.

10. Метод сплайн-інтерполяції для уточнення моделі рельєфу за даними відомих координатно-висотних профілів.

Автор – студ. Дягилев А.В.

Керівник – старш. наук. співроб. Порєв Г.В.

**СЕКЦІЯ № 7 «ПРИКЛАДНА ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНА  
МАТЕМАТИКА»**

Голова секції – д-р фіз.-мат. наук, проф. Фильштинський Л.А.  
Секретар секції – асп. Носов Д.М.

**Початок:** 21 квітня 2015 р., ауд. Ц 342, 15<sup>00</sup>

1. Чисельний розв'язок задачі про плоску деформацію товстої плити жорстким штампом.  
Автор – ст. викл. Штефан Т.О.
2. Моделювання тріщини з клейовим наповнювачем у пружній смузі.  
Автор – ст. викл. Антоненко Н.М.
3. Статистические и структурные модели прогнозирования заболеваемости для оценки страховых тарифов.  
Автор – асп. Базилевич К.А.  
Руководитель – доц. Мазорчук М.С.
4. Деформування довгої тонкої циліндричної оболонки еліптичного перерізу як тестова задача.  
Автор – пров. наук. співроб. Максимюк В.А.
5. Чисельно-аналітичний підхід для розрахунку з підвищеною точністю механічних характеристик пластин та оболонок змінної товщини.  
Автор – асп. Дзюба В.А.  
Керівник – проф. Стеблянка П.О.

6. Определение коэффициентов интенсивности напряжений в элементах авиационных конструкций.

Авторы: проф. Фильштинский Л.А.,  
асп. Носов Д.Н.,  
студ. **Гришко А.Н.**

7. Аналітичне розв'язання крайових задач для довгої циліндричної оболонки овального перерізу.

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

8. Чисельні дослідження розв'язків характеристичних рівнянь динамічних задач лінеаризованої теорії пружності для тіл з початковими напруженнями.

Автор – доц. Глухов Ю.П.

9. Краевые задачи газовой динамики.

Автор – студ. Оскорбина В.И.  
Руководитель – проф. Малютин К.Г.

10. Фундаментальные решения магнитоупругости для составной пьезомагнитной плоскости.

Авторы: проф. Фильштинский Л.А.,  
асп. Еременко А.А.,  
асп. Носов Д.Н.

11. Определение положения источника излучения по данным датчиков, расположенных в одной плоскости.

Автор – докторант Величко Е.В.

12. MNED 2 – модифікований метод шифрування даних для їх захисту під час передачі по мережі Інтернет.

Автор – студ. Товкач І.О.,  
доц. Піддубний В.О.



13. Application of Nonlinear Stochastic Differential Systems for Data Protection in Audio and Graphics Files.  
Author – Prof. Prykhodko S.B.
14. Механика разрушения тел с трещинами в условиях электромагнитоупругого взаимодействия.  
Авторы: проф. Фильштинский Л.А.,  
студ. Гришко А.Н.
15. Метод стохастической аппроксимации для идентификации нейросетевых моделей.  
Автор – асп. Меняйлов Е.С.  
Руководитель – проф. Угрюмов М.Л.
16. Моделирование эффективных свойств ленточного пьезомагнитного композита.  
Авторы: проф. Фильштинский Л.А.,  
студ. **Бережная И.А.**
17. Характеристики разрушения пьезомагнитной пластины с трещиной.  
Авторы: проф. Фильштинский Л.А.,  
студ. Дудык И.Ю.
18. Узагальнена модель Васічека відсоткової ставки. Поведінка довгострокової ставки.  
Автор – студ. Лаврова К.Є.
19. Аппроксимация произведениями Чебышева-Бляшке в полу-плоскости.  
Автор – студ. Гук С.С.,  
Руководитель – проф. Малютин К.Г.

20. Застосування нейромереж для задачі класифікування станів економічних систем.

Автори: ст. викл. Оглобліна О.І.,  
студ. М'якаєв О.В.

21. Диссипация энергии ферромагнитной наночастицы в вязкой жидкости под действием переменного внешнего поля.

Авторы: студ. **Заика А.В.**,  
докторант Лютый Т.В.

22. Сингулярные задачи магнитоупругости про особенности физических полей в вершине составного пьезокерамического клина.

Авторы: ст. преп. Сушко Т.С.,  
студ. Мельник О.А.,  
студ. Зеленский В.В.

23. Моделирование процесса фильтрации в пористой среде со множественными трещинами.

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

24. Моделювання процесу фільтрації у пористому композитно-му середовищі.

Автори: студ. Сирєєва В.А.,  
ст. викл. Шрамко Ю.В.,  
ст. викл. Сіренко Ю.В.

25. Вращения твердого тела, близкие к псевдорегулярной прецессии.

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

# **СЕКЦІЯ 1**

## **«Інтелектуальні системи»**

## Використання онтологічних знань для побудови рекомендацій для проактивної підтримки семантичному пошуку

Рогушина Ю.В., доцент  
Інститут програмних систем НАНУ, м. Київ

Проаналізовано можливості колаборативного розширення семантичного пошуку, тобто засоби і методи застосування досвіду одних користувачів для підвищення пертинентності задоволення інформаційних потреб інших. Якщо досвіду користувача не досить для визначення корисності ресурсів, то доцільно враховувати досвід інших користувачів, що мають подібні інформаційні потреби, тобто колаборативний пошук. При цьому використовуються методи, розроблені для рекомендуючих систем [1], з урахуванням специфіки семантичного пошуку [2]. Аналіз показує, що через велику кількість, гетерогенність та динамічність IP доцільніше (на відміну від колаборативних методів, що використовуються, приміром, в Інтернет-магазинах) групувати саме користувачів та їх сталі інформаційні потреби.

Для створення груп користувачів зі спільними інформаційними потребами доцільно використовувати такі властивості (за вибором користувача), як спільна онтологія ПрО, спільний пошуковий тезаурус (який обчислюється за допомогою операцій над тезаурусами окремих користувачів), спільні персональні дані, спільна тема пошуку або належність до явним чином визначеної підмножини користувачів тощо, які формалізовано в онтологічній моделі семантичного пошуку [3].

Результат колаборативного пошуку – якщо один з членів співтовариства ініціює запит до пошукової системи, то інший користувач отримує ці результати, якщо він явно виявив свою цікавість.

1. F. Ricci, L. Rokach, B. Shapira, P. Kantor, *Recommender Systems Handbook* (Springer: 2011).
2. Ю.В. Рогушина, *Знание-ориентированные средства поддержки семантического поиска в Web* (LAP LAMBERT Academic Publishing: 2014).
3. Ю.В. Рогушина, *Онтология проектирования* **2(12)**, 60 (2014).

## Інформаційний підхід к оптимізації процесу обчучення

Царева Е.Н., *магістр*; Рыжкова М.Н., *доцент*

Муромський інститут ФГОУ ВПО «Владимирський державний  
університет імені А.Г. і Н.Г. Столетових», г. Муром

В настящее время существует необходимость комплексного внедрения в учебный процесс современных компьютерных технологий, что помогло бы оптимизировать процесс обучения.

Существующие системы оптимизации учебного процесса в большинстве случаев не учитывают индивидуальные отличия обучаемых и факторы, влияющие на процесс обучения. Поэтому разработка системы оптимизации учебного процесса – это один из перспективных путей модернизации в образовании.

Для работы системы оптимизации учебного процесса создана база данных (БД), хранящая входные и выходные данные системы. С данными, содержащимися в таблицах БД, можно выполнять различные действия: редактировать их, удалять, добавлять.

Для реализации данной информационной системы были созданы четыре формы, каждая из которых выполняет определенную функцию: на главной форме отображаются данные из БД. С помощью данной формы можно осуществлять поиск записей в БД и их удаление. Вторая форма используется для добавления данных в БД. Третья форма предназначена для добавления предпочтений студентов по факторам, влияющим на процесс обучения. Значения весов самих факторов определяются для каждого обучаемого индивидуально перед началом формирования траектории обучения. Часть значений определяется различными тестами (тестирование по методу Г. Айзенка [1] и Р.Б. Кеттелла [2]), а остальные опросом обучаемых.

По имеющимся данным программа автоматически определяет индивидуальную траекторию обучения для каждого учащегося: определяется уровень обучения с определенными рекомендациями по дисциплине, а также количество часов, необходимых для самостоятельных занятий или занятий с преподавателем.

1. Г.Дж. Айзенк, *Коеффициент интеллекта* (Киев: Гранд: 1994).
2. А.Н. Капустина, *Многофакторная личностная методика Р. Кеттелла* (СПб.: Речь: 2001).

## Система прийняття рішень при конвертерній плавці сталі

Сергеева К.О., *асистент*; Золотухін С.С., *студент*;  
Гришко С.В., *студент*

Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ

Проаналізовано моделі керування конвертерною плавкою, які використовують детерміновані, ймовірнісні та евристичні підходи. До цього часу не існує в цілому та у вигляді окремих частин такої моделі, що адекватно відображає даний процес та дозволяє вести плавку в замкненому режимі. Тому створення математичної моделі керування конвертерним процесом, що може бути застосована в системі прийняття рішень, є вельми актуальним.

Формування математичного опису технології киснево-конвертерної плавки виконано у відповідності до особливостей керування за «срязковою» плавкою. За вибіркою траєкторій керування успішно проведених плавок ( $\vec{U}_1[\tau], \dots, \vec{U}_n[\tau]$ ) в реальній траєкторії керування виділено дві складові: програмна частина  $\vec{U}_{inp}[\tau]$  і додаткове керування  $\vec{\Delta U}_i[\tau]$ , що пов'язане як з неточним визначенням початкового стану плавки, так і з дією збурень. Таким чином, стратегія керування може бути зведена до детермінованої тільки в частині вибору програми і носить стохастичний характер для додаткових керуючих дій.

При проведенні плавки, спостерігаючи за впливом різних збурень на якість металу і оцінюючи за непрямими спостереженнями відхилення процесу плавки від нормального, оператор дослідним шляхом підбирає додаткове керування  $\vec{\Delta U}_i[\tau]$ , що є найбільш ефективним для кожного конкретного випадку. Такий досвід оператора фіксується, зокрема з допомогою матриці ймовірностей вибору  $\vec{U}_i[\tau]$  для визначеного збурення  $\vec{\Delta Z}[\tau]$ . При цьому вважаємо, що оптимальні траєкторії руху системи  $\vec{\Delta y}_{opt}[\tau]$  при різних початкових  $\vec{y}[\tau_0]$  і кінцевих  $\vec{y}[\tau_k]$  станах є близькими на більшій частині.

## Сценарне моделювання передачі радіонуклідів з ґрунту у рослини за допомогою динамічної мережі Байєса

Загірська І.О., аспірант; Бідюк П.І., професор  
ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ», м. Київ

На сьогодні у процесах міграції радіонуклідів встановилась певна динамічна рівновага, що дозволяє виконувати моделювання з метою мінімізації ризику від вживання продуктів, одержаних з рекультивованих угідь, для здоров'я людини [1, 2].

Дослідження присвячене таким задачам: аналіз факторів, що впливають на передачу радіонуклідів у рослини; побудова моделі цього екологічного процесу у вигляді динамічної мережі Байєса та оцінка її якості; сценарне моделювання.

Топологія мережі була розроблена експертним шляхом із врахуванням біологічних властивостей параметрів моделі. Використано 14 факторів впливу, що є динамічними змінними моделі. Удосконалено методику побудови мережі [3, 4].

Мережа складається з 80 часових проміжків: дані згруповані по кошиках тривалістю в 1 місяць, яких у вибірці налічується 80.

Модель на основі динамічної мережі Байєса демонструє високі показники якості. Похибки є незначними: MAPE не перевищує 5 % на всіх вимірах, крім двох, а  $\log(\text{SSE})$  нижчий за  $10^{-3}$ . На основі моделі побудовано сценарії прийняття рішень, що дозволяють обирати найбільш безпечну ділянку для вирощування рослин певного виду, або визначати найбільш безпечний вид рослин для вирощування на певній ділянці.

1. B.S. Priester, N.P. Omelyanenko, L.V. Perepelyatnykova, *Soil science* **10**, 51 (1990).
2. *Чорнобильська катастрофа* (ред. В.Г. Бар'яхтар) (Київ: Наукова думка: 1995).
3. K.A. Murphy, *Brief Introduction to Graphical Models and Bayesian Networks* (<http://www.cs.ubc.ca/~murphyk/Bayes/bayes.html/>: 2007).
4. M.Z. Zgurovskyi, P.I. Bidyuk, O.M. Terentyev, *Naukovi visti NTUU "KPI"* **4**, 47 (2007).

## **Systemic Approach to Estimation of Financial Risks**

Kuznietsova N.V., *Doctoral student*; Bidyuk P.I., *Professor*  
Institute for Applied System Analysis at NTUU “KPI”, Kyiv

Modern approaches to risk estimation, forecasting and management are based upon intensive application of mathematical modeling, estimation theory, application of Bayesian statistics, simulation, decision making methods and techniques and other approaches [1]. One of the most suitable instrumentations for risk analysis and management create informational decision support systems (DSS) that are widely used for solving different problems from the realms of forecasting, control, medical and engineering diagnostics, planning and management. The systems of this type have the following advantages: wide possibilities for usage of various data processing techniques, identification and mathematical description of possible uncertainties directed towards improvement of quality for final results, hierarchical architecture of the systems is compatible with the human approach to decision making, the possibilities for application of several sets of necessary statistical criteria for testing intermediate and final results. All these possibilities create a part of systemic approach proposed for risk analysis and management.

The systemic approach to modeling and estimation of financial risks is based on system analysis ideas that refer to hierarchical data processing architectures, modern techniques for analyzing model structure and parameters, identification and taking into consideration possible uncertainties related to data and estimation algorithms. The approach also includes the possibilities for control of all relevant computational processes at all levels of hierarchical structure of the system by appropriate set of quality criteria so that to reach high quality of final results. It supposes analysis performing for internal and (stochastic) external influence factors to various sides of financial company activities including stochastic disturbances of different nature and types, application of statistical simulation techniques in the frames of DSS. The DSS proposed has features necessary for identification and taking into consideration possible uncertainties of structural, statistical and parametric type. The uncertainties are encountered in the process of preliminary data processing, model constructing, and computing forecast estimates. It is possible to substantially reduce their influence on the quality of the final result using such modern techniques as preliminary data pro-



cessing together with application of adaptive model structure and parameter estimation techniques.

The most often met statistical uncertainties, related to preliminary data processing, model development and estimation of forecasts are provoked by the following factors: measurement errors that is available practically in all cases of data collection independently on the data origin (including economy, finances and industrial control systems); stochastic external disturbances that usually negatively influence the process under study and shift the processes from desired mode (say, offshore capital transfer from some country, low quality of higher administration, unstable often changed laws, substantial corruption, local hybrid wars); missed observations and possible outliers; multicollinearity of independent variables, correlation of dependent variables with noise factors etc. The most often means used to fight the measurement noise and external stochastic disturbances are digital and optimal filters (say, Kalman, particle and elliptical filters). Today there is a number of Kalman filtering techniques designed for special cases. Appropriately designed adaptive Kalman filter provides a possibility for covariances estimation for stochastic disturbances and measurement noise as well as estimation of quality short-term forecasts. Optimal filter design requires model of the process (system) under study in the state space form.

Intellectual data analysis techniques are effectively hired for risk analysis, estimation and management that include static and dynamic Bayesian networks, nonlinear Bayesian regression, special statistical data processing techniques, multivariate distributions, and fuzzy logic. Very promising is combined application of various techniques in the frames of scenario based approach. All the techniques mentioned are suitable for implementing in the adaptive form which is useful for analyzing of nonlinear nonstationary process widely spread in finances.

1. A.J. McNeil, R. Frey, P. Embrechts, *Quantitative risk management* (Princeton: Princeton University Press: 2005).

## Диагностирование эмоционально-психического состояния по изображению лица

Бабий М.С., *доцент*; Тарасенко Е.В., *студент*  
Сумский государственный университет, г. Сумы

Задачей данной работы являлась разработка программы диагностирования эмоционально-психического состояния человека по изображению лица на основе информационно-экстремальной интеллектуальной технологии (ИЭИТ). В качестве исходного взят алгоритм [1], в котором при построении контейнеров классов распознавания вместо пространства Хэмминга используется линейное пространство над полем вещественных чисел. Такая модификация допустима вследствие однотипности признаков, которые представляют собой яркости отдельных пикселей изображения. В тоже время использование непрерывного пространства вместо дискретного позволяет обеспечить необходимую точность расчета при вычислении расстояний в пространстве признаков большой размерности.

При обучении системы на основе входного списка файлов вводятся изображения лиц, которые в дальнейшем приводятся к стандартному размеру. Программа допускает возможность использования различных форматов для вводимых изображений. Для обработки изображений используется некоммерческая библиотека OpenCV 2.4.

Тестирование программы выполнялось на изображениях из базы данных JAFFE. Данная база содержит 219 черно-белых фотографий лиц 10 моделей в разных эмоциональных состояниях. Для обучающего набора были взяты по пять фотографий в состояниях: радость, гнев, отвращение, страх; для тестового – по четыре фотографии в тех же состояниях. Тестирование показало, что 80% изображений из тестового набора были правильно отнесены к соответствующим состояниям. Данный результат соответствует результатам, приведенным в зарубежных публикациях.

1. М.С. Бабий, Ю.О. Божко, *НТК «ІМА::2014»* (Суми: 2014).

## Распознавание изображений на основе редукции пространства признаков

Бабий М.С., *доцент*; Стародуб Е.И., *студент*  
Сумский государственный университет, г. Сумы

В задачах распознавания изображений при обычном подходе в качестве признаков используются яркости отдельных пикселей, что влечет за собой большие затраты оперативной памяти и времени обработки. Уменьшение же изображений приводит к потере точности. Задачей настоящей работы является перевод графических файлов в сжатый формат с минимальной потерей количества информации и соответствующей редукцией пространства признаков.

Для уменьшения размерности пространства признаков использован метод главных компонент, с помощью которого выполняется переход к новому базису, оси которого устанавливаются в направлении максимальной дисперсии массива входных данных. Первая ось нового базиса соответствует максимальной дисперсии, вторая – максимальной дисперсии в подпространстве, ортогональном первой оси, и так далее. Последние координаты для малых дисперсий обычно отбрасываются, благодаря чему выполняется редукция к пространству меньшей размерности. Векторы главных компонент представляют собой ортонормированный набор собственных векторов ковариационной матрицы, расположенных в порядке уменьшения собственных значений. В базисе из собственных векторов ковариационная матрица диагональная, а ковариация между различными координатами равна нулю.

В данной работе собственные векторы и значения матрицы находились методом Якоби. Хотя этот метод более медленный, чем QR-алгоритм, но он проще в реализации и всегда устойчив для действительных симметричных матриц.

Редукция пространства признаков была выполнена на изображениях из базы данных ORL. Качество распознавания на сжатых файлах проверялось по методу ближайшего соседа.

В качестве обучающего набора были взяты по 5 изображений для каждого из 10 человек, а в качестве тестового – по 5 отличающихся изображений для тех же 10 человек. В результате тестирования были правильно распознаны 49 изображений из тестового набора.

## **A Semantic Knowledge Model for Support of Network Management Tasks in Complex Heterogeneous Systems**

Gladun A.Y., *Associate Professor*

International Research and Training Center for Information Technologies and Systems of the NAS and MES of Ukraine, Kyiv

Network Management it is service which uses set of tools, applications and devices for assistance network administrator for monitoring and supporting networks. The traditional solutions of Network Management don't provide sufficient coverage of functional areas of a heterogeneous network that bringing to decrease level efficiency and reliability. These main questions demand an appropriate way of decision for effective Network Management [1].

As a rule, for management and support of network system, it is necessary to perform a row of operations, including state estimation of network condition, definition of network errors, selection /approved and application of counter-measures. The Internet, mobile communication, and portable computers allow today's users met new applications (for example, NGN – new generation networks) offered by developers of services, who are guided by popular tendencies of clients in technology.

Deployment of new multimedia services in telecommunications demand the support of quality of service (QoS), which defines a guarantee given by the network to satisfy a set of service performance constraints for the user in terms of end-to-end delay, jitter, available bandwidth, and packet loss probability; safety; mobility of users; and allocation of new services [2].

In the given work we consider a network as a collection of the various distributed resources. It is necessary to optimize distribution of these resources between users and services to maximize efficiency of network in general. Means of it is the increase in intellectuality of unit of management of network (IUMN) buy use of knowledge, application of multiagent technologies, metadata, ontologies and other Semantic Web means. Knowledge can be processed with the help of logic object - the interpreter of knowledge. Intelligent agents, working independently within the limits of logic object, continuously analyze the given management acting from/to each unit of a network, classify and keep them in information archive. Intelligent agents apply the mechanism of training that allows them to draw conclusions from messages of the mechanism of decision-making IUMN and to use them for the further data processing [3].

The main feature of proposed approach is automated generation of knowledge about network functioning by means of inductive generalization of the network raw data. Considered in this paper architecture of knowledge management in the NGN provides the storage and processing of such dynamically changed knowledge that represents rules of optimal network management with effective use of it's recourses. For knowledge interoperability we orient on standards and technologies of the Semantic Web project (OWL – for domain ontology representation, RDF – for metadata about network resources etc.) [4].

The architecture of IUMN shows how this node can take the information for support of QoS, mobility and security networks functions (for the base network levels according to reference model) and transforms them to required functionalities. All important aspects of each service are submitted by such abstract way that technical complexity of their realization is hidden from the user, the service provider and the network operator. The multilevel architecture of unit has to be designed so that it has been organized according to the semantic and contextual managing information that collects from the network. The term "semantics" concerns studying and change of value.

Use of the semantic approach in systems of intellectual management allows to raise in a complex efficiency of functioning of difficult heterogeneous systems at the expense of processing of the arriving statistical information from net nods and its transformation into ontologic knowledge.

I use in this work scientific results received at the International Research and Training Centre of Information Technologies and Systems NASU (IRTC): FG 170.19 "Research and Development of Intellectual Information Technology of Data Processing and Management in the Geodistributed Dynamic Systems", in particular, topic №3 «Open Semantic Information Technology of Designing the Intellectual Information Systems".

1. S. Chakrabarti, A. Mishra, *IEEE communications Magazine* **39** No2, 142 (2001).
2. R.J. Doyle, A.R.K. Sastry, *Proceeding of MILCOM'91* (McLean: 1991).
3. A. Gladun, J. Rogushina, *International Book Series "Information Sciences and Computing"* (Varna: 2009).
4. A. Gladun, J. Rogushina, *Int. Journal Informatika* **4(33)**, 84 (2011).

## **Інформаційно-аналітична система для адаптації навчального контенту до запитів ринку праці**

Кулік Є.С., *аспірант*; Марченко І.О., *студент*; Ободяк В.К., *доцент*  
Сумський державний університет, м. Суми

Для ефективної адаптації навчального контенту до запитів ринку праці необхідно оцінювати його якість з точки зору роботодавців, випускників та студентів навчального закладу. Одними з найважливіших критеріїв оцінки є актуальність та інформативність. Рівень навчальних матеріалів повинен забезпечувати базу знань, необхідних студентам в їх подальшій роботі. Тому важливо забезпечити гнучку систему зворотного зв'язку між роботодавцями, випускниками та навчальним закладом, за допомогою якої можна оцінити актуальність та інформативність того чи іншого змістовного модуля.

Метою створення системи оцінки якості навчального контенту є розроблення інформаційного та програмного забезпечення системи розпізнавання, що навчається, у рамках інформаційно-екстремальної інтелектуальної (ІЕІ) технології [1]. Базовим методом ІЕІ-технології є метод функціонально-статистичних випробувань, який, шляхом автоматичної класифікації функціональних станів за умов невизначеності, дозволяє розв'язувати практичні задачі контролю та управління слабо формалізованими системами і процесами [2].

Робочі дані системи накопичуються в результаті проведення опитування роботодавців, випускників та студентів навчального закладу, на основі їх оцінок навчальних модулів за шкалою від 0 до 100 балів. Відповідно цих даних, система, що пройшла навчання, дає висновок про стан навчальних модулів кафедри.

Для перевірки ефективності системи було сформовано вирішальні правила для 3 класів. Перший клас відповідав навчальному контенту з оцінкою «добре», другий – «задовільно», а третій – «незадовільно».

1. А.С. Довбиш, *Основи проектування інтелектуальних систем* (Суми: СумДУ: 2009).
2. А.С. Краснопоясовский, *Системи та методи прийняття рішень* (Суми: СумДУ: 2006).

## Інтелектуальна система ідентифікації мережевого трафіка

Москаленко В.В., *асистент*; Коробов А.Г. *студент*  
Сумський державний університет, м. Суми

Швидкий розвиток цифрових мультисервісних мереж сприяє зростанню кількості інтерактивних і мультимедійних додатків, що обумовлює необхідність пріоритезації трафіка відповідно до вимог рівня обслуговування користувачів та якості мережевих сервісів.

Для ефективного розподілу ресурсів транспортних мереж з комутацією пакетів, що є основою для розгортання сучасної мультисервісної інфраструктури, необхідно мати інструмент точної ідентифікації та класифікації трафіка. При цьому поширення мережевих додатків, які динамічно змінюють порти транспортних протоколів, та засобів інформаційної безпеки, які основані на шифруванні та тунелюванні трафіка унеможливають достовірну класифікацію на основі портів чи корисного навантаження. Крім того, реалізація методів маскування трафіка в умовах параметричної невизначеності інформаційних процесів, які генерують мережевий трафік, знижує ефективність класифікації на основі аналізу статистичних характеристик потоку пакетів, що особливо критично проявляється при екстремальній незбалансованості накопичених статистичних даних.

Підвищення точності класифікації мережевого трафіка запропоновано здійснювати шляхом інформаційного синтезу класифікатора з адаптивним кодуванням первинних ознак розпізнавання та оптимізацією геометричних параметрів розбиття двійкового простору вторинних ознак на класи еквівалентності [1]. При цьому словник ознак складається із статистичних характеристик двонаправленого потоку пакетів. Навчальні набори даних сформовані в процесі трасування трафіку з наступним формуванням потоків і обчисленням ознак розпізнавання. Априорна класифікація реалізацій навчального трафіку основана на результатах моніторингу сокетів.

Таким чином, реалізовано інформаційно-екстремальний класифікатор трафіків з ієрархічною структурою обчислювально ефективних вирішальних правил, який навчається за незбалансованими вибірками.

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

## Формування вхідного математичного опису для геоінформаційної інтелектуальної системи

Коробченко О.В., *аспірант*  
Сумський державний університет, м. Суми

Геоінформаційні системи (ГІС) дають змогу швидко й комплексно інтерпретувати накопичену інформацію, маніпулювати нею, оперативно її поновлювати та аналізувати, поєднувати з прийняттям управлінських рішень на різних рівнях (локальному, глобальному).

Як образно-знакові геоінформаційні моделі дійсності, ГІС ґрунтуються на автоматизації інформаційних процесів, базах картографічних і аерокосмічних даних. ГІС дають змогу обробляти значний обсяг фактичних і картографічних даних, аналізувати їх узгоджено з конкретними об'єктами й територіями [1].

Традиційно в ГІС поєднуються класичні технології статистичного аналізу, просторового аналізу та візуалізації. Але задачі моніторингу, моделювання та прогнозування, для розв'язання яких і створюється ГІС, відносяться до класу слабоформалізованих багатопараметричних задач з часткововизначеною інформацією. Для розв'язання таких задач впроваджуються елементи інтелектуальних систем на основі самонавчання та автоматичної класифікації.

В роботі запропоновано реалізувати проектування ГІС в рамках інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології шляхом поєднання алгоритмів оцінки функціональної ефективності системи, які є складовими алгоритмів навчання розпізнавання типу місцевості за зображенням, з кластер-аналізом вхідних параметрів.

Формування вхідного математичного опису для ГІС полягає у виділенні частини зображення місцевості, яка відображає різні типи місцевості.

Таким чином, було розроблено інтелектуальну геоінформаційну систему, що здатна автоматизувати процес формування вхідного математичного опису за зображеннями, що отримані у результаті аерофотозйомки місцевості.

Керівник: Ободяк В.К., *доцент*

1. А.Д. Иванников, В.П. Кулагин, А.Н. Тихонов, В.Я. Цветков, *Геоинформатика* (М.: МАКС Пресс: 2001).



## Інформаційне та програмне забезпечення розпізнавання цитологічних зображень

Єфіменко Т.М., *аспірант*  
Сумський державний університет, м. Суми

Проблема якісного і своєчасного діагностування ракових захворювань в останні роки постає особливо гостро. На сьогоднішній день одним із шляхів рішення цієї проблеми полягає в створенні інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень (СППР) на основі машинного навчання [1], що дозволяє виявляти злоякісні пухлини на ранній стадії, що значно збільшує шанси одужання. Проведення діагностування на основі зображень клітин дозволить спростити та прискорити даний процес.

Введення в процес діагностики інтелектуальної складової дозволить надавати допомогу в ухваленні рішення спеціалісту з невеликим досвідом діагностики, щоб це рішення стало близьким за своєю професійною компетентністю до рішення фахівця. Моделювання розумового процесу лікаря полягає у розробці системи, що дозволяє виявити клітини пухлини за зображеннями морфології тканин пацієнтів та узагальнити досвід фахівця за допомогою побудови вирішальних правил, класифікованих за критерієм мети, котрі формує медичний експерт. Як метод аналізу та синтезу СППР обираємо інформаційно-екстремальну інтелектуальну технологію, оскільки вона дозволяє реалізувати навчання з учителем, є адаптивною до змін у вхідних даних, дозволяє апріорно (за навчальною вибіркою) оцінити достовірність функціонування [1].

Таким чином, запропоновано розробити інтелектуальну систему розпізнавання цитологічних зображень, що дозволяє лікарю, який не є досвідченим спеціалістом в області діагностування ракових захворювань, ефективно використовувати клінічну систему діагностики, проводити етап навчання і перенавчання системи.

Керівник: Ободяк В.К., *доцент*

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

## Використання онтологічної мови OWL та правил в правовій інженерії знань

Хала К.О., *молодший науковий співробітник*

Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України, м. Київ

З кожним днем складність і кількість законодавчих та нормативно-правових актів зростає, як для цивільного населення, так і для підприємств. Тому дуже важливим є надання допомоги в ознайомленні з правовим середовищем і дотриманні законів. Мета полягає в тому, щоб розробити комплексну правову основу для моделювання, яка може підтримувати побудову моделей правових знань [1].

Використання сучасних технологій може дати нові можливості порівняно із загальними правовими експертними системами. База знань (БЗ), яка складає основний елемент системи, заснована на онтології, яка формально описує проблемно-орієнтовану термінологію. БЗ характеризує правові регулювання з формальними правилами, які є звичайним підходом в експертних системах. Однак, такий заснований на онтології підхід може висловити всі правові поняття і відносини єдиним способом, а явна присутність термінології допомагає легко звертатися до зовнішніх першоджерел даних.

Представлення прикладних знань спирається на часто використовувану мову онтологій OWL2 [2]. Ця мова включає дискриптивну логіку, одну з найвиразніших для вирішування, серед відомих. Мова правила використовує класи і властивості, які оголошені в онтології як предикати, а аргументи цих предикатів є об'єктами онтології або локальними змінними.

Застосування широко розповсюджених технологій і стандартів гарантують, що побудовані правові моделі і бази знань можуть бути дуже цінним як для цивільного населення, так і для підприємств.

1. А.Ф. Тузовский, *Системы управления знаниями* (Томск: НТЛ: 2005).
2. J. Breuker, et al., *EKAW* **5268**, 64 (2003).

## **Ідентифікація зображень нано та мікро-структур досліджуваної поверхні за допомогою інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології**

Закалюжна Н.В., *аспірант*  
Сумський державний університет, м. Суми

Розпізнавання та дослідження частинок кластерних матеріалів із застосуванням скануючого тунельного мікроскопа (СТМ) є важливим етапом при створенні нових перспективних матеріалів на їх основі. Оскільки СТМ дозволяє отримувати топографічні зображення поверхні постійного тунельного струму, то ідентифікація подібних СТМ-зображень досить ускладнена і вимагає залучення достовірних зображень, побудованих теоретичним шляхом. Однак, навіть за наявності достовірних теоретичних зображень кластерних часток інтерпретація експериментальних даних може стати непосильним завданням, оскільки “зашумленність” зображення не дозволяє людському розуму правильно інтерпретувати зображення. Саме тому створення методик інтерпретації експериментально СТМ-зображень є важливою і актуальною задачею.

В роботі запропоновано метод інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології для виявлення та ідентифікації наночасток досліджуваних матеріалів з використанням скануючого тунельного мікроскопу.

Для виявлення та ідентифікації СТМ-зображень було розроблено програмно-методичний комплекс, для проведення моделювання теоретичних СТМ-зображення ряду моноатомних наночасток, в якості прикладу були представлені топографічні зображення атома нікелю на поверхні графіту.

Застосування комплексної методики навчання інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології дозволило істотно збільшити точність ідентифікації наночастинок.

Керівник: Шелехов І.В., *доцент*

## Исследование результатов получения цифровых карт LST различными методами по данным Landsat-8

Чипко Е.В., студент

Государственное высшее учебное заведение  
«Национальный горный университет», г. Днепропетровск

Мониторинг температуры земной поверхности средствами данных дистанционного зондирования земли получил развитие запуском на орбиту 16 июля 1982 года спутника Landsat-4 со сканером TM (Thematic Mapper). Результаты дистанционного определения температуры по спутниковым данным используются для прогноза погоды, в задачах гидрологии и агрометеорологии, исследованиях климата. Такой мониторинг температуры поверхности Земли наиболее часто осуществляется по данным сканера съемки Terra Modis, Terra Aster, Aqua Modis, NOAA AVHRR, Landsat-8 TIRS.

Целью работы является исследование результатов получения цифровых карт LST различными методами по данным Landsat-8 на основе оценки этих результатов по определенным критериям.

Задачи исследования включают:

- 1) обзор методов моделирования цифровых карт (split-window, метод, предложенный Артисом и Карнаханом [1]).
- 2) реализация алгоритмов различных методов получения цифровых карт LST на основе данных сканера Landsat-8 TIRS [1-2].

Полученные в результате обработки данных Landsat-8 карты мониторинга температуры поверхности земли на территории г. Днепропетровска позволили точно локализовать участки, наиболее подверженные динамике изменений температуры Земли.

Руководитель: Гаркуша И.Н., доцент

1. D.A. Artis, W.H. Carnahan, *Remote Sensing of the Environment* **12** No4, 313 (1982).
2. Z. Qin, A. Karnieli, P. Berliner, *International Journal of Remote Sensing* **22** No18, 3719 (2001).

## Моделирование ситуационных особенностей в процессе приема абитуриентов в ГВУЗ «НГУ»

Литвиненко А.А., студент; Шаталов В.М., студент;  
Коротенко Г.М., доцент

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск

Принятие решения по управлению сложными системами, к числу которых относятся и организации, предоставляющие образовательные услуги, происходит в условиях существенной неопределенности, проявляющейся особенно в период проведения профориентационной работы перед летним приемом абитуриентов в условиях высокой конкуренции между ВУЗаами. В настоящее время отсутствуют программные продукты, обеспечивающие функции систем поддержки принятия решений (СППР) в таких ситуациях.

Как известно [1], ситуационные центры (СЦ) представляют собой наиболее целесообразные реализации СППР. При этом, как правило, они опираются на технологии моделирования ситуаций, поведения объектов и визуализации их деятельности.

Для построения фрагмента СЦ (ФСЦ) в ГВУЗ «НГУ» разработано и развернуто на базе существующего Информационно компьютерного комплекса (ИКК) многофункциональное веб-приложение с равноуровневыми правами доступа к вводимой и визуализируемой информации. Его информационное наполнение спроектировано на основе модели пространства данных [2] и реализовано с применением языков и технологий PHP, JavaScript, AJAX и XML.

Для поддержки пространственной компоненты учета ситуационных коллизий ФСЦ опирается на геоинформационную компоненту, реализованную с использованием инструментария API Яндекс.Карт.

1. Н.И. Ильин, Н.Н. Демидов, Е.В. Новикова, *Ситуационные центры. Опыт, состояние, тенденции развития* (Москва: Медиа-Пресс: 2011).
2. Н.Б. Шаховська, *Програмне та алгоритмічне забезпечення сховищ та просторів даних* (Львів: Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка»: 2010).

## Алгоритм BSP для кластеризації соціальних мереж

Шмалюк І.Ю., студентка

Черкаський національний університет ім. Богдана Хмельницького,  
м. Черкаси

Алгоритм кластеризації business system planning (BSP) запропонований компанією ІВМ. Цей алгоритм використовує об'єкти (бізнес-процеси) і зв'язки між об'єктами (класи даних) для проведення кластерного аналізу. Соціальні мережі також включають в себе об'єкти і зв'язки між цими об'єктами. Кластеризація в аналізі соціальних мереж вимагає угруповання об'єктів не тільки залежно від значення їх атрибутів, але також і в залежності від зв'язків між цими об'єктами. Соціальну мережу можна представити у вигляді орієнтованого графа. На рисунку 1 зображено приклад фрагменту соціальної мережі. Колом зображено об'єкти мережі. Стрілками зображено ребра графа, які позначають напрямлені зв'язки між об'єктами.

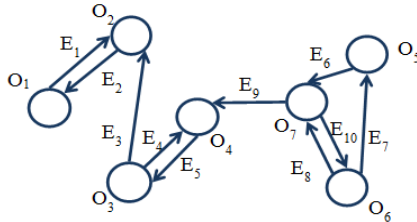


Рисунок 1 – Приклад фрагменту соціальної мережі.

Після застосування алгоритму утворилися кластери  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ . Кластер  $C_1$  містить два елементи, а саме  $O_1$  і  $O_2$ , кластер  $C_2$  –  $O_3$  і  $O_4$ , а кластер  $C_3$  –  $O_5$ ,  $O_6$ ,  $O_7$ . Зв'язки між кластерами відображаються у вигляді напрямлених зв'язків між вузлами  $O_3$  і  $O_2$ , а також між вузлами  $O_7$  і  $O_4$ .

Керівник: Бушин І.М., доцент

1. Charu C. Aggarwal, *Social Network Data Analytics* (Springer: 2011).

## Система класифікації текстів інтелектуального порталу знань

Юр'єв П.М., *аспірант*; Білоцерківець А.М., *студент*  
Сумський державний університет, м. Суми

Сучасні портали знань використовують багаторівневий комплекс алгоритмів глибинного аналізу текстової інформації, поданої природними мовами, та інформаційного синтезу класифікаторів або рубрикаторів з застосуванням ефективних інтелектуальних технологій. При цьому інтелектуальна складова може додаватися до практично кожного з існуючих алгоритмів автоматичного оброблення текстів, включаючи семантичний, лінгвістичний, лексикографічний, морфологічний, латентно-семантичний аналіз.

В роботі пропонується використання інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології для розроблення математичних моделей та алгоритмів оптимізації функціональних параметрів порталу, який навчається розпізнаванню тематичного розділу знань текстів, що аналізуються. При формуванні вхідного математичного опису портал знань оперує алфавітом класів розпізнавання  $\{X_m^o \mid m = \overline{1, M}\}$ , який характеризує  $M$  тематичних розділів знань, та навчальною матрицею типу «об'єкт-властивість»  $\|y_{m,i}^{(j)}\|$ ,  $i = \overline{1, N}$ ,  $j = \overline{1, n}$ , де  $N$ ,  $n$  – кількість ознак розпізнавання і реалізації текстів певного тематичного розділу відповідно. При цьому словник ознак розпізнавання для формується шляхом об'єднання множин ключових слів реалізацій текстів. На етапі навчання для апріорно класифікованого алфавіту класів  $\{X_m^o\}$ , що утворює нечітке розбиття  $\tilde{\mathfrak{R}}^{|M|}$ , було побудовано шляхом допустимих перетворень в бінарному субпарацептуальному дискретному просторі ознак оптимальне в інформаційному розумінні чітке розбиття  $\mathfrak{R}^{|M|}$  еквівалентності класів, яке визначає безпомилкові за  $\|y_{m,i}^{(j)}\|$  вирішальні правила для визначення тематичного розділу знань поточного тексту. При цьому як критерій оптимальності параметрів порталу знань використовувалися модифікації ентропійного критерію Шеннона та інформаційної міри Кульбака.

Керівник: Шелехов І.В., *доцент*

## Влияние параметров оптимального детектора Кенни на качество выделения границ яркости космоснимков

Никулин С.Л., профессор; Данишук Ю.В., студент  
ГВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепропетровск

Данные дистанционного зондирования, в частности материалы космических съёмок, активно используются в современной практике наук о Земле. Важным этапом обработки космоснимков является выделение контуров площадных объектов и осей линейных структур, проявляемых на снимках в виде границ яркости. Их выделение обычно выполняется при помощи алгоритма, называемого оптимальным детектором Кенни [1]. В результате его применения исходный снимок трансформируется в бинарную карту, где единицам соответствуют границы яркости.

Для своей работы оптимальный детектор требует предварительной установки значений нескольких параметров, в первую очередь, значений верхнего и нижнего порогов. На практике поиск этих значений производится эмпирически и требует значительных усилий. Целью работы является поиск значений параметров, которые дают наилучшие результаты.

В ходе экспериментов выполняется поиск таких величин, которые гарантируют следующие критерии качества выделения границ яркости: 1) чёткое выделение границ яркости, с минимальным количеством разрывов; 2) выделение основных границ, с достаточной протяжённостью и точностью.

В результате вычислительных экспериментов установлены значения порогов, одновременно удовлетворяющие двум вышеуказанным критериям качества.

Для нижнего порога показатель составил  $T_L = 0,55$ . Для верхнего порога –  $T_H = 0,8$ . Полученные данные рекомендуется использовать в качестве начальных при поиске значений порогов, оптимальных в каждом конкретном случае, что способно существенно сократить время, необходимое на обработку космических снимков при решении пространственных задач.

1. J.F. Canny, *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 8 No6, 679 (1986).



## **Потоковая модель многопутевой маршрутизации с поддержкой качества обслуживания и информационной безопасности в инфокоммуникационных сетях**

Еременко А.С., *доцент*

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
г. Харьков

Эффективность современных инфокоммуникационных сетей (ИКС), как правило, оценивается комплексно: с одной стороны по показателям качества обслуживания, а с другой по показателям информационной безопасности. При этом важно отметить, что на численные значения этих показателей воздействуют одни и те же факторы: топология сети, производительность сетевых узлов и каналов связи, параметры трафика и др. В этой связи актуальной представляется проблема, связанная с обеспечением заданных значений показателей качества обслуживания и информационной безопасности в ходе решения ключевых задач по управлению трафиком (маршрутизацию, маркировку пакетов, профилирование трафика, обслуживание очередей, резервирование ресурсов).

В данной работе предлагается потоковая модель многопутевой маршрутизации в инфокоммуникационной сети, представленная линейными алгебраическими уравнениями состояния ИКС. Новизна модели состоит в том, что с ее помощью удастся определить такой порядок маршрутизации потоков в сети, чтобы выполнялись требования одновременно и по показателям качества обслуживания (скорость передачи, средняя задержка пакета), и по показателям информационной безопасности (вероятность компрометации).

В отличие от ранее известных решений в области безопасной маршрутизации в рамках предлагаемого подхода рассчитываемые маршруты могут допускать как узловое, так и канальное пересечение. Это, в конечном итоге, позволяет значительно расширить область применения разработанной потоковой модели многопутевой маршрутизации в современных инфокоммуникационных сетях, а также способствует обеспечению более сбалансированного использования сетевых (буферных, канальных, вычислительных) ресурсов ИКС. Перспектива последующих исследований связана с переходом к нелинейным моделям, при использовании которых возможно контролировать дополнительно и уровень потерь пакетов.

## Система підтримки прийняття рішень аутентифікації за геометрію обличчя

Салюк О. С., *студент*

Житомирський військовий інститут радіоелектроніки  
ім. С.П. Корольова Державного університету телекомунікацій,  
м. Житомир

Зростання кількості інформаційних потоків, цінності інформації на підприємствах, підвищення рівня кіберзлочинності зумовлюють необхідність впровадження комплексних систем захисту інформації (КСЗІ). Для перевірки достовірності користувача за пред'явленим їм ідентифікатором в структурі КСЗІ передбачається підсистема аутентифікації користувачів. Така перевірка повинна виключати фальсифікацію користувачів в системі і їх компрометацію. В сучасних системах аутентифікація виконується за такими ознаками: особистий ідентифікатор; предмет, який має користувач; фізіологічними ознаками. Одним із найперспективніших методів аутентифікації перевірка за фізіологічними ознаками, перевагами якого є зменшення ймовірності несанкціонованого доступу і прискорення обробки інформації щодо надання прав доступу [1]. Однак, велика кількість підприємств не може використовувати спеціальну апаратуру для реалізації аутентифікації, тому метод, який ґрунтується на аналізі геометрії обличчя найбільш перспективним.

Розроблена система підтримки прийняття рішень реалізує допуск користувачів автоматизованої системи на основі аналізу показників геометрії обличчя, відображення інформації про доступ до приміщень. Програмний комплекс системи розроблений засобами MS SQL Server та інтегрованого середовища розробки MS Visual Studio. Впроваджена система на підприємстві забезпечить підвищення ефективності контролю доступу до приміщень підприємства.

Керівник: Молодецька К. В., *доцент*

1. В.І. Єсін, О.О. Кузнецов, Л.С. Сорока, *Безпека інформаційних систем і технологій* (Харків: 2013).

## **Інформаційна технологія підтримки прийняття рішень на основі системи «FTC» (Free Training Course)**

Товкус А.І., студент; Концевич В.Г., доцент  
Сумської державної академії, г. Суми

**Постановка проблеми і цілі дослідження.** В наше час автоматизація виробництва і методів роботи отримує всю більшу популярність. Впровадження передових інформаційних технологій в бізнес-діяльність підприємств і організацій коснулось практично всіх галузей діяльності людини.

При прийнятті управлінських рішень і прогнозуванні можливих результатів його реалізації, людина, приймаюча рішення, обов'язково повинна враховувати наявність складної системи взаємозалежних аналізованих вимог. Проведені дослідження стосуються питання організації тренінгових курсів показали, що не існує єдиної системи вибору тренінгових курсів і тренерів, а тим більше методів і технологій, що допомагають в прийнятті оптимального рішення в даній області.

**Постановка задачі.** Задачею дослідження є застосування методів аналізу ієрархій і розстановка вагових коефіцієнтів, визначення найбільш підходящого для користувача варіанта тренінгу і тренера при мінімальних витратах часу на пошук варіанта методами оптимізації вибору.

**Результати.** Було вибрано метод аналізу ієрархій описаний в роботі Т. Л. Саати, який дозволяє з допомогою дерева критеріїв і коефіцієнтів важливості визначити критеріальну цінність. Цінність даного методу полягає в декомпозиції проблеми вибору на більш прості складові і обробку суджень людини, приймаючого рішення. В результаті визначається відносна значимість досліджуваних альтернатив по всім критеріям, що знаходяться в ієрархії. Метод аналізу ієрархій містить процедуру синтезу пріоритетів, що обчислюються на основі суб'єктивних суджень експертів. Кількість суджень може вимірюватися дюжинами або навіть сотнями.

**Висновки.** Розроблена інформаційна технологія може бути застосована в різних організаціях і структурах неформального освіти України і інших країн.

## Інформаційна технологія підтримки прийняття рішень клієнта фотопослуг

Клюєв В.С. студент; Федотова Н.А., старший викладач  
Сумський державний університет, м. Суми

На сьогоднішній день системи підтримки прийняття рішень (СППР) є якісно новим рівнем автоматизації процесів у різних сферах людської діяльності. Вони дозволяють організувати інтелектуальну підтримку діяльності ОПР під час прийняття нею рішень для вирішення проблемних ситуацій, які характеризуються великою складністю, невизначеністю і структурованістю.

Об'єкт дослідження – інформатизована технологія для клієнта фотопослуг. Предмет дослідження – особливості запровадження технології підтримки прийняття рішень.

Основними критеріями якості інформаційних систем є:

1. Наявність кореляції якості програмного забезпечення.
2. Потенційна вигода застосування показника.

Для підтримки прийняття рішень за допомогою інформаційних технологій, включаючи аналіз і вироблення альтернатив, використовуються наступні методи: інформаційний пошук, інтелектуальний аналіз даних, вилучення (пошук) знань у базах даних, міркування на основі прецедентів, імітаційне моделювання, генетичні алгоритми, штучні нейронні мережі, методи штучного інтелекту.

При прийнятті рішень потрібно враховувати невизначеність експертної інформації, яка використовується.

Розроблено клієнтську систему обслуговування з елементами технологій підтримки прийняття рішень. Запровадження системи дозволить значно прискорити обробку замовлень та допоможе клієнтові визначитися з вибором категорії послуги.

1. В.Г. Тоценко, Реєстрація, зберігання і оброб. даних, **3** №4 102 (2001).
2. В.Г. Тоценко, *Методы и системы поддержки принятия решений. Алгоритмический аспект* (К.: Наук. думка: 2002).

## **Інформаційна система моніторингу якості навчального процесу у ВНЗ**

Аніщенко А.Ю., *студент*  
Сумський державний університет, м. Суми

Актуальність роботи полягає в необхідності удосконалення та автоматизації системи збору даних для забезпечення якості навчального процесу у ВНЗ з врахуванням вимог Закону України «Про вищу освіту» та сучасних тенденцій розвитку європейської освіти.

Науковою проблемою є розроблення моделі інформаційної системи, що врахує всі оптимальні критерії необхідні для повноцінного моніторингу освітнього рівня вищого навчального закладу.

У результаті аналізу предметної області – способів моніторингу якості навчального процесу, були визначені певні фактори, що зводяться до визначення успішності студента після закінчення ВНЗ та задоволеності роботодавця його рівнем кваліфікації та актори до числа яких входять студенти, випускники, роботодавці та завідуючий випускаючої кафедри.

В результаті проведеної роботи щодо контролю якості навчального процесу була розроблена інформаційна система моніторингу якості навчального процесу, яка реалізує функцію автоматизованого збору даних анкетування студентів, випускників, роботодавців та завідуючого кафедри. В основу інформаційної системи покладена змодельована структура системи моніторингу та гіпотеза, що при застосуванні інформаційної системи для контролю якості навчального процесу можна швидше й чіткіше виявити існуючі прогалини в освітньому процесі.

Керівник: Алексенко О.В., *доцент*

1. А.Н. Майоров, *Мониторинг в образовании* (Спб.: Образование-Культура: 1998).

## **СЕКЦІЯ 2**

### **«Прикладна інформатика»**

## Автоматизированный поиск запросов для оптимизации посредством материализованных представлений

Новохатская Е.А., *аспирант*

Одесский национальный политехнический университет, г. Одесса

Одной из актуальных задач при оптимизации работы СУБД посредством материализованных представлений (МП) является поиск запросов, результат которых может быть рассчитан на основе существующих МП.

Актуальность проблемы обосновывается тем, что во многих СУБД МП создаются вручную администратором согласно формальным требованиям к архитектуре ИС либо неформальным требованиям к ее производительности. Возникает проблема, какие запросы, поступающие в СУБД, потенциально могут быть оптимизированы на основании существующих МП.

Для решения данной проблемы необходимо проанализировать журнал транзакций СУБД и для каждого МП выделить группу запросов, результат которых может быть вычислен на основании заданного МП. Задача идентична анализу транзакций СУБД в поисках запросов-кандидатов на материализацию, с тем отличием, что запросы уже известны и требуется только сформировать группы вокруг них.

Нами предложена технология, автоматизирующая процесс анализа журнала транзакций СУБД для поиска запросов, которые могут быть оптимизированы на основании существующих МП.



Рисунок 1 – Поиск запросов для оптимизации на основании МП

Руководитель: Кунгурцев А.Б., *профессор*

1. Е.А. Новохатская, *Вестник СумГУ, «Техн. науки»* **3**, 82 (2011).

## Разработка программного продукта принятия решения по заданным критериям

Нештак А.О., студент; Четвериков С.Ф., ассистент  
Липецкий государственный технический университет, г. Липецк

При проведении лечебных процедур на рельефных участках тела используют тканезквивалентный фильтр (ТЭФ) для изменения и улучшения характеристик дозного распределения в тканях, благодаря чему уменьшается получаемая доза облучения для здоровых органов и процесс разрушения опухолевых участков становится более эффективным.

Задачей данного проекта является создание функционального программного продукта (ПП), который выбирает материал ТЭФ в зависимости от выбранных критериев, а также выводит рекомендации по нанесению ТЭФ на различные участки рабочей поверхности.

ПП обрабатывает данные по специальным, заранее известным алгоритмам, в качестве окончательного результата расчетов, генерируется протокол нанесения ТЭФ (рис. 1) по заданным критериям.

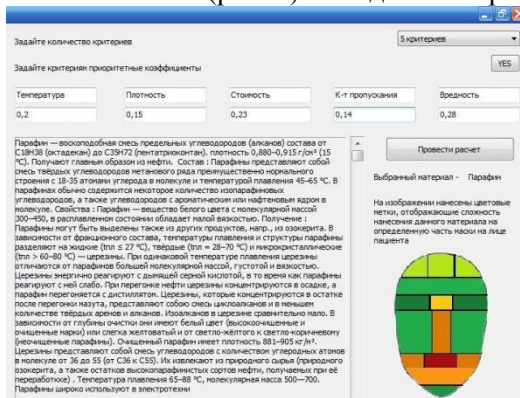


Рисунок 1 – Главная форма ПП

Создание ПП позволит уменьшить вероятность ошибок при создании и нанесении ТЭФ, облегчит и улучшит процесс проведения процедур в лучевой терапии.



## Система оперативного розпізнавання гладких сигналів при наявності імпульсної завади

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

Мета роботи – навчитися оперативно розпізнавати еталонний сигнал при наявності адитивної імпульсної завади. Імпульсний характер завади означає, що вона може з'явитися і знову зникати у випадкові моменти часу. Ставиться задача виявити фрагмент якої із еталонних функцій входить в сигнал по відомим в поточний момент часу  $t$  значенням сигналу  $y(t)$  та його першій похідній  $y'(t)$ .

Для розв'язання задачі пропонується використовувати функцію непропорційності по похідній 1-го порядку для числових функцій, які задані параметрично, так як умовою при постановці задачі вимагається розпізнавати еталонний сигнал оперативно, в поточний момент часу, що виключає можливість використовувати кореляційні методи тому, що вони потребують спостереження за сигналом, що аналізується, протягом певного часу. Крім того, кореляційні методи можуть давати неоднозначні результати, коли не можна точно вказати яка із еталонних функцій присутня в  $y(t)$ . Алгоритм розв'язання задачі почнеться з ініціалізації множини числових еталонних функцій і обмеження похідних. Задавши початкові значення часу будемо перебирати еталони. Для кожного еталону підбирати значення зсуву у часі і перевіряти умову:

$$\begin{aligned} @ d^{(1)} y(t) = 0 \\ f_j(t + \tau_i) \end{aligned} \quad (1)$$

де  $f_i(t + \tau_i)$  - один із еталонних сигналів, який треба розпізнати, а  $\tau_i$  - зсув у часі між  $f_i(t)$  та  $y(t)$ . Умова буде виконуватися при  $j = i$ . Це означає, що в  $y(t)$  входить  $i$ -та еталонна функція зі зсувом у часі  $\tau_i$ .

Керівник: Авраменко В.В., доцент

## Web-орієнтована інформаційна система сільськогосподарського підприємства

Гринчук І.Ю., *асистент*

Житомирський національний агроекологічний університет,  
м. Житомир

Для ефективного розвитку і функціонування підприємств аграрного сектору, реалізації виходу на зовнішні ринки необхідно застосувати передові інформаційні технології, що дозволяють виявити внутрішні резерви, залучити зовнішні вкладення, а також проводити реструктуризацію організаційних структур і виконувати реінжиніринг систем управління [1]. Інформаційні ресурси сільськогосподарського підприємства є одним з важливих елементів ведення сучасного господарювання, а процес забезпечення просування продукції на нових ринках засобами web-технологій і всесвітньої мережі Інтернет потребує додаткових досліджень. Впровадження web-орієнтованих інформаційних систем дозволить підвищити показники ефективності діяльності підприємства [1].

В результаті аналізу останніх досліджень і публікацій встановлено вимоги до інформаційних систем підприємств аграрного сектора: автоматизація інформаційних потоків; накопичення досвіду прийняття управлінських рішень; застосування комплексних математичних моделей; координація управлінських процесів; оперативність обробки інформації. Розроблена web-орієнтована інформаційна система реалізує такі функції: облік виробленої сільськогосподарської продукції; оформлення продажів і замовлень; управління запасами продукції; формування звітності [2]. Програмний комплекс реалізовано засобами СУБД MySQL з підтримкою транзакцій, веб-сервера Apache, інтерпретатора PHP. Впровадження системи на підприємстві забезпечить реалізацію принципів управління, закріплених в стандартах ISO 9000.

1. А.Л. Денисова, Н.В. Дюженкова, *Организация коммерческой деятельности: управление запасами* (Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2007).
2. Н.М. Лобанчикова, К.В. Молодецька, І.А. Пількевич, І.І. Сугоняк, *Основи побудови автоматизованих систем управління* (Житомир: ЖДУ ім. І. Франка, 2014).

## Багатофункціональний віртуальний тренажер для представлення логічного виразу у вигляді автомату

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

Важливим розділом дискретної математики для студентів комп'ютерних спеціальностей є теорія автоматів, апарат якої активно застосовується в системному програмуванні, наприклад, для реалізації прискореного обчислення значень логічного виразу. Алгоритм розв'язування задачі автоматизації обчислення значень логічного виразу ґрунтується на знаннях з алгебри логіки, теорії графів, теорії автоматів, при вивченні яких у студентів виникають труднощі. Тому для розробки електронного курсу дискретної математики для студентів дистанційної форми навчання в даному розділі використовуються всі можливі способи підвищення ефективності засвоєння матеріалу.

Одним з найбільш ефективних способів є інтерактивні засоби навчання, до яких відносяться тренажери різного типу: демонстраційні, навчальні, контролюючі. Розроблений багатофункціональний тренажер реалізує можливості всіх типів. Студент самостійно обирає той тип, який йому необхідно пройти для засвоєння теми. Демонстраційний тренажер наводить приклад розв'язування задачі. При роботі навчального тренажеру виконується автоматизований контроль кожного кроку розв'язування. Контролюючий тренажер перевіряє фінальний результат.

Комплексний тренажер реалізовано на основі мов програмування PHP, Javascript, CSS та HTML. На основі PHP саме і реалізовано проєкт. Javascript використано в елементі бази даних. CSS стилізує сторінки за визначеними параметрами. Мова HTML використовується для графічного оформлення проєкту. Результатом задачі є побудований автомат для прискореного обчислення логічного виразу, тобто логічний процесор.

Таким чином, робота з цим тренажером дає змогу студенту застосувати на практиці свої знання з декількох важливих розділів дискретної математики, а також продемонструвати взаємозв'язок між ними.

## Інтерактивне практичне завдання для дистанційного курсу “Дискретна математика” за темою “Дерева”

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

Дерева є одними з найпоширеніших структур даних в програмуванні. Вони з успіхом використовуються в задачах, де необхідно створювати, зберігати та модифікувати ієрархічні данні, проводити різноманітні операції над цими даними, наприклад, пошук чи видалення елементів. У дистанційному курсі “Дискретна математика” створений тренажер, який реалізує обхід дерев.

Існує декілька способів упорядкування вершин бінарного дерева, які базуються на використанні рекурсивних алгоритмів. Метою розробленого інтерактивного завдання є формування у студентів практичних навичок по роботі з бінарними деревами та закріплення теоретичного матеріалу за способами обходу. До структури тренажеру застосований комплексний підхід для забезпечення виконання ним демонстраційних, навчальних і контролюючих функцій. У режимі демонстрації студенту надається можливість спостерігати автоматичне виконання всіх способів обходу дерева. У навчальному режимі студент розв’язує задачу поетапно і на кожному кроці в разі помилки йому надається підказка, посилення на відповідний теоретичний матеріал і можливість звернення до викладача. Після проходження ознайомчого та навчального етапів студент опрацьовує контрольне завдання, результат виконання якого фіксується автоматично.

Для програмної реалізації тренажера були використані такі програмні засоби: HTML5, CSS3, JavaScript. За допомогою мови розмітки HTML створена структура самої веб-сторінки – її каркас та контент. CSS3 за допомогою різноманітних селекторів, класів та псевдокласів дозволив створити потрібну сітку, належне стильове оформлення, адаптивний дизайн та певні особливості інтерфейсу. Застосування функцій з параметрами у JavaScript дало змогу значно скоротити програмний код і підвищити ефективність виконання програми.

Використання розробленого тренажера сприяє формуванню навичок розв’язування практичних задач.

## Виявлення якості прогнозування в системі моніторингу локальних мереж

Сусіденко Ю.А., студент; Тиркусова Н.В, доцент  
Сумський державний університет, м. Суми

Постійний розвиток інформаційних технологій тягне за собою збільшення розмірів локальних мереж підприємств. Кожну хвилину в мережі генерується величезна кількість даних. По-перше, мережева інфраструктура складається з безлічі різних пристроїв. По-друге, на кожному з цих пристроїв функціонує велику кількість прикладних програм, також є джерелами даних. Зміна значень будь-якого з параметрів з часом утворює часовий ряд. Кожний з таких часових рядів відображає певну складову загального стану локальної мережі. Прикладом можуть служити обсяг трафіку, що проходить через порт комутатора, або завантаження центрального процесора комп'ютера протягом доби.

Ці данні можна використовувати і для прогнозування ефективності роботи мережі. З точки зору управління локальними мережами довгострокові прогнози не становлять практичного інтересу. Найбільшу практичну цінність представляють короткострокові прогнози, що враховують поточний стан мережі.

У даній роботі описано застосування інструментарію, що дозволяє здійснювати короткострокове прогнозування методом Хольта-Вінтерса в системах моніторингу локальних мереж. Недоліками даного методу є тривалий проміжок часу, необхідний для реакції системи на початковому етапі експлуатації, а також необхідність великого обсягу даних для побудови прогнозів. Дані обставини можуть послужити причиною невірної визначення збоїв системи. Для зниження ймовірності помилкових прогнозів використовується аналіз наявності автокореляції за допомогою власноруч написаних макросів. Моніторинг методом прогнозування можна використовувати для різних величин, які змінюються в часі з якоюсь прогнозованою циклічністю. Це забезпечує можливість впровадження даного методу не тільки в системі моніторингу, але й у системі забезпечення безпеки корпоративних мереж.

## **Методика оцінки впливу основних характеристик нерухомого майна на його вартість**

Яцура А.В., студент

Кременчуцький національний університет  
імені Михайла Остроградського, м. Кременчук

Використання порівняльного підходу в практиці оцінки, зокрема методу порівняння продажів, дає найбільш об'єктивну величину ринкової вартості для об'єктів, які регулярно продаються.

Одним з основних етапів оцінки нерухомості із застосуванням порівняльного підходу є етап внесення поправок в ціни об'єктів-аналогів. Для внесення поправок застосовуються, як правило, методи, які базуються на аналізі парних продажів, і експертні методи. Часто зазначені методи застосовуються в комбінації.

В основному, оцінювачі при підборі аналогів і внесення поправок керуються професійним досвідом та інтуїцією, тому досить перспективною представляється можливість застосування методів математичної статистики, зокрема, кореляційно-регресійного аналізу для підбору аналогів і розрахунку поправок в методі порівняння продажів з метою обґрунтування експертних висновків.

Розроблене програмне забезпечення «Appraiser Helper» на основі інформації про угоди купівлі-продажу дозволяє оцінити вплив основних характеристик нерухомого майна на його ринкову вартість з врахуванням локальних умов, що склалися на ринку нерухомості.

ПЗ «Appraiser Helper» функціонує під управлінням СУБД Microsoft Access. Програмне забезпечення успішно апробовано суб'єктом оціночної діяльності «Креміль-експерт» (м. Кременчук).

Ретроспективний аналіз на необхідну глибину з урахуванням тенденцій ринку нерухомості дозволяє отримати досить точні математичні моделі, а на їх основі строго обґрунтовані дані для прийняття експертних рішень в процесі оцінки нерухомості.

Керівник: Глухов Ю.П., доцент

## Архитектура программного модуля цифровой подписи файлов

Кирюхин А.С., *студент*

Херсонский государственный университет, г. Херсон

Целью настоящей работы являлась разработка архитектуры и написание программного модуля, который обеспечивал бы генерацию и проверку цифровой подписи для документов различных форматов. Архитектура подобного рода должна быть минималистской, но с возможностью расширения в будущем.

Существование алгоритмов асимметричного шифрования позволило создать средство проверки подлинности информации – электронную подпись, которая и является предметом работы. Электронная подпись - это набор символов, который прикрепляется к документу либо идёт отдельно от документа и позволяет получателю твёрдо удостовериться, что сообщение пришло от конкретного автора и не было изменено в ходе передачи.

Так как длина сообщения должна быть меньше длины закрытого ключа, подпись генерируется на основе хэша документа, который генерируется алгоритмом SHA1 либо любым другим, который удовлетворяет внешним требованиям: доступностью, надёжностью и скоростью хэширования.

Подпись хэша, а не самого документа, делает программный модуль универсальным по отношению к форматам файлов, а также позволяет подписывать файлы любого размера. Это выгодно отличается от варианта с ограниченным набором подписываемых форматов.

Программный модуль опирается на две базовые подпрограммы: генерацию подписи с помощью хэша подписываемого файла и закрытого ключа пользователя, а также проверку документа с помощью открытого ключа отправителя. Они могут быть написаны на любом языке программирования. Для упрощения внутренней архитектуры все криптографические операции выполняются с помощью фреймворка OpenSSL. На основе вышеописанных базовых функций систему можно расширять по необходимости.

В реальной работе пользование такой системой обеспечивает проверку подлинности электронных документов, что является обязательным условием при переходе на электронный документооборот на предприятиях.

## **Разработка ПК для автоматического расчета задач и уравнений в химии**

Данилов А.Д., студент

Херсонский государственный университет, г. Херсон

С каждым днем человек все больше использует компьютерные технологии. Так как их применение значительно сокращает количество ошибок и увеличивает скорость выполнения поставленных задач в любой сфере деятельности, химия не является исключением. Существование большого количества данных и правил, которые применяются в химии, делают процесс написания химической реакции, расстановки в ней коэффициентов и подсчет в ней величин, очень трудоемким и длительным. Также существует очень большая вероятность допущения ошибки на любом этапе.

Во время анализа интернет пространства не было найдено программного продукта, который полностью справлялся бы с поставленной задачей.

Это влечёт за собой разработку архитектуры и написание программного комплекса, задачей которого является автоматическое написание химического уравнения, используя введенные с расставленными в нем коэффициентами, объяснение правил которые использовались при написании химического уравнения, или объяснение почему введение вещества не могут взаимодействовать, подсчет массы, объема и количества молекул веществ в реакции. Также пользователь может узнать информацию о каждом химическом элементе, которое принимало участие в химической реакции. Вводимыми веществами являются химические элементы, а также химические соединения.

Таким образом, в результате использования программного продукта в реальной работе пользователь имеет существенную экономию времени, повышение продуктивности своей работы и значительное уменьшение вероятности ошибок. Данный программный продукт разработан при помощи, среды IntelliJ IDEA.



## Переваги інформаційної технології SaaS

Смоляров Г.А., доцент; Смоляров Ю.Г., старший викладач  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми

Однією з проблем управління є впровадження інформаційних систем (ІС). Сучасні програмні продукти дають можливість задовольнити вимоги більшості користувачів, перед якими стоїть проблема вибору. За останній час на ринку інформаційних технологій (ІТ) з'явилися новітні ІТ які мають ряд переваг. Однією з них є ІТ SaaS (Software as a service) при порівнянні його з офісним ліцензійним програмним забезпеченням (ПЗ).

Доказом переваги ІТ SaaS при порівнянні з класичним впровадженням ІС є розрахунок вартості витрати двох варіантів впровадження системи. Перший варіант - внутрішнє ліцензійне ПЗ на прикладі «ІС: Підприємство 8.0»; другий - інформаційне обслуговування на основі SaaS (Таблиця 1).

Таблиця 1 - Витрати на впровадження та використанням «ІС:Підприємство 8.0» та SaaS (в цінах 2013 року)

Види витрат	Ліцензійне ПО, грн.	SaaS (оренда), грн.
Ліцензія	5600	-
Впровадження	5000	1000
Оренда (12 місяць)	-	4800
Абонплата (12 місяць)		4800
Всього одноразових витрат	22600	1000
Всього помісячних витрат	2300	900
Разом	34900	12500

Дані наведені в таблиці 1 можуть відрізнитись в залежності від конфігурацій ПЗ, кількості ліцензійних автоматизованих робочих місць, рівня заробітної плати і т.д. Розрахунками наглядно доведено, що витрати при впровадженні і експлуатація ІТ SaaS для автоматизації рішення задач управління майже втричі менше ніж при класичному впровадженні ІС.

Застосування сучасних ІТ дозволяє значно підвищити ефективність при вирішенні задач інформаційного забезпечення управління.

## Комп'ютерне моделювання роботи підвіски приладного відсіку

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

Необхідно розробити алгоритм і комп'ютерну програму для моделювання перехідного процесу а також коливань системи віброгасіння при заданому довільному процесі, який визначає зовнішній вплив на приладовий відсік.

Робота системи віброгасіння описується диференціальним рівнянням:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + b \frac{dx}{dt} + cx = f_0(t), \quad (1)$$

де  $m$  – маса відсіку разом із приладами,  $b$  – коефіцієнт тертя, яке виникає у гідравлічному демпфері,  $c$  – коефіцієнт жорсткості.

Для отримання реакції системи гасіння коливань  $x(t)$  на зовнішній вплив  $f_0(t)$  необхідно розв'язати задачу Коші.

Вибір метода розв'язання задачі перехідного процесу, в принципі, можна отримати аналітично. Але реакцію об'єкта на зовнішній вплив у загальному випадку можна знайти лише чисельними методами. Тому для розв'язання задачі застосовується чисельний метод розв'язання задачі Коші – метод Рунге-Кутта 4-го порядку. Передбачається також контроль за відсутністю помилок при дослідженні реакції підвіски приладного відсіку на зовнішній вплив.

Розроблено алгоритм і комп'ютерну програму мовою для комп'ютерного моделювання роботи підвіски приладного відсіку в умовах, коли на нього діє вібрація. Робота програми перевірена на контрольних прикладах. Вона може бути використана для визначення параметрів існуючої системи амортизації або при її проектуванні.

Керівник: Авраменко В.В., *доцент*

## Визначення оптимальної моделі даних для систем управління інвентаризацією

Васильчук Б.А., студент; Панченко Б.Є., доцент;  
Фільченко Д.В., доцент; Любчак В.О., доцент  
Сумський державний університет, Суми

Системи управління інвентаризацією (Inventory Management) належать до типу програмних засобів, що забезпечують маніпуляції великою кількістю даних (трильйони записів). Для таких систем важливою є швидкість доступу до даних, яка залежить від схеми бази даних (БД).

Сучасні застосування – це системи реального часу, у котрих затримка між запитом та отриманням результату повинна бути теоретично мінімізованою. А модифікація схеми БД відбуватися мінімальним числом операцій.

Більш розповсюдженою моделлю даних є класична реляційна модель (РМД) [1]. Використовуються й інші моделі БД, створені з метою додавання нових сутностей без модифікації схеми БД. Прикладом є модель EAV (Entity–attribute–value model) та модель А. Тенцера [2]. Проте, за рахунок нестандартного способу доступу до даних, такі універсальні моделі даних значно уповільнюють доступ до інформації, що суперечить вимогам сучасних систем управління інвентаризацією.

У роботі виконано порівняльний аналіз класичної РМД та моделі А. Тенцера з метою визначення швидкості фільтрації даних, оцінки переваг, недоліків з точки зору модифікації БД та визначення оптимальних характеристик системи обробки даних.

З метою максимальної оптимізації швидкості доступу до даних, в процесі дослідження до уваги була взята не лише логічна схема БД, а й організація фізичного збереження даних.

Результати дослідження дозволяють дати рекомендації щодо доцільності використання однієї з досліджуваних моделей у системах управління інвентаризацією та визначити вплив фізичної організації даних на швидкодію системи.

1. E.F. Codd, *Communications of the ACM* **13** №6, 377 (1970).
2. А. Тенцер, *КомпьютерПресс* №8, 18 (2001).

## Оптимизация алгоритма сортировки вставками с использованием бинарного поиска

Марченко И.А., студент; Козлов З.В., студент;  
Петров С.А., старший преподаватель  
Сумской государственной университет, г. Сумы

Проблема разработки алгоритма сортировки с оптимальным временем работы существует со времени возникновения семейства этих алгоритмов. Уменьшение времени работы алгоритма стало главной целью множества исследователей данной области, так как время – это основной параметр, характеризующий быстродействие алгоритма сортировки. Исходя из этого, необходимо разработать модификацию алгоритма сортировки вставками с меньшей асимптотикой по времени и без существенного усложнения реализации.

Поиск позиции для вставки нового элемента в классическом алгоритме сортировки вставками занимает порядка  $O(N)$  операций, где  $N$  – количество элементов в массиве. При замене линейного поиска бинарным поиском данная асимптотика сокращается до  $O(\log N)$ . При этом самая трудоемкая часть алгоритма – перемещение элементов массива, требующая  $O(N)$  действий. При допустимой в работе гипотезе, что эту операцию возможно выполнить за  $O(1)$ , общую сложность алгоритма можно сократить до  $O(N \log N)$ .

Возможна реализация операции перемещения элементов массива за  $O(\log N)$  действий, в этом случае асимптотика всего алгоритма сортировки составит  $O(N \log^2 N)$ , что является значительно улучшенным результатом по сравнению с асимптотикой тривиального алгоритма сортировки вставками, которая составляет  $O(N^2)$ . Кроме того, при использовании структуры данных, позволяющей производить вставку элемента с асимптотикой  $O(\sqrt{N})$ , становится возможным получить существенный прирост во времени работы на больших объемах данных.

## **Навчання інформатики в економічному ВНЗ на основі компетентнісного підходу**

Головань М.С., *доцент*; Яценко В.В., *доцент*  
ДВНЗ “Українська академія банківської справи НБУ”, м. Суми

Успішність професійної діяльності сучасного економіста залежить від рівня його інформаційної культури, тому актуальною є проблема формування професійної компетентності фахівців взагалі, і компетентності у галузі інформатики зокрема.

Метою дослідження є розробка методичної системи навчання дисципліни "Інформатика" на засадах компетентнісного підходу.

Побудована модель методичної системи складається з цільового, змістового, процесуального, організаційно-управлінського і результатно-оцінного функціональних компонентів.

Структура моделі методичної системи навчання інформатики побудована в результаті: визначення переліку компетенцій, які повинні бути сформовані у процесі вивчення дисципліни “Інформатика” та переліку модулів навчальної дисципліни, які забезпечать їх формування; визначення обсягу кредитів для кожного модуля, залежно від його трудомісткості; конструювання навчальних модулів; з’ясування технологій формування компетенцій, проведення моніторингу навчального процесу і визначення рівня сформованості інформатичної компетентності студентів.

Перелік інформатичних компетенцій виділено на основі видів інформаційної діяльності майбутнього економіста, побудована таблиця відповідності між навчальними модулями та системою компетенцій, що формуються у результаті вивчення студентами даного модуля.

На основі компетентнісного підходу авторами розроблено методичне забезпечення процесу навчання інформатики: навчальний посібник у двох книгах, посібник для самостійного вивчення дисципліни, тематику та зміст лабораторних робіт, систему індивідуальних завдань для самостійної роботи, сайт для підтримки вивчення курсу інформатики, сформульовані організаційні, психолого-педагогічні та дидактичні умови ефективного функціонування методичної системи на всіх етапах її реалізації.

## Організація VoIP у корпоративній мережі за допомогою GNS3

Черненко С.О., *студент*  
Сумський державний університет, Суми

Телефонний зв'язок і голосове спілкування – це один з найшвидших способів передачі інформації у світі. Зараз практично не існує компаній, які б не користувалися можливостями IP-телефонії. На жаль, через високу вартість обладнання, не всі підприємства малого бізнесу зважуються впроваджувати цей вид зв'язку.

Рішенням проблеми високої вартості обладнання на початковому етапі може стати програмне забезпечення GNS3. Це безкоштовна програма з відкритим кодом, яка розроблена для симуляції складних комп'ютерних мереж. На відміну від інших програм симуляторів, вона за допомогою модулю Dynamips має можливість використовувати справжні образи маршрутизаторів Cisco. Таким чином, створюючи віртуальну мережу, звичайний комп'ютер перетворюється на справжній маршрутизатор, адже GNS3 дає змогу підключити створену мережу до реальної, використовуючи мережеву карту комп'ютера.

Для впровадження VoIP треба вибрати відповідний образ IOS з підтримкою IP-телефонії, наприклад, маршрутизатор Cisco 3745, та провести налаштування телефонного сервісу за допомогою команд CLI. Після цього, налаштований маршрутизатор можна підключити до фізичного мережевого порту комп'ютера за допомогою спеціального елемента «Cloud». З'єднавши даний комп'ютер з мережею офісу через Switch можна забезпечити функціонування VoIP не тільки в межах віртуальної мережі, а навіть в межах декількох віддалених офісів. Вказавши в налаштуваннях IP-телефонів або софтофонів адресу TFTP серверу – маршрутизатора в симуляторі GNS3, клієнтське обладнання отримає призначені йому телефонні номери.

Зв'язок між віддаленими офісами рекомендовано забезпечувати за допомогою GRE тунелю, який дозволяє інкапсулювати дані мережевого рівня моделі OSI в IP-пакети і передавати їх від вихідного інтерфейсу відправника до вхідного інтерфейсу одержувача. При цьому забезпечується безпека з'єднання і висока якість зв'язку.

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

## Організація шифрування даних при передачі в каналі зв'язку на прикладі GRE-тунелю в симуляторі GNS3

Бузова Г.В., *студент*  
Сумський державний університет, м. Суми

Програмна реалізація шифрування даних при передачі в каналі зв'язку була здійснена в симуляторі GNS3 на прикладі локальних мереж двох офісів, об'єднаних через транзитну мережу Інтернет.

Для забезпечення передачі даних у змодельованій мережі були надані IP адреси інтерфейсам маршрутизаторів та комп'ютерам. Для динамічної маршрутизації використовувався EIGRP. На кожній з ОС у віртуальних машинах був установлений клієнт-серверний чат, який працює за протоколом TCP/IP. Оскільки мережа була налаштована коректно, з'явилася можливість передачі текстової інформації між двома користувачами. Для перевірки роботи мережі клієнт з одного комп'ютеру відправив повідомлення іншому клієнту з тестовим повідомленням «mypasswordispassword».

Оскільки у даній схемі не було налаштоване шифрування, то відстежуючи трафік за допомогою програми WireShark можна було перехопити клієнтські повідомлення. Тому відфільтрувавши трафік за протоколом TCP, є змога побачити відправлений пакет з хоста 192.168.11.1 на хост 192.168.33.1, а також повідомлення користувача з текстом «mypasswordispassword».

Для запобігання відстеження даних були проведені додаткові налаштування мережі на граничних маршрутизаторах. А саме, був організований GRE-тунель між граничними роутерами (R1 та R3), та налаштовані параметри протоколу IPSec для шифрування даних.

Повторно відстежуючи трафік за допомогою програми WireShark було виявлено наступну різницю в клієнтських повідомленнях: адреси відправника та отримувача відображалися не як адреси хостів, а як адреси інтерфейсів маршрутизаторів 192.168.12.1 та 192.168.23.1 відповідно. Також по протоколу TCP вже неможливо відстежити дані, так як завдяки використанню протоколу IPSec, вони позначені як ESP. І найголовніше те, що тепер неможливо прочитати відправлене повідомлення. WireShark відображає лише деякі дані про те, що передані дані зашифровані.

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

## Автоматизація підготовки атестаційних матеріалів

Соболь А.В., студент; Ващенко С.М., старший викладач  
Сумський державний університет, м. Суми

Метою роботи є розробка інформаційної системи (ІС) «Організатор тестувань» для автоматизації підготовки тестових завдань в паперовому вигляді з навчальних дисциплін. Така ІС дозволить значно спростити та прискорити процес підготовки викладачами атестаційних матеріалів для проведення тестування.

За результатами аналізу аналогічних програмних засобів сформовано перелік вимог, яким повинна задовольняти ІС: зберігання питань у базі даних з їх розподілом по темах та рівнях складності; формування та зберігання варіантів тестів за вказаними темами; експорт варіантів у MS Word; формування «ключів» по варіантам з можливістю експорту у MS Excel.

Достатній рівень варіативності сформованих варіантів забезпечується використанням лінійного конгруентного методу, який було обрано за результатами проведеного дослідження.

Основа ІС складає база даних, яка буде зберігатися на сервері. База даних повинна зберігати дані про користувачів (викладачів), дисципліни, теми, питання, тести та сформовані варіанти.

З метою зменшення об'єму інформації, яка зберігається на сервері, тести та сформовані варіанти у базі даних зберігаються у вигляді зашифрованого рядка. При шифруванні використовуються великі та малі латинські літери, а також цифри.

Робота користувача проводиться в межах локальної мережі кафедри. Тому з метою забезпечення доступу до бази даних з будь-якого робочого місця вирішено розробити інформаційну систему на базі клієнт-серверної технології. В якості сервера зберігання бази даних обрано MySQL Server. Користувач працює з клієнтською частиною, яка обмінюється даними з сервером. Основні програмні модулі реалізують всі функціональні вимоги, які були поставлені до розробленої ІС.

Використання розробленої ІС викладачами дозволяє значно економити час при підготовці до атестаційних заходів, а саме при формуванні варіантів завдань, у порівнянні з «ручним» формуванням.



## Distributed Computerized Educational Systems Investigations

Tuz V.V., *Ph. D.*, Bazilo K.V., *Ph. D.*, Tuz Y.M., *Master of linguistics*  
Cherkasy State Technological University, Cherkasy

The learning process can be interpreted as the management of knowledge mastering. This process is actualized in a closed system and (as any closed management system) is characterized by the aim of management (Fig. 1).

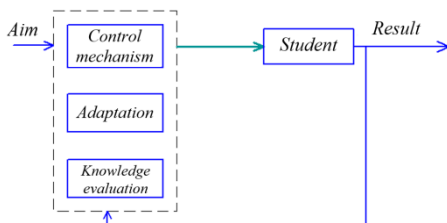


Figure 1 – Generalized scheme of the learning process

Recently investigations and development of computerized educational systems have been conducting all over the world. Present study is dedicated to investigating the distributed computerized educational systems, which can be used in educational establishments for students' knowledge quality ratings. Problem of the distributed computerized educational systems (DCES) has been considered in the study. Due to computer networks and telecommunication technologies present development, the computerized educational systems (CES) have been permitted to reach new standards enabling people to advance in skills, to study on distance and to study self-working. Practical value of the obtained investigation results lies in founding a subsystem of knowledge control in DCES: data exchange between the DCES core and additional software has been investigated; knowledgebase for implementing various knowledge control management procedures has been created. Thus DCES – is a functioning software system in the computer network, designed for building and exploiting educational systems, and enabling to improve the training level within computerized educational systems.

1. В.П. Беспалько, *Педагогика и прогрессивные технологии обучения*. (Москва: Изд-во Ин-та профессионального образования: 1995).

## Онлайн-довідник ймовірностей

Шовкопляс О.А., *старший викладач*; Маслова З.І., *доцент*;  
Челядін Д.О., *студент*  
Сумський державний університет, м. Суми

Студенти факультету електроніки та інформаційних технологій починають знайомство з теорією ймовірностей та математичною статистикою на першому курсі, коли ще два роки тому ця дисципліна вивчалась на третьому курсі. Зміна місця навчальної дисципліни у структурно-логічній схемі вимагає перегляду підходів до забезпечення системності навчання.

Скорочення аудиторних годин при незмінній кількості загального вмісту навчального матеріалу приводить до збільшення навантаження як на студента, так і на викладача. Застосування інформаційних технологій дозволяє більш ефективно організувати аудиторну та самостійну роботу студентів, підвищити мотивацію студентів до навчання.

Метою даної роботи є створення онлайн-ресурсу, на якому користувач зможе отримувати інформацію про певні статистичні дані, ймовірності настання подій, які зустрічаються у різних сферах людської діяльності: катастрофи (ймовірність попасти в авіакатастрофу становить  $8 \cdot 10^{-7}$ ); спорт, дозвілля, ігри (ймовірність вдалого стрибка з парашутом дорівнює 0,9997); медичні (ймовірність народження близнюків – 0,015, успішного лікування раку на ранніх стадіях захворювання – більше 0,9); побутові (ймовірність купити справну електричну лампочку дорівнює 0,9995) тощо.

Для розвитку веб-сайту створений форум, який дозволяє користувачам пропонувати корисні цікаві факти, що сприяє пошуку потрібної інформації та формуванню статистичної бази даних.

Інтерактивний, яскравий, “живий” ресурс реалізований з використанням мов розмітки HTML5 та CSS3. За допомогою HTML5 створені структура сайту, розмітка та деякі частини форматування тексту, класи та блоки. CSS3 – головний інструмент у форматуванні тексту, помічник у розмітці та створенні сітки.

Подальший розвиток проекту передбачає не лише наповнення ресурсу інформаційним та довідковим контентом, а й створення онлайн-калькулятора для обчислення прикладних задач теорії ймовірностей.

## Проектування екстер'єру та інтер'єру сучасного будинку та його візуалізація можливостями рендера V-Ray та mental ray

Понамарьова К.І., студент; Криводід Л.В., студент  
Сумський державний університет, м. Суми

Сьогодні, існує велике розмаїття проектних організацій, що надають свої послуги для моделювання зовнішнього вигляду вашого будинку та його екстер'єру. Але ці послуги дуже дорогі і клієнт, найчастіше, не може чітко сформулювати, який саме вигляд будинку він бажає мати. Тому досягнення кінцевого результату, який буде задовольняти замовника, може зайняти дуже багато часу. Щоб заощадити час та кошти, можна самому спроектувати дизайн кімнат та екстер'єр свого будинку. Знання з дисципліни «Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка» дозволяють нам самостійно виконувати моделювання будинку. Сучасні потужні комп'ютерні програми дозволяють швидко та якісно створити власний будинок саме таким, яким ви його бачите.

В моделюванні важливе місце займає реалістичне освітлення. Налаштування освітлення сцени передбачає створення в ній джерел світла та визначення їх положення і параметрів, що вимагає високої кваліфікації, обізнаності в даній темі та наявності досвіду. Правильно підібране освітлення є одним з найбільш істотних чинників забезпечення реалізму сцени при її візуалізації.

В роботах було створено архітектурний проект екстер'єру та інтер'єру будинку з сучасним улаштуванням кімнат. Було виконано візуалізацію створених об'єктів можливостями V-Ray та mental ray, а також стандартним візуалізатором 3ds Max. Були розглянуті налаштування світла методом трикутника та вивчено класичну модель освітлення Блінна–Фонга в 3dsMax. Модель освітлення дозволяє визначати, де знаходиться передбачуване місце розташування спостерігача: нескінченно далеко або локально по відношенню до сцени. Після візуалізації отримані зображення мали певні недоліки (нереалістичні тіні, ненатуральні відблиски). Позбутися цих недоліків вдалося реалізуючи освітлення в OpenGL на платформі Visual Studio C++.

Керівник: Скаковська А.М., старший викладач

## Подбор оптимального wavelet-пакета для восстановления после зашумления аудиозаписи человеческой речи

Рудаков А.Н., аспирант; Крыжевич Л.С., доцент;  
Ковалев В.Г., доцент  
Курский государственный университет, г. Курск

Для определения качества удаления помех, на которое влияет выбор wavelet-функции, воспользуемся предложенной в работе [2] оценкой СКО и соотношением сигнал/шум:

$$\sigma = \sqrt{W^{-1} \cdot \sum_{i=1}^W (x_i - x'_i)^2}; S/N = 20 \lg \left( \frac{|x_{\max} - x_{\min}|}{\sigma} \right); \quad (1)$$

где  $i$  - номер отсчета в сигнале,  $x_i$  - исходные сигнал,  $x'_i$  - сигнал после восстановления,  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$ , - максимальное и минимальное значения сигнала,  $W$  - объем данных,  $\sigma$  - среднее квадратическое отклонение.

Таблица 1 – Соотношение сигнал/шум для восстановленного после зашумления звукового сигнала, при помощью различных wavelet-функций

Wavelet-функции	Соотношение сигнал/шум	Wavelet-функции	Соотношение сигнал/шум
Haar	153,28	Coiflet-2	163,07
Dobeshi-1	156,78	Coiflet-3	149,76
Dobeshi-4	169,05	Simplet-3	141,86
Dobeshi-5	146,73	DFM	148,13
Coiflet-1	174,75	BCW-2.2	160,21

Синтетическое применение энтропии Шеннона с wavelet-пакетным преобразованием Coiflet-1 значительно уменьшает воздействие помех и шумов.

1. Л.С. Крыжевич, *Информационные системы: Теория и практика* (Курск: КГУ: 2013).

## Геоінформаційна система інформованості пожежних підрозділів

Лобанчикова Н.М., *доцент*; Малахов Д.Ю., *студент*

Житомирський державний технологічний університет, м. Житомир

Пожежі несуть значні матеріальні збитки та можуть завдати шкоди здоров'ю та життю людей. В таких випадках оперативність дій пожежних є досить вагомою. Основна їх задача – це мінімізація часу на локалізацію і гасіння пожежі та її наслідків. Картографічні матеріали, що наявні в підрозділах, зазвичай неповні, в значній мірі застаріли і не відповідають дійсності. Інформованість підрозділів на під'їздах до місця пожежі щодо наявних під'їздів, комунікацій, архітектурних особливостей будівлі, ймовірної кількості осіб в зоні пожежі можуть визначити злагодженість дій підрозділів та оптимізувати їх роботу. Все це обумовлює необхідність створення мобільної інформаційної технології для оперативного інформування пожежних підрозділів під час їх руху до місця займання – систему підтримки прийняття рішень служби МНС при пожежогасінні.

До складу пропонованої системи входить геоінформаційна система для відображення інформації. Вона являє собою багатопланову електронну карту міста та атрибутивну базу даних будинків, комунікацій з урахуванням всіх виконаних будівельних робіт. Електронні карти мають спільну картографічну проекцію та єдину систему координат, завдяки чому виконується точна просторова прив'язка будинків та доріг. Таким чином електронна карта містить всю необхідну інформацію для прийняття виважених рішень по під'їзду пожежної бригади та правильного їх розміщення, місця виходів всіх комунікацій та щитів відключень, плани будівель та наявність запасних виходів. Крім того, СППР завдяки наявності в своєму складі бази знань спроможна оцінити ситуацію по вхідним параметрам та спрогнозувати розвиток пожежі по внесеним сценаріям. Фахівцям пожежної служби пропонується зручний механізм не тільки для інформування, а й для накопичення даних, ведення історії пожеж з прив'язкою до дати та поверху.

Вважаємо, що такого роду системи автоматизують обробку інформації пожежними підрозділами, підвищують рівень їх інформованості, злагодженості та оперативності, що в свою чергу може врятувати чийсь життя.

## **Розробка дистанційного курсу для дисципліни «Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка»**

Жук Є.В., *студент*  
Сумський державний університет, м. Суми

Сьогодні, в час високих швидкостей, коли у більшості людей немає вільного часу для освіти, дистанційний варіант отримання знання і набуття професійних навичок є чи ненайкращим та зручним. Так відвідування лекцій, практичних та лабораторних занять не стає необхідністю. І головне не виникає питання: «як поєднати роботу та навчання?».

Дистанційне навчання – це такий вид навчання, при якому студенти навчаються самостійно, попередньо отримавши навчально-методичний матеріал, програмне забезпечення та рекомендації викладача.

Дистанційні технології навчання можна розглядати як природню еволюцію традиційної для нас освіти від дошки та крейди в запарошеній аудиторії до монітору чи екрану сучасного девайсу в комфортній кімнаті.

Розробка дистанційного курсу з дисципліни «Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка» була зумовлена тим, що на даному етапі розвитку комп'ютерних наук є велика необхідність у якісному відображенні процесів та речей, що оточують нас чи є об'єктами досліджень. Курс розподілений за темами, що вміщують в собі лекції, практичні та лабораторні завдання, а також тести різного рівня складності. Це дозволяє вивчаючому зрозуміти принципи роботи програмного забезпечення не лише теоретично, а й спробувати відтворити це все на практиці. Тести мають різні рівні складності, починаючи від однієї правильної відповіді до доповнення цілих речень чи термінів. Це підвищує точність і ефективність оцінювання студента на відстані.

Керівник: Скаковська А.М., *старший викладач*

1. А.Н. Романов, В.С. Торопцов, Д.Б. Григорович, *Технологія дистанційного навчання* 304 ст., (Юніті-Дана: 2000).

## Динамічна модель регіонального розвитку та пошук алгоритмів її управління

Міщенко П.М., *аспірант*  
Сумський державний університет, м. Суми

Інтелектуальні системи прийняття рішень, при застосуванні їх до задач економічного спрямування, зіштовхуються з рядом труднощів. Причиною цього є складність побудови математичної моделі економічної системи, адже треба враховувати, що суб'єкт економічного життя прагне одночасно слідувати і внутрішнім і зовнішнім цілям, а регіональна економіка є динамічною системою, що взаємодіє з зовнішнім економічним середовищем.

В якості показників макроекономічної системи регіону приймається обсяг виробленої продукції  $Y$ , вартість основних виробничих фондів (виробничого капіталу)  $K$  і людського капіталу  $H$ , обсяг інвестицій  $I$  та  $J$  у виробничий і людський капітал відповідно, обсяг споживання  $C$  і доходи регіонального бюджету  $D$ . Відповідний паспорт невідомих задачі має вигляд  $(Y, K, H, I, J, C, D)$ . Виробничу функцію представлено у вигляді:  $Y = F(K, H) = AK^{\alpha} H^{\beta}$ .

Представлена модель може бути вирішена за допомогою генетичних алгоритмів із застосуванням симплекс-методу. Це дозволить визначити оптимальні об'єми зовнішніх інвестицій, дотацій, субвенцій та їх розподіл, враховуючи показники зовнішнього боргу та відрахувань до державного бюджету.

Керівник: Шаповалов С.П., *доцент*

1. А.В. Кетова *Построение стратегии оптимального управления экономической системой на макроуровне. Фундаментальные исследования №9 (2007).*
2. В.В. Подиновский *Парето-оптимальные решения многокритериальных задач (Москва: Наука: 1982).*

## Впровадження FLASH-тренажерів в процес інтерактивного навчання

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

Сучасний етап інформатизації суспільства переніс процес навчання фактично в комп'ютерно-орієнтоване середовищі, тому інструментарій 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. Цей інструментарій ефективний для створення інформаційних продуктів під Flash Platform, а також працює з іншими інструментами: Adobe Flex Builder, Flash Development Tool. Одним з переваг Adobe Flash є те, що цю технологію підтримують майже всі операційні системи і він використовує мову програмування [ActionScript](#).

Метою розробки була активізація процесу навчання за дисципліною «Теорія алгоритмів та математична логіка» шляхом впровадження в курс Flash-тренажерів. При їх створенні та реалізації обговорювався сценарій тренажеру, визначалися компоненти Flash, які потрібні для його реалізації. Наприклад, реалізація алгоритмічної моделі машини Тюрінга. В сценарії відзначено, що повинно бути: покрокове виконання програми; відображення строки та пересування зчитуючого пристрою; 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; допомога викладача - при необхідності є можливість задати запитання по даній темі; демонстраційна версія тренажеру.

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



## Актуальность разработки автоматизированного фитнес-инструктора

Гладышева М.М., *доцент*; Филатова Е.А., *студент*  
ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический уни-  
верситет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск

На сегодняшний день компьютерные технологии также преуспели в своем развитии и заняли неотъемлемое место в современном мире. Постоянное совершенствование компьютерных технологий в различных сферах человеческой деятельности открывает для людей новые возможности при ее осуществлении.

Автоматизированный фитнес-инструктор представляет собой функциональную автоматизированную систему для составления программы индивидуальных тренировок на основе средств автоматизации и повышения уровня спортивной подготовки женщин посредством достижения ими поставленных целей в ходе занятий спортом [1].

Для разработки автоматизированного фитнес-инструктора должны быть решены следующие задачи: изучение основ физической культуры; анализ индивидуальных особенностей и показателей здоровья человека; анализ и сравнение спортивных направлений для выбора наиболее востребованных; анализ влияния различных стилей питания на здоровый образ жизни; анализ упражнений на различные группы мышц для выбора наиболее эффективных; рассмотрение аспектов ведения личного дневника тренировок и питания; разработка алгоритмов по составлению оптимальных программ питания и тренировок для женщин разного возраста; проектирование базы данных по составлению меню и комплекса упражнений; разработка пользовательского интерфейса.

Создание автоматизированного фитнес-инструктора для женщин позволит каждой из них вести здоровый образ жизни, придерживаясь эффективного плана тренировок и питания без дополнительных материальных затрат.

1. Е.А. Цайтлер, Е.А. Филатова, Д.Я. Арефьева, А.Я. Арефьева, *Сборники научных трудов Sworld* 34 №4, 94 (2014).

## Верификация свойств безопасности протокола SSL

Борхаленко В.А., аспирант  
НИУ «МЭИ», г. Москва

Наиболее полная трактовка свойств безопасности протоколов описана в документах международной организации Internet Engineering Task Force [1]. Некоторые из данных свойств (G1, G7, G12, G15, G16, G20) были формализованы с помощью логики LTL [2] и верифицированы на формальной модели протокола SSL, созданной с помощью средства SPIN, функционирующей в среде с нарушителем, описываемой расширенной моделью Долева-Яо [2]. Приведем трассы, ведущие к нарушению свойств: G15 - ограниченная защищенность от атак типа «отказ в обслуживании», G16 - инвариантность отправителя и G20 - безопасное временное свойство. Свойство G20, в данной работе, утверждает, что всегда после отправки сервером сообщения в SSL-сеансе когда-нибудь в будущем клиент получит это сообщение.

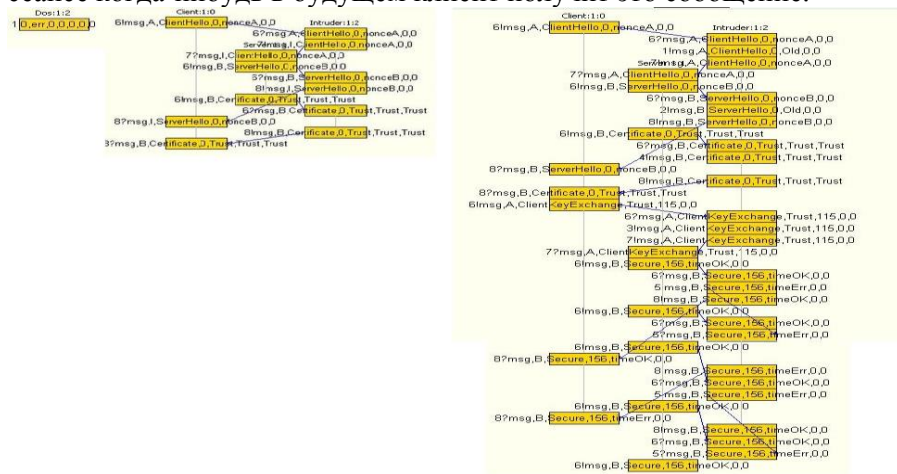


Рисунок 1 – Трассы, ведущие к нарушению свойств G15, G16, G20.

1. А.В. Черемушкин, *Криптографические протоколы: основные свойства и уязвимости* (Москва: Академия: 2009).
2. В.А. Борхаленко, *Естеств. и мат. науки в соврем. мире*, No25, 65 (2015).

## Синонимизация на лету тестовых заданий для компьютерного тестирования с использованием TShell

Лазурик В.В.<sup>1</sup>, инженер первой категории;

Лазурик В.М.<sup>2</sup>, старший преподаватель

<sup>1</sup> Институт радиофизики и электроники имени А.Я. Усикова  
НАН Украины, г. Харьков,

<sup>2</sup> Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина,  
г. Харьков

Педагогические измерения в настоящее время активно используют информационные технологии, в частности, широкое применение находят компьютерные методы оценки знаний.

В Харьковском национальном университете имени В.Н. Каразина разработано программное обеспечение TShell, которое используется для оперативного проведения контроля знаний студентов [1]. TShell обеспечивает возможность формирования для каждого тестируемого уникального набора тестовых заданий (тестовой батареи), как подмножества заданий, содержащихся в базе данных дисциплины. При этом задания в тестовую батарею извлекаются из базы случайным образом, варианты ответов для закрытой формы задания перемешиваются. Одинаковая сложность формируемых тестовых батарей обеспечивается специальными алгоритмами.

В работе предложен метод синонимизации формулировок тестовых заданий. При использовании его, любое задание, извлеченное из базы данных, в каждой тестовой батарее будет иметь отличающуюся формулировку задания, не совпадающую также и с базовой. Синонимизация позволяет существенно повысить уникальность набора тестовых заданий, предоставляемых каждому тестируемому, и усложняет формализованный поиск правильных ответов задания.

Синонимайзер, который на лету производит рерайт формулировки задания, реализован как модуль пакета TShell с использованием скриптовых языков Java Script и PHP. В процессе подготовки и формирования базы тестовых заданий дисциплины должны быть определены ключевые слова для замены и словарь их синонимов.

1. В.В. Лазурик, В.М. Лазурик, *Труды науч.-техн. конф. с межд. участием* (Харьков: 2012).

## Модель оцінки ризиків погроз для СППР із виявлення та попередження надзвичайних ситуацій

Лобанчикова Н.М., доцент; Михалко В.І.; магістрант  
Житомирський державний технологічний університет, м. Житомир

Метою розробки моделі оцінки ризиків погроз є формування бази знань для роботи СППР з виявлення та попередження надзвичайних ситуацій на території особливо-важливих об'єктів (надалі СППР НС). Виявлення суб'єктів погроз ґрунтується на виявленні девіантної поведінки осіб у загальній зоні території спостереження. Результат визначення рівня небезпеки суб'єктів погроз виникнення НС на території спостереження можна представити у вигляді (1):

$$\begin{aligned} Q_1 &= (W_1) \wedge (\neg W_2); \quad Q_4 = \bigwedge_{i=1}^2 (W_i) \wedge \left[ (W_7) \wedge \left( \bigvee_{m=9}^{10} (W_m) \right) \right]; \\ Q_2 &= \left[ \bigwedge_{i=1}^2 (W_i) \wedge \left( \bigvee_{k=3}^4 (W_k) \right) \right] \vee \left[ \bigwedge_{i=1}^2 (W_i) \wedge \left[ (W_5) \wedge \left( \bigvee_{n=8}^9 (W_n) \right) \right] \right]; \\ Q_3 &= \bigwedge_{i=1}^2 (W_i) \wedge \left[ ((W_5) \wedge (W_{10})) \vee (W_6) \vee ((W_7) \wedge (W_8)) \right]; \quad Q_5 = \neg W_1, \end{aligned} \quad (1)$$

де  $W_1, W_2, \dots, W_\lambda$  – набір характеристик суб'єктів погроз. Дана модель покладена в основу алгоритму прийняття рішень щодо реагування на НС в СППР, що проєктується.

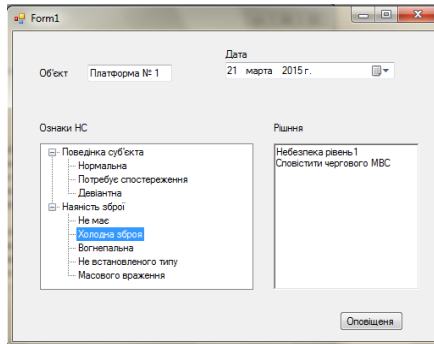


Рисунок 1 – Інтерфейс СППР НС.

Головною метою функціонування системи є підвищення якості та точності прийняття управлінських рішень оператора служби безпеки щодо виявлення НС, визначення рівня небезпеки суб'єкту погроз, зменшення часу на прийняття управлінського рішення, сповіщення відповідних структур, реакції на протиправні дії суб'єктом погроз.

## **СЕКЦІЯ 3**

### **«Інформаційні технології проектування»**

## **Проектування безпеки інформаційних систем, що використовують chatsync-технології**

Бойко М.В.

НДЕКЦ при УМВС України в Сумській області, м. Суми

Skype – безкоштовне програмне забезпечення з закритим кодом, що дозволяє своїм користувачам обмінюватися текстовими, голосовими повідомленнями, робити відеодзвінки між комп'ютерами та дзвінки на стаціонарні та мобільні телефони. Станом на 2014 рік Skype мав понад 8 млн. користувачів з України. Спілкування через Skype носить анонімний характер – кожен користувач самостійно визначає, які дані будуть відкритими для загального доступу. Також невідомим є місце, звідки співбесідник веде розмову.

Об'єктом дослідження є проблема визначення IP-адрес користувача Skype та його контактів шляхом дослідження chatsync-файлів вищезазначеного програмного забезпечення.

Предметом дослідження є аналіз лог-файлів Skype.

Методика, використана в роботі, базується на пошуку загальних тенденцій і принципів формування файлів chatsync при різних вхідних даних. Для досягнення сформульованої мети був проведений ряд експериментів з наперед відомою інформацією про співрозмовників.

Достовірність отриманих результатів забезпечується строгістю постановок завдань і використуваних математичних методів. Проте враховуючи той факт, що код Skype закритий, не є документований і може змінюватися розробниками, то одержані результати не є вичерпними та в кожному конкретному випадку потребують індивідуального підходу.

Практичне значення отриманих результатів полягає в можливості встановлення за chatsync-файлами Skype як внутрішніх, так і зовнішніх IP-адрес користувача Skype та його співрозмовників у різні моменти часу.

1. A. Brand, H. Baier, M. Massoth, *Hochschule Darmstadt University of Applied Science*, 119 p. (2011)/
2. E. Casey, *Handbook of digital forensics and investigations* (Elsevier Academic Press: 2010).

## Параллельное масштабирование изображений в технологии **mapreduce hadoop**

Темирбекова Ж.Е.<sup>1</sup>, *преподаватель*; Меренбаев Ж.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Казахский Национальный Университет им. Аль-Фараби, г. Алматы;

<sup>2</sup> ДОО АО Банк ВТБ Казахстан, г. Алматы

Цифровая обработка изображений находит широкое применение практически во всех областях промышленности. Часто её использование позволяет выйти на качественно новый технологический уровень производства. При этом наиболее сложными являются вопросы, связанные с автоматическим извлечением информации из изображения и ее интерпретацией, являющейся основой для принятия решений в процессе управления производственными процессами.

В данной работе в ходе исследования механизма масштабирования изображений был выбран алгоритм бикубической интерполяции [1], для реализации которого был разработан метод параллельной реализации вычислений. Алгоритм делится на этапы, которые определяются рамками технологии MapReduce. Результаты экспериментальных исследований показывают, что применение предлагаемого алгоритма позволяет осуществлять масштабируемость изображений, и при этом существенно сокращает время вычислений за счет изменения числа узлов интерполяции.

Конфигурирование инфраструктуры MapReduce Hadoop [2] проводилось под управлением Linux Ubuntu 11.10. Для стандартного программного пакета Hadoop была определена рабочая локализация (/usr/local) и права оперативного доступа (hadoop-master\$ sudo chmod 777 - Rhadoop). Для полноценной работы пакета Hadoop выстроены конфигурационные файлы, определены IP адреса и имена всех узлов распределенной системы. Выполнение задачи кластеризации было распределено на 6 вычислительных узлов. Для визуализации результатов разработан специальный графический интерфейс в среде Eclipse.

1. К.С. Маркелов, *Инженерный Вестник* №3, NoFC77-51036, 525 (2013).
2. Чак Лэм, *Hadoop in work* (М.: DMK Press: 2012).

## **Использование приоритетной системы массового обслуживания при разработке информационной системы поддержки интернет-провайдера**

Саенко О.А., студент; Парфененко Ю.В., ассистент  
Сумской государственной университет, г. Сумы

Для поддержки деятельности интернет-провайдера была разработана информационная система, которая реализует функции учета клиентов, создания и обработки заявки на их обслуживание, а также формирование отчетности [1]. Основным объектом информационной системы поддержки интернет-провайдера является заявка. При обработке заявок возникает задача оценки срочности и сложности их выполнения, а также распределения их между исполнителями в зависимости от значений этих двух параметров.

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью повышения скорости обработки заявок. Проведенный анализ процесса обработки заявки показал, что заявки поступают непрерывным потоком, поэтому предложена реализация системы учета заявок как системы массового обслуживания (СМО). Был проведен анализ существующих СМО и выбран тип СМО с ожиданием (с абсолютным приоритетом). В такой СМО заявка с более высоким приоритетом в момент поступления на обработку может прервать процесс обслуживания заявки с более низким приоритетом [2]. Таким образом, можно организовать процесс обработки заявки с учетом приоритета ее выполнения. Разработана модель, на основе которой проведена реализация подсистемы обработки заявок как СМО с абсолютным приоритетом, что позволяет решить проблему оценки приоритета заявок и их дальнейшего распределения между исполнителями. Предложенная подсистема внедрена в информационную систему поддержки деятельности интернет-провайдера.

1. Ю.В. Парфененко, О.А. Саенко, *Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні системи і технології»*, 101 (2014).
2. С.В. Кокорин, *Имитационная модель приоритетной многоканальной системы массового обслуживания* (СПб.: Санкт-Петербург: 2009).



## Оцінка функціонального стану оператора системи «студент-комп'ютер»

Кривомаз Д.О.<sup>1</sup>, студент; Лавров Є.А.<sup>1</sup>, професор;  
Барченко Н.Л.<sup>2</sup>, асистент

<sup>1</sup> Сумський державний університет, м. Суми;

<sup>2</sup> Сумський національний аграрний університет, м. Суми

**Введення.** Розвиток втоми та інших станів, негативно позначаються на якості прийнятих рішень оператором, призводить до зрушення функціонального стану (ФС). Використання клавіатурного почерку для визначення ФС дає можливість позбавитися від застосування додаткових пристроїв, що значно знижує витрати на розробку, впровадження та експлуатацію таких систем.

**Постановка задачі.** Розробка підсистеми визначення ФС оператора навчальної системи «студент-комп'ютер» [1] та підвищення ефективності діяльності оператора за рахунок мінімізації виконання дії в стані втоми.

Розроблювана підсистема повинна реалізовувати такі функції:

- Прийом тестової інформації;
- Формування вихідної інформації про ФС оператора;
- Оцінка та передача даних про ФС оператора програмному агенту.

**Результати.** Дослідження проводились за методикою російського вченого Абашина В.Г. [2]. Експериментальні дані підтверджують теоретичні положення, відносно взаємозв'язку розвитку втоми операторів автоматизованого робочого місця і розвитку гальмування моторних функцій, а також можливість визначення функціонального стану оператора системи «студент-комп'ютер» на основі даних клавіатурного почерку. Результати будуть використанні в системі ергономічного забезпечення електронного навчання [1].

1. Е.А. Лавров, Н.Л. Барченко, *Бионика интеллекта* **2**, 81 (2013).
2. В.Г. Абашин, *Информационные системы и технологии* **5**, 67 (2011).

## **Агентна технологія управління об'єктами альтернативної енергетики**

Богаčov А.С., студент; Бондар О.В., доцент;  
Шендрік В.В., доцент; Шуліма О.В., аспірант  
Сумський державний університет, м. Суми

Наявність в електричній системі декількох відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) збільшує кількість шляхів виробництва електроенергії. Однак, поєднання різних ВДЕ висуває додаткові вимоги щодо способу та часу їх взаємодії. Знайти оптимальну схему їх роботи допомагає використання інформаційних технологій.

Метою даного дослідження є підвищення ефективності рішень щодо управління альтернативними джерелами енергії шляхом розроблення інформаційно-аналітичної системи, що забезпечує підтримку прийняття управлінських рішень в умовах невизначеності.

Пропонується будувати систему на базі архітектури з використанням програмних агентів «three-tier». Це дозволить представити в оптимальному вигляді результати користувачу (перший рівень), реалізувати логіку на другому рівні та зберігати дані в базах даних (БД) на третьому. Кожний рівень використовує різні інструменти для виконання завдань. Також такий принцип дозволить користувачеві мати доступ до системи в будь-який час з будь-якого місця. У даній роботі було вирішено реалізувати передачу даних між рівнями за допомогою агентів. Цей процес є актуальним внаслідок наявності великої кількості розрізної інформації та декількох підсистем в системі, адже побудова, дослідження моделі, формування та представлення звітності реалізується за допомогою чотирьох різних механізмів. Агент — автономна програма, яка автоматично виконує конкретні задачі з моніторингу комп'ютерних систем і збору інформації. Розробка всіх агентів може бути паралельною, тому що результати написання агентів не залежать один від одного, як і їх робота: вони можуть збирати, сортувати та розмішувати інформацію в БД, виводити її клієнтам незалежно один від одного. Перевагою такого підходу є те, що агент не запускається безпосередньо для виконання завдання, а активізується самостійно, що дозволить підвищити ефективність та оперативність управління об'єктами альтернативної енергетики.

## **Розроблення віртуального середовища для отримання навичок моделювання даних**

Дідоренко А.І., *студент*  
Сумський державний університет, м. Суми

Впровадження комп'ютерних технологій в усі сфери людської діяльності привело до встановлення нових критеріїв підготовки високопрофесійних фахівців. Як наслідок, старі методики і засоби навчання поступово витісняються прогресивнішими методами із застосуванням високих інформаційних технологій.

В час бурхливого розвитку комп'ютерних технологій усе більш актуальною задачею є розробка і використання в навчальному процесі електронних навчальних систем, а зокрема віртуальних середовищ. Використання електронних засобів навчання особливо ефективно в дистанційному навчанні та для людей із спеціальними потребами в освіті.

Віртуальний тренажер розроблено для дисципліни основи баз даних та присвячений темі: «Моделювання даних». Віртуальний тренажер розроблений у програмі Adobe Flash CS6 Professional при використанні мови Action Script 3.0. Він буде розміщений на сайті Сумського державного університету у розділі, що присвячений дистанційному навчанню.

Тренажер призначений для формування у студентів практичних навичок концептуального та логічного моделювання баз даних в процесі послідовного закріплення теоретичного матеріалу із подальшим виконанням практичного завдання. В рамках тренажеру реалізована можливість самоперевірки шляхом повернення результату виконання етапів моделювання з використанням візуальної диференціації відповідей.

При створенні тренажера використані знання, отримані протягом вивчення спеціалізованих дисциплін «Організація баз даних та знань», «Технології автоматизації обробки інформації», та «Системи автоматизованого проектування комп'ютерних інформаційних систем». Використання інформаційних технологій у навчанні відіграє важливу роль в забезпеченні високого рівня освіти та підвищення якості отримуваних результатів.

Керівник: Марченко А.В., *доцент*

## **Інтерактивне електронне технічне керівництво «Робота з генератором передач та з'єднань у Autodesk Inventor»**

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

Autodesk Inventor Professional (AIP) – відома потужна система автоматизованого тривимірного твердотілого та поверхневого проектування, яка призначена для створення цифрових прототипів промислових виробів. Вміле та систематичне використання повного комплексу її інструментів значно прискорює процес створення нових зразків промислових об'єктів. Тому задача підвищення наочності і надання всебічного висвітлення можливостей інструментарію AIP при організації ефективного процесу навчання є вкрай актуальною.

Одним з засобів вирішення цієї задачі являється розробка спеціалізованих комп'ютерних тренажерів, які надають можливість опанувати функціонал САПР за допомогою комплексу відеоуроків, підказок та довідкового матеріалу – інтерактивного електронного технічного керівництва (ІЕТК). В рамках підготовки бакалаврської дипломної роботи створено ІЕТК за розділами «Майстер проектування», «Генератор передач» та «Генератор з'єднань» продукту AIP – 2011 курсу дисципліні «Геометричне моделювання в САПР».

ІЕТК у середовищі AIP – 2011 – це структурований комплекс взаємопов'язаних довідкових технічних матеріалів, які призначений для надання довідкової та описової інформації шляхом демонстрацій та коментувань процесу вирішення та вибору варіантів вирішення певних технічних завдань, надання розширених теоретичних відомостей з використання опцій «генераторів» розрахунків та побудови моделей.

ІЕТК охоплює теоретико-практичний матеріал з проектування балок та валів, зубчатих конічних, циліндричних та черв'ячних передач, цепних та ремінних передач, опор кочення, різьбових з'єднань та з'єднань вал-маточина.

Отриманий продукт дозволяє на інтуїтивному рівні дати спеціальні навички про створення типових вузлів об'єктів машинобудування і прискорити прийняття слухачами системи AIP в практику проектування.

## Інформаційна система формування траєкторії підготовки фахівця з інформаційних технологій проектування

Гуріна О.О., студент  
Сумський державний університет, м. Суми

Актуальність роботи зумовлена необхідністю допомоги студентам зручно та ефективно формувати індивідуальну навчальну програму, яка забезпечить виконання освітньої програми підготовки із врахуванням особистісних схильностей студента відповідно до вимог нового закону про вищу освіту, що передбачає вільну траєкторію підготовки, де 25% обсягу відводиться на вибір студента.

Науковою проблемою є розроблення підходу, який дозволить врахувати всі необхідні умови, характеристики спеціальності та обмеження при формуванні навчальної програми та забезпечить вимоги стандартів ECTS для підготовки бакалавра в Україні.

У результаті аналізу предметної області – планування навчального процесу при нелінійній кредитно-модульній системі освіти – були виділені конкретні умови та обмеження системи, що зводяться до визначення переліку навчальних дисциплін, їх обсягу, передумов для їх вивчення, граничних обсягів навантаження студентів (загального, аудиторного, тижневого, семестрового та річного).

В результаті роботи для забезпечення підтримки прийняття студентом рішення щодо вибору дисциплін для вивчення, розроблена інформаційна система, яка реалізує функцію виведення набору можливих дисциплін по заданій структурі навчального плану і обраному напрямі підготовки. В основу інформаційної системи покладено алгоритм формування оптимальної послідовності дисциплін, що задовольняють критерії системи, який розроблений на основі теорії графів.

Керівник: Алексенко О.В., доцент

1. А.В. Исаев, Я.С. Кошечкин, А.Г. Кравец, *Известия волгоградского государственного технического университета* **6**, 8 (2010)
2. М.Ф. Степко, Я.Я. Болубаш, В.Д. Шинкарук, В.В. Грубінко, *Вища освіта України і Болонський процес* (Тернопіль: Навчальна книга - Богдан: 2004).

## Development of Intelligent Systems for Elements of Man'S Wardrobe Choosing

Barybina A.J., *student*  
Sumy State University, Sumy

**Introduction.** Technology of online – atelier has become a trend for modern wardrobe formation recently. Survey findings reveal main target audience of online atelier is well – off men at the ages from 30 to 45 that have no time and no desire to visit both shops and atelier.

**Problem definition.** To develop intelligent system for online atelier with set of rules for making accessories selection easier. This system should take into account event, personal factor, appearance.

**Results.** System of rules in the form of knowledge base was developed. This data base is oriented towards clothes selection and size and other parameters definition. Example of logical inference system for problem situation (bowtie selection) is shown on figure 1.

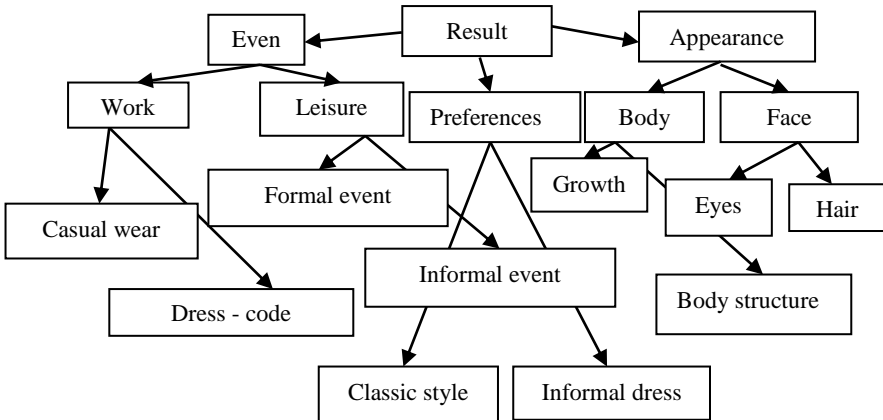


Figure 1 – Conceptual schema of bowtie selection

**Conclusion.** Account of customers' individuality and their wishes could be carried out by means of electronic expert system implementation "Clothes selection".

Research supervisor: E.A. Lavrov, *professor*

## Дослідження бізнес-процесів створення інтерактивного електронного технічного керівництва

Зимогляд Б.І., студент; Федотова Н.А., старший викладач  
Сумський державний університет, м. Суми

В сучасних умовах розвитку інформаційних технологій назріла необхідність проведення комп'ютеризації у сучасній сфері навчання, тобто зведення більшості учбово-методичної літератури в інтерактивний вид. Однією із форм представлення матеріалу є інтерактивні електронні технічні керівництва (ІЕТК).

ІЕТК має в своїй основі структурований комплекс пов'язаних між собою технічних даних, який призначений задля представлення інтерактивної довідкової та описової інформації щодо експлуатації того чи іншого продукту.

В процесі реалізації проекту створення ІЕТК виконано SWOT аналіз, описано функціональні та нефункціональні вимоги до продукту, виконано планування структури робіт та часу, побудована діаграма Ганта з відображенням критичного шляху реалізації проекту а також проведено структурно-функціональне моделювання, описання бізнес-процесів і бізнес-правил за допомогою сімейства нотацій IDEF.

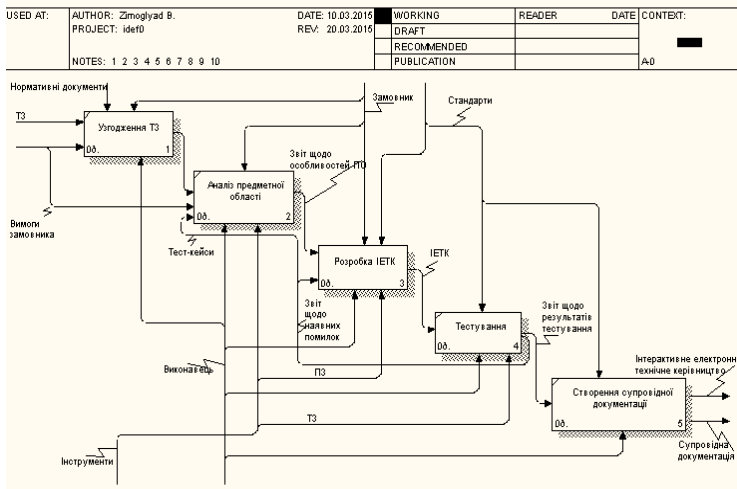


Рисунок 1 – Перший рівень декомпозиції процесу створення ІЕТК

Аналіз бізнес-процесів являє собою один із найбільш ефективних способів збільшення ефективності розробки проекту, адже має на меті реорганізацію основних підходів до організації планування.

У сукупності із графічним описанням бізнес-процесів за допомогою методологій IDEF0 та IDEF3 маємо можливість ієрархічно представити етапи створення продукту. Декомпозиція етапів дає можливість точніше розкрити сутність робіт.

На першому рівні декомпозиції ми відобразили функціональні блоки з основними роботами, що виконуються при розробці проекту. В нашому випадку їх п'ять: узгодження ТЗ; аналіз предметної області; розробка ІЕТК; тестування; створення супровідної документації.

До кожного з блоків з чотирьох сторін під'єднуються, так звані, інтерфейсні дуги (або стрілки), якими відображають елементи системи, що впливають на роботу, відображену у функціональному блоці. Розміщення стрілки вказує на її тип.

Зліва розміщені дуги із вхідними елементами для роботи (наприклад, «Вимоги замовника»), зправа – вихідні («Звіт, щодо особливостей ПЗ», «ІЕТК» тощо), зверху та знизу – керуючі інструменти системи («ТЗ», «ПЗ», «Виконавець» та інші). Для кращого сприйняття послідовності виконуваних дій при розробці проекту, функціональні блоки у графічному представленні мають вигляд низхідної діаграми.

#### Висновок.

Якісне описання бізнес-процесів створення ІЕТК дає можливість перейти до етапу техніко-економічного дослідження. Отриману інформацію можна використати для критичної оцінки на основі альтернативних варіантів рішень технічних, економічних, комерційних та інших передумов для створення проекту, та перейти на етап програмного виконання і впровадження керівництва для використання.

1. Современные информационные технологии в образовании [Электронный ресурс] // С.А. Зайцева, В.В. Иванов. Режим доступа: <http://sgpu2004.narod.ru/infotek/infotek2.htm>.
2. Д.С. Кулябов, А.В. Королькова, *Введение в формальные методы описания бизнес-процессов Учебное пособие* (Москва: РУДН: 2008).



## Параметрическое моделирование теплообменника с помощью интеллектуального языка программирования iLogic

Наружный Д.В., студент  
Сумской государственной университет, г. Сумы

Рассмотрена возможность применения языка интеллектуального проектирования iLogic, как инструмента разработки оцифрованных прототипов пластинчато-ребристых теплообменников (ПРТ) на основе логических правил, под которыми понимается заданная пользователем последовательность действий по разработке твердотельной модели ПРТ, автоматически выполняемая при адекватно заданных входных условиях.

Алгоритм построения состоит из этапов:

– Создается эскиз (профиль) для трехмерной операции. На эскиз накладываются необходимые параметрические связи.

– На эскизе задаются размеры, которые обозначаются как переменные (им присваиваются имена) и задаются зависимости других размеров от этих переменных в виде формул.

– Производится булева операция (например, «выдавливание»), а значение атрибутов операции служит параметром (например, величина «выдавливания»).

– При создании сборки взаимное положение компонентов сборки задается путем указаний сопряжений между ними.

В результате внедрения предложенного алгоритма была создана информационная модель проектируемого ПРТ, позволяющая исследовать пути оптимизации технологии проектирования и изготовления новых образцов теплообменников.

По результатам работы по согласованию с дирекцией AutoDesk в странах СНГ готовится издание методологического материала в рамках академического курса «Геометрическое моделирование в САПР».

Научный руководитель: Концевич В.Г., *доцент*

1. В.Н. Радзиевский, Г.В. Кирик, А.М. Лавренко, А.М. Котов, *Теплообменные аппараты компрессорных установок: Исследования, конструкция, технология* (Сумы : Слобожанщина: 2007).
2. В.Г. Концевич, Д.В. Наружный, *КЭМ* 2, 36 (2014).

## **Пошук ефективного способу компенсації «сортової невизначеності» вимірювань дієлькометричними вологомірами з використанням тестових методів**

Голуб К.Ю., аспірант; Заболотний О.В., доцент  
Національний аерокосмічний університет  
ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», м. Харків

Одним з найбільш поширених методів визначення вологості сільськогосподарської продукції є дієлькометричний метод. Однак, поряд з численними перевагами даного методу, слід відзначити і його основний недолік – наявність «сортової невизначеності», яка обумовлена залежністю вологості від діелектричної проникності (сорту) речовини. Одним з найбільш перспективних напрямків вирішення даної проблеми бачиться використання тестового підходу.

З метою вибору найбільш ефективного способу, що дозволяє компенсувати основну складову невизначеності даних вологомірів – «сортову невизначеність», проведено порівняльний аналіз існуючих тестових методів підвищення точності дієлькометричних вологомірів. В якості інформаційної бази використані патенти (SU 1265571 A1, SU 1332216 A1, SU 1423952 A1, UA 104201 C2) та стаття [1] з даної тематики. Авторами детально розглянуто кожен з обраних способів, отримані розрахункові значення вологості за наведеними в джерелах виразами із застосуванням повної формули Вінера, що найбільш точно описує залежність вологості речовини від її діелектричної проникності.

В результаті аналізу отриманих значень виявлено спосіб, що дозволяє в достатній мірі компенсувати «сортову невизначеність» вимірювань дієлькометричними вологомірами. Визначено основні недоліки способу – відсутність збіжності результатів з дійсними значеннями вологості і труднощі його реалізації. Таким чином, даний спосіб не може бути використаний повною мірою при визначенні вологості речовин, і питання забезпечення інваріантності вимірювань з використанням тестових методів не можна вважати вичерпаним.

1. К.Ю. Голуб, О.В. Заболотний, М.Д. Кошовий, *Вісник НТУ «КПІ»* No45, 7 (2013).

## Особливості реалізації графічного конвеєру при візуалізації тривимірних моделей приміщень університету

Войцеховський Я.С., студент; Зубко В.С., студент;  
Баранова І.В., доцент  
Сумський державний університет, м. Суми

В більшості систем комп'ютерної графіки застосовується графічний конвеєр – логічна група послідовно виконуваних обчислень (етапів), які в результаті дають синтезовану сцену на екрані комп'ютера. Серед основних – етапи геометричних перетворень та візуалізації. Результат виконання кожного з цих етапів впливає на кінцевий вигляд синтезованої сцени, тому їх коректне завершення є необхідною умовою отримання якісного зображення.

Для рекламного ролику Інтернет-сторінки факультету ЕлІТ за допомогою засобів продукту «3ds Max» були побудовані полігональні моделі приміщень при розробці віртуальних екскурсій кафедрами факультету. Коректність побудови моделей на стадії геометричних перетворень перевірялася інструментами роботи з топологією об'єктів.

Під час візуалізації сцен, за звичай, виникають проблеми, що пов'язані з обмеженням часу рендеренгу сцен візуалізації та з нестачею оперативної пам'яті і перевантаженням процесору. Розподілена візуалізація сцен в цьому випадку не може бути реалізована через низьку пропускну здатність локальної мережі, тому час побудови візуалізації можливо скоротити лише зменшуючи кількість полігонів моделей, що є неприйнятним, бо веде до погіршення якості зображень.

Для розв'язання зазначених проблем та збереження прийнятної якості зображень в конвеєр були додані такі етапи:

- проведення оптимізації моделей за допомогою вбудованих засобів програмного забезпечення, що дало можливість зменшити кількість полігонів у сцені з 227 до 33,7 млн. без значного погіршення результату;
- візуалізації кожної сцени здійснювалися на декількох комп'ютерах одночасно, шляхом рендерингу певного діапазону кадрів.

В результаті оптимізації моделей було отримано сцену, яка візуалізується удвічі швидше та не потребує значних об'ємів пам'яті.

## Розробка сучасної web-орієнтованої інформаційної системи благодійної організації

Ушаков Є.В., студент; Баранова І.В., доцент  
Сумський державний університет, м. Суми

У нинішніх умовах розповсюдження Інтернету важко знайти установу соціальної сфери, яка б не мала власного сайту. Найчастіше такі сайти розроблені за допомогою безкоштовних систем керування контентом (CMS) з відкритим кодом. Якість розміщення контенту на них низька, не враховує потреби користувачів, та через відкритість кодів не гарантує безпеку роботи. Тому створення якісної та безпечної web-орієнтованої інформаційної системи (ІС) є актуальною задачею.

Для підвищення якості контенту сучасні ІС повинні спиратися на семантику предметної області (бути онтологічно орієнтованими). Особливо це важливо для ІС організації, що опікується людьми з обмеженими можливостями, надає їм адаптовану інформацію з урахуванням їх рівня сприйняття. В рамках виконання європейського проекту міжнародною організацією «Ініціатива поліпшення Веб-доступу» були розроблені спеціальні стандарти викладення інформації для її легкого читання та розуміння.

Згідно цих стандартів сайт, що розроблюється, такої благодійної організації простий для читання та розуміння особам з інтелектуальною недостатністю. На сайті, не міститься спливаючих вікон, громіздких малюнків, програм, що сповільнюють роботу сайту, анімації та складних посилань. Розроблені чітка і зрозуміла панель навігації, великі та чіткі позначки для зміни розміру тексту. Текст сторінок розміщується на одному екрані, щоб користувачі не прокручували сторінку для ознайомлення з усією інформацією. Домашня сторінка чітко відображає тематику сайту.

На сайті розміщується європейський символ спрощеної мови. Також код сайту містить мета-тег «спрощена мова» («easy-to-read») для полегшення пошуку в Інтернеті через пошукові системи.



Розроблена структура сайту, необхідні класи та модулі дозволяють реалізувати власну CMS, яка враховує предметну направленість контенту сайту, вимоги спеціальних стандартів та підвищує безпеку роботи сайту.

## Моделювання інформаційної системи "Інформаційний пакет СумДУ"

Лугова А.О., *студент*  
Сумський державний університет, м. Суми

Офіційне визнання навчання та дипломів вищого навчального закладу закордоном є необхідною умовою для створення відкритого Європейського навчального простору, що допоможе студентам та викладачам працювати та навчатися за кордоном без перешкод. Усі ключові елементи системи навчання та оцінювання занесенні в один з основних документів ECTS – інформаційний пакет (ІП).

ІП представляє собою комплект інформаційних матеріалів про ВНЗ для абітурієнтів, студентів, викладачів та роботодавців і забезпечує студентам можливість вибору навчальних програм та підтримує індивідуально-орієнтований навчальний процес.

Інформаційний пакет містить в собі:

- загальні відомості про ВНЗ;
- інформацію для абітурієнтів та студентам щодо особливостей організації навчального процесу та можливостей навчання;
- дані про навчальні програми та курси, їх обсяг, зміст і структуру.

Метою даної роботи є моделювання інформаційної системи (ІС) «Інформаційний пакет СумДУ». Для реалізації ІС, були вирішенні такі задачі:

- проведено аналіз предметної області та визначено вимоги до реалізації ІП;
- спроектовано модель інформаційного пакету із використанням засобів UML;
- розроблено макет інтерфейсу веб-системи;
- обрано методи реалізації ІП, як веб-системи.

Розроблена модель є основою для подальшого розроблення ІС «Інформаційний пакет СумДУ», яка дозволить забезпечити абітурієнтів та студентів, як СумДУ, так і інших ВНЗ, інформацією щодо програми навчання, можливості самореалізації, допоможе вийти на міжнародний рівень, повисити свою мотивацію до навчання.

Керівник: Алексенко О.В., *доцент*

## **Підтримка прийняття рішень при управлінні режимами теплозабезпечення об'єктів соціально бюджетної сфери на основі нечіткої логіки**

Бондаренко А.О., студент; Парфененко Ю.В., асистент;  
Неня В.Г., доцент  
Сумський державний університет, м. Суми

Вирішення задачі підвищення ефективності використання теплової енергії закладами соціально-бюджетної сфери потребує аналітичної обробки інформації з урахуванням невизначеностей факторів впливу на споживання теплової енергії шляхом розроблення та використання експертних систем підтримки прийняття рішень [1]. Дане дослідження присвячено розробленню моделі нечіткого логічного виведення рішення при управлінні режимами теплозабезпечення будівель соціально-бюджетної сфери. Вхідними лінгвістичними змінними моделі є фактичне та прогнозоване значення споживання теплової енергії будівлю закладу соціально-бюджетної сфери. Вихідною лінгвістичною змінною є значення регулюючого параметру, що забезпечують зміну встановленого режиму на необхідний.

На основі даних проведеного експертного опитування визначено терми лінгвістичних змінних та функції належності кожної лінгвістичної змінної до термів, сформовано базу знань. Функціонування системи підтримки прийняття рішень на основі розробленої моделі починається з фазіфікації, тобто перетворення чітких вхідних змінних на нечіткі шляхом визначення ступеня відповідності входів кожній із нечітких множин. Нечітке логічне виведення рішення, що полягає у перетворенні значень вхідних лінгвістичних змінних у вихідні на основі побудованої бази нечітких продукційних правил, реалізовано за алгоритмом Мамдані. Для перетворення виведеної нечіткої лінгвістичної змінної регулюючого параметру до точного значення використовується механізм дефазіфікації за методом середнього центру. Застосування запропонованої системи підтримки прийняття рішень дозволить підвищити енергоефективність закладів соціально-бюджетної сфери.

1. Ю.В Парфененко, В.Г. Нєня, А.О. Бондаренко, *Технологічний аудит та резерви виробництва*, №1/2(21), 8 (2015).

## **Адаптація навчальних матеріалів з дисципліни «ТСПП» для дистанційної освіти E-learning**

Супрун В.О., *студент*  
Сумський державний університет, м. Суми

Протягом останніх трьох десятиліть використання сучасних технічних засобів стало глобальним явищем освітньої та інформаційної культури, яке змінило підхід до освіти в багатьох країнах світу і призвело до широкого запровадження дистанційної форми навчання. Дистанційна освіта забезпечує високий рівень доступності якісної освіти для різних категорій осіб.

Дистанційне навчання має відмінну від очної форми організаційну структуру, бо переорієнтовує навчальний процес на інтенсифікацію самонавчання із використанням створених викладачем навчально-методичних матеріалів завдяки використанню сучасних інформаційно-телекомунікаційних технологій. Тому для запровадження навчальних матеріалів очної форми навчання необхідна модифікація як структури курсу, так і форми подання методичних матеріалів.

Метою даної роботи є створення інтерактивного електронного технічного керівництва (ІЕТК) з дисципліни «Технології створення програмних продуктів» засобами системи *lectur.ED*.

ІЕТК представляє в собі набір лекцій з яких студенти будуть вивчати необхідний для них матеріал, практичні завдання, для удосконалення набутих знань, завдання для дискусій та різномірні тести для контролю та самоконтролю рівня засвоєння матеріалу на кожному етапі навчання.

Для вирішення поставленої мети вирішені наступні задачі;

- проведений аналіз предметної області щодо структури навчальної дисципліни, методів та інструментів розроблення дистанційного курсу;
- визначена структура ІЕТК, форми представлення навчальних матеріалів та методика контролю знань;
- реалізована ІЕТК у системі E-learning та створені тести для оцінювання знань;

Розроблений курс можна застосовувати у системі дистанційної освіти СумДУ та для активізації самостійної роботи студентів денної форми навчання.

Керівник: Алексенко О.В., *доцент*

## Розроблення інформаційної технології забезпечення якості навчального процесу

Лаврінченко Ю.В., студент

Сумський державний університет, м. Суми

Сьогодні в Україні запроваджуються європейські принципи організації навчального процесу, що призвело до потреби корінної реформи вищої освіти. Ці зміни реалізуються за рахунок впровадження нових методів і технологій в навчальний процес, тому гостро постає проблема забезпечення якості освіти. Основою системи забезпечення якості навчання має бути інформаційна технологія (ІТ). Для створення ІТ була сформована модель процесів методичної роботи (рис.1).

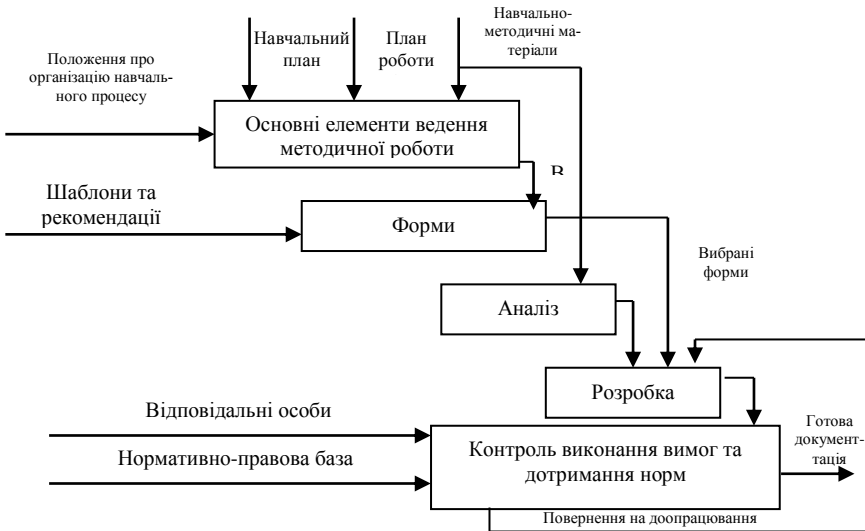


Рисунок 1 – Модель ведення процесів методичної роботи

Впровадження ІТ, реалізованої в веб-орієнтованій інформаційній системі дозволить покращити якість навчального процесу за рахунок забезпечення постійного доступу до науково-методичного забезпечення та можливості об'єктивної оцінки її стану.

Керівник: Алексенко О.В., доцент



## Подход к оптимизации распределения вызовов на техническое обслуживание оборудования видеонаблюдения и сигнализации

Пасько Н.Б.<sup>1</sup>, *старший преподаватель*; Бондаренко В.С.<sup>2</sup>, *студент*;  
Лавров Е.А.<sup>2</sup>, *профессор*

<sup>1</sup> Сумский национальный аграрный университет, г. Сумы;  
<sup>2</sup> Сумской государственной университет, г. Сумы

**1. Введение.** Многовариантность реализации деятельности охранной фирмы по обслуживанию заявок на ремонт оборудования видеонаблюдения и сигнализации делает актуальной задачу оптимизации распределения вызовов между бригадами.

**2. Постановка задачи.** Формализовать задачу управления назначением бригад охранной фирмы на реализацию вызовов для данного интервала времени, обеспечивающей максимум эффективности при ограничении на имеющиеся ресурсы и предложить информационную технологию ее решения.

### 3. Результаты.

**3.1 Формальная постановка задачи.** Введем обозначения:  $f_i$  – заявка на ремонт оборудования;  $\alpha$  – вариант функциональной структуры реализации  $f_i$ ;  $F_s^{f_i}$  – множество альтернативных алгоритмов (функциональных структур) вариантов реализации заявки  $f_i$ ;  $o_\alpha$  – множество операций алгоритма  $\alpha$  реализации заявки  $f_i$ ;  $M_\alpha$  – количество операций множества  $o_\alpha$ ;  $x'_\alpha$  – множество операторов ( $L_\alpha$  количество элементов множества  $x'_\alpha$ ) ремонтных бригад, которых допустимо назначить на реализацию алгоритма  $\alpha$ , определяется формулой:  $X'_\alpha = X_{sov}^{f_i\alpha} \cap X_{sv} \cap X_{ut} \cap X_{om}$ ,

где:  $X_{sov}^{f_i\alpha}$  – множество совместимых для реализации функциональной структуры  $\alpha$  заявки  $f_i$  операторов;  $X_{sv}$  – множество свободных операторов;  $X_{ut}$  – множество операторов с допустимыми условиями труда на рабочем месте;  $X_{om}$  – множество операторов, операционная напряженность которых не превысит заданного значения. Тогда, в

общем случае, математическая модель задачи оптимизации безошибочности выполнения ремонта по поступившей заявке принимает вид:

$$B(\alpha, Z(O_\alpha, X_\alpha)) \rightarrow \max \quad (1)$$

$$\overline{Q}_j(\alpha, Z(O_\alpha, X_\alpha)) \leq Q_j^0, j=1,2,\dots \quad (2)$$

$$X_\alpha \in X'_\alpha \quad (3)$$

$$Z = (z_{ml}) \in N^{M_\alpha \times L_\alpha} \quad (4)$$

$$\alpha \in F_S^{f_i} \quad (5)$$

Здесь:  $Z = (z_{ml})$  – матрица, характеризующая назначение операторов-ремонтников на операции функциональной структуры  $\alpha$  реализации заявки  $f_i$ ;  $z_{ml} = 1$ , если  $m$ -ю операцию ( $\sigma_\alpha^m \in O_\alpha$ ) функциональной структуры  $\alpha$  выполняет  $l$ -й оператор ( $x_\alpha^l \in X'_\alpha$ ) и  $z_{ml} = 0$  в противном случае;  $\overline{Q}_j$  – система ограничений;  $Q_i^0$  – вектор констант, задающих граничные значения показателей;  $N^{M_\alpha \times L_\alpha}$  – множество матриц с элементами из  $N$  (поле натуральных чисел).

Решение задачи (1)-(5) будет означать, что выбран вариант  $\alpha$  функциональной структуры реализации  $f_i$  и сформирована матрица  $Z = (z_{ml})$  назначения операторов такие, что значение целевой функции  $B$ , выражающей безошибочность выполнения  $f_i$ , примет максимальное значение.

**3.2 Реализация.** Задача реализована в MS Excel и обеспечивает оптимальное закрепление вызовов между бригадами.

**Управление e-learning.  
Подсистема «Эргономическая экспертиза модулей»**

Лебедка А.В.<sup>1</sup>, студент; Лавров Е.А.<sup>1</sup>, профессор;  
Барченко Н.Л.<sup>2</sup>, ассистент

<sup>1</sup> Сумский государственный университет, г. Сумы;

<sup>2</sup> Сумский национальный аграрный университет, г. Сумы

**Введение.** Актуальны исследования о влиянии «эргономичности модуля» на результат взаимодействия в системе электронного обучения.

**Постановка задачи.** Целью данной работы является разработка интерфейса и алгоритмов для подсистемы эргономической оценки электронного учебного модуля.

**Результаты.** Разработаны:

- интерфейс подсистемы, который обеспечивает взаимодействие пользователя с системой в диалоговом режиме;
- электронный опросник по уровню частных показателей для определения характеристик модулей;
- система правил логического вывода для оценки модальности модуля по компонентам:
  - вербальная;
  - аудиальная;
  - визуальная;
  - кинестетическая;
- оценка интерактивности модуля, которая позволяет получать:
  - возможность декомпозиции модуля на подмодули;
  - возможность прервать обучение в текущей точке;
  - возможность управления уровнем сложности от результатов самоконтроля;
- БД «Учебные модули»;
- процедуры ввода первичных документов;
- получение отчетов в виде таблиц и диаграмм.

**Выводы.** Разработанную подсистему планируется интегрировать с программным интеллектуальным агентом эргономической поддержки электронного обучения.

## **Формирование данных для оценивания процесса функционирования в системе электронного обучения**

Чернец В.В.<sup>1</sup>, студент; Лавров Е.А.<sup>1</sup>, профессор;  
Барченко Н.Л.<sup>2</sup>, ассистент

<sup>1</sup> Сумской государственный университет, г. Сумы

<sup>2</sup> Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы

**Введение.** Технология предполагает наличие механизмов оценивания вариантов организации обучения для конкретных людей, обращающихся к системе, исходя из их индивидуальных особенностей и предпочтений. Главной проблемой такой технологии является отсутствие данных для эргономической оценки качества функционирования процесса обучения.

**Постановка задачи.** С целью учета изменяющихся характеристик человека-оператора и среды, для каждого элемента функциональной сети построить нейронную сеть (НС) с целью формирования исходных данных для эргономической оценки показателей качества обучения.

**Результаты.** Для формирования обучающей выборки для НС формируется запрос к базе данных статистики обучения. На полученных данных обучается НС, которая применяется для получения значения вероятностно-временных показателей качества функционирования (вероятность безошибочного выполнения, математическое ожидание и дисперсия времени выполнения).

Результаты статистической обработки специально организованной базы данных о результатах обучения позволяют сформировать обучающую выборку для нейронной сети. Нейронная сеть позволяет прогнозировать результаты обучения (% верных ответов на вопросы результирующего тестового контроля, математическое ожидание  $M(t)$  и дисперсию  $D(t)$  времени обучения, вероятность отказа от деятельности).

**Выводы.** Разработанную подсистему подготовки данных планируется интегрировать с программным интеллектуальным агентом эргономической поддержки электронного обучения.

## Оптимизация распределения времени на реализацию учебной деятельности в системе электронного обучения

Николин Е.С.<sup>1</sup>, студент; Лавров Е.А.<sup>1</sup>, профессор;  
Барченко Н.Л.<sup>2</sup>, ассистент

<sup>1</sup> Сумской государственной университет, г. Сумы;

<sup>2</sup> Сумский национальный аграрный университет, г. Сумы

**Введение.** Актуальным вопросом при разработке технологии интеллектуального агента-менеджера является вопрос распределения директивного времени на выполнение учебной деятельности.

**Постановка задачи.** Задача состоит в определении вектора  $(T_1, \dots, T_n)$ , который обеспечивает

$$\beta(X) \rightarrow \max \\ P\{T(X) < T_o\} > \alpha$$

Где  $n$  – количество учебных подмодулей,  $\beta(X)$  – вероятность безошибочного выполнения алгоритма деятельности,  $T_o$  – директивное время выполнения,  $\alpha$  – минимально допустимое вероятность своевременного выполнения.

**Результаты.** Разработан алгоритм, который укрупненно можно описать следующим образом.

- Генерация для каждого фрагмента деятельности множества директивных значений времени реализации подмодуля
- Оценка значения  $\beta_i$  для каждого варианта реализации алгоритма деятельности
- Выбор оптимального варианта и переход к следующему
- Пересчет резерва времени и повтор второго пункта
- Анализ полученного вектора  $(T_1, \dots, T_n)$ .

**Выводы.** Разработанный алгоритм планируется интегрировать с технологией агента-менеджера.

## Управление e-learning. АРМ эргономиста электронного обучения

Яковенко Н.<sup>1</sup>, студент; Лавров Е.А.<sup>1</sup>, профессор;  
Барченко Н.Л.<sup>2</sup>, ассистент

<sup>1</sup> Сумской государственной университет, г. Сумы

<sup>2</sup> Сумской национальной аграрный университет, г. Сумы

**Введение.** Дистанционное обучение выходит на новый этап развития, когда все большее внимание уделяется не накоплению электронных средств обучения, а эргономичности информационной среды.

**Постановка задачи.** Кроме технологий эргономической экспертизы электронных учебных модулей в систему обеспечения эргономического качества должны все более включаться механизмы “приспособления” (адаптации) среды к особенностям человека-оператора.

**Результаты.** Предложенная ранее технология агента-менеджера позволяет на основе анализа особенностей обучаемого, среды и альтернативных сценариев алгоритма обучения генерировать, оценивать и предлагать пользователю варианты диалогового взаимодействия в образовательном пространстве университета.

Разработан интерфейс АРМ (автоматизированное рабочее место) эргономиста электронного обучения, который позволяет:

- Обеспечить взаимодействие пользователя с системой в диалоговом режиме
- Обеспечить ввод первичных документов и получение отчетов
- Обеспечивать доступ к БД “Модель студента”
- Обеспечивать доступ к БД “Модель электронного модуля”
- Вычислять оценки когнитивного комфорта для альтернативных модулей
- Предлагать студенту модуль с наивысшим уровнем когнитивного комфорта

**Выводы.** Разработанный АРМ эргономиста электронного обучения планируется интегрировать с технологией агента-менеджера.

## **Управление страховыми ресурсами проектов создания изделий машиностроения**

Чуприй О.А., *аспирант*

Сумской государственной университет, г. Сумы

Эффективное управление ресурсами – один из важных аспектов в управлении проектами на предприятии. Значимый критерий эффективности управления ресурсами – величина расходов. Определение в каком виде и в каком количестве хранить ресурсы является важным этапом в совершенствовании предприятий с учетом специфики многономенклатурного производства. При модернизации отрасли машиностроения необходимо учитывать ряд проанализированных особенностей: высокий уровень уникальности проектов; сложность и наукоемкость выпускаемых изделий; недостаточный уровень конкурентоспособности продукта; значительные расходы на разработку уникального продукта и внедрение современного информационного обеспечения, так как техническая зрелость данной отрасли достаточно низкая.

В современных условиях повышение уровня управления предприятием невозможно без применения информационных технологий.

Бизнес-процессы предприятий машиностроения подвергаются массовым изменениям логики проведения внутренних процедур, реинжинирингу бизнес-процессов, а также корректировке работ персонала, что предполагает использование ERP систем. Данный вид систем позволяет автоматизировать учет и управление всеми ресурсами предприятия, повысить эффективность ценообразования, снизить трудозатраты на формирование финансовой отчетности.

На основе проделанного анализа предметной области установлено, что исходя из жизненного цикла проекта, при создании изделий машиностроения нужно учитывать динамику изменения ресурсов с учетом проявления факторов риска, что и обуславливает необходимость применения методологии управления проектами и отказ от применения ERP систем в качестве главного инструмента.

## Графічний метод оцінки похибок обчислювальних процесів

Чибіряк Я.І. *доцент*; Єлісеєва А.Р., *студент*  
Сумський державний університет, м. Суми

Рішення прикладних задач із застосуванням чисельних методів призводить до появи похибок результатів проміжних обчислень. При цьому виникає питання – яким чином дані похибки розповсюджуються далі в процесі виконання розрахунків і як оцінити достовірність результату рішення задачі.

Довільний обчислювальний процес можна представити у вигляді графу, в якому: вершинами є аргументи та операції, що виконуються над ними; дуги мають значення коефіцієнтів, що залежать від типу виконуваних дій. Граф є орієнтованим. Дуги починаються від вершин з аргументами і закінчуються на вершинах операцій.

Таблиця 1 – Обчислювальні коефіцієнти.

Тип операції	Початок дуги	Значення коефіцієнту
$a+b$	Вершина $a$ // Вершина $b$	$a/(a+b)$ // $b/(a+b)$
$a-b$	Вершина $a$ // Вершина $b$	$a/(a-b)$ // $-b/(a-b)$
$a*b$	Вершина $a$ // Вершина $b$	$+1$
$a/b$	Вершина $a$ // Вершина $b$	$+1$ // $-1$

Похибка результату проміжної операції помножена на коефіцієнт дуги, що з'єднує їх, дозволяє обчислити відносну похибку, що входить в результат наступної дії. Обчислення за побудованим графом реалізується знизу вгору, згідно напрямку дуг. На першому етапі виконуються дії, розташовані на найнижчому – нульовому рівні, потім – на першому і т.д.

Здійснено програмну реалізацію даного методу. Вхідними даними для якої є матриця обчислювальних процесів, елементи якої відповідають коефіцієнтам, представленим в таблиці. Це дозволяє здійснювати побудову різних моделей, що відображають послідовність дій при рішенні прикладних задач та обирати варіант з мінімальною відотною похибкою результату.



## Ігрофікація (гейміфікація) в системі освіти

Самохвалов Д.А.<sup>1</sup>, *інженер-конструктор*; Зубань Ю.А.<sup>2</sup>, *доцент*  
ООО ІТЦ «Смартекс», г. Суми

<sup>2</sup> Сумської державний університет, г. Суми

Застосування гейміфікації (від англ. gamification) в освіті заключається в використанні підходів, характерних для комп'ютерних ігор в програмних інструментах для неігрових процесів з метою привертання і мотивації користувачів, підвищення їх залученості в рішення практичних завдань, [1] і дозволяє суттєво підвищити ефективність освіти в цілому.

Однак, методичні і технічні аспекти реалізації ігрових навчальних об'єктів є достатньо складними і трудомікими. Створення доступного і ефективного технічного рішення, реалізуючого потрібний методичний сценарій ігрового навчального об'єкта, є актуальною задачею для більшості сучасних освітніх систем.

Представлений авторами підхід передбачає використання існуючих ігрових платформ для програмної реалізації інтерактивних навчальних об'єктів. В межах проведеного дослідження на базі ігрової платформи Unity3D були розроблені ігрові навчальні об'єкти з використанням педагогічних сценаріїв віртуальних тренажерів дистанційних курсів СумГУ [2]. Такий підхід дозволяє об'єднати в одному ігровому навчальному об'єкті цілий комплекс тематично пов'язаних віртуальних інтерактивних завдань, розширює можливості методичних рішень, суттєво скорочує часові витрати на створення програмного продукту. Ігрова форма подачі завдань дозволяє додатково мотивувати студентів при роботі з навчальним об'єктом.

1. Karl M. Kapp, *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education* (San Francisco, CA: Pfeiffer: 2012).
2. М.П. Мазур, Ю.О. Зубань, В.О. Любчак, С.А. Іванець, *Інформаційне, методичне та організаційне забезпечення дистанційного навчання у вищих навчальних закладах України: монографія* (Суми: СумДУ: 2013).

## **Переваги використання процесного підходу при розробці моделі функціонування системи**

Бойко А.О., аспірант; Шендрик В.В., доцент;  
Леоненко М.І. студент  
Сумський державний університет, м. Суми

На сучасному етапі ефективність роботи будь-якого підприємства забезпечується гнучкістю управління його діяльністю. Досягти такого рівня управління підприємством можливо тільки використовуючи інформаційні системи (ІС). Основним призначенням ІС є обробка та зберігання даних. Функціонування інформаційної системи можна описати на основі моделей. Для формалізації моделей використовують різні підходи – системний, ситуаційний, функціональний, кожен з яких по-різному інтерпретує виконання бізнес-логіки ІС. Такі підходи розглядають модель як сукупність елементів, що залежать від змінних зовнішніх умов. Моделі, які використовують описані підходи, втрачають свою універсальність і стають орієнтованими на діяльність у конкретній предметній області. Це зужує можливості ІС, що стає значним недоліком, адже цілі діяльності можуть змінюватися з часом, також застосовуються нові технології та процеси.

В таких умовах можна вважати переважним застосування процесного підходу, при якому модель розглядається як сукупність взаємопов'язаних процесів, які є менш залежними від зовнішніх умов. Це стає можливим в наслідок того, що першочергово будується модель типу «як є» (AS-IS) з проведенням її подальшого аналізу для виявлення «вузьких місць» у процесах. Наступний етап передбачає проектування моделі типу «як потрібно» (TO-BE). Описані кроки допомагають отримати цілісну модель обробки даних для гнучкого контролювання діяльності ІС з забезпеченням швидкої адаптації до мінливих умов.

Таким чином стає зрозумілим доцільність використання процесного підходу при розробці моделей функціонування систем для забезпечення універсальності ІС та підтримки їх подальшого розвитку.

1. А.В. Собакарева, *Вестник МГТУ*. 11 №2, 279 (2008).
2. В.В. Репин, В.Г. Елиферов, *Процесный подход к управлению* (Москва: Манн, Иванов и Фербер: 2013).

## Розробка задач створення тестової оболонки

Приходько Є. Г., студент; Федотова Н. А., старший викладач  
Сумський державний університет, м. Суми

На сьогоднішній день актуальністю даної роботи є збереження результатів тестів модульних робіт студентів. Захист інформації від стороннього доступу виконується щоб унеможливити зміну або видалення результатів пройдених тестових робіт.

У даний час існує величезна кількість різних способів, щоб дістатися потрібної інформації. Щоб запобігти викраденню інформації треба захистити її і надати доступ до неї тільки для окремої людини – викладача.

Мета роботи – створення шаблону з захистом інформації.

Для досягнення мети були поставлені та вирішені наступні задачі:

- Завантаження тестових завдань на комп'ютер повинне здійснюватися через звичайний текстовий файл, наприклад, у форматі MS Word.
- Обов'язкова реєстрація студента, шляхом вибору або введення назви предмету, курсу, групи та прізвища з випадуючого списку.
- Створити випадкове завантаження варіанту завдання.
- Робота містить у собі 3 рівня складності, перехід на наступний рівень можливий за умови виконання попереднього.
- Підрахунок отриманих балів: 3 – задовільно (I рів.); 4 – добре (II рів.) та 5 – відмінно (III рів.) відповідно.
- Урахувати час виконання роботи, а саме: на виконання тесту студенту відводиться 30хв.
- Збереження результату на вказану електронну адресу викладача або в папку з його прізвищем у форматі «.jpg» або «.pdf» файла, який буде неможливо змінити чи виправити.

Після проходження тесту на моніторі з'явиться віконце з результатом у відсотковому співвідношенні та кількістю вірних відповідей. Особливістю даної програми є те, що в один день студент може пройти тест лише один раз.

## Розробка бази даних енергетичних паспортів будівель Сумського державного університету

Дробіняк Б.В., *студент*  
Сумський державний університет, м. Суми

**Вступ.** Вирішення проблем нераціонального енерговикористання є актуальною складовою ланкою сталого розвитку суспільства, що поєднує екологічну, економічну та соціальну складові та формує основні вимоги до використання ресурсів.

**Актуальність та постановка задачі.** Зважаючи на низький рівень ефективності енерговикористання в бюджетній сфері, виникає необхідність проведення структурного аналізу використання енергії та створення цілісної моделі управління процесами енергоспоживання та енергозбереженням в бюджетних закладах, в тому числі й галузі освіти.

У період стрімкого зростання цін на енергоносії актуальною задачею є розроблення та впровадження автоматизованих систем енергозбереження (АСЕ).

**Результати.** Розроблення реляційна модель даних відображає інформацію щодо енергетичних показників будівель СумДУ: геометричні, теплотехнічні та енергетичні, а також характеристики приміщень (кількість і тип вікон, опалювальних приладів, світильників тощо).

Були визначені такі функціональні вимоги до АСЕ: розрахунок основних теплотехнічних показників; багатокритеріальна вибірка енергетичних показників з метою моніторингу виконання програм енергозбереження; формування звітної документації про енергоспоживання за визначений період; інформаційне забезпечення заходів щодо енергозбереження й підвищенню енергетичної ефективності. Функціональне призначення АСЕ буде реалізовано у вигляді окремих модулів інформаційної системи.

**Висновок** Впровадження інформаційної системи підтримки діяльності групи енергозбереження СумДУ дозволить підвищити якість моніторингу показників енергоспоживання та ефективність використання та розподілу енергоносіїв.

Керівник: Марченко А.В., *доцент*

## Інформаційна технологія збору температурних даних будівель

Окопний Р.П., *аспірант*  
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 закономірностей розподілення теплової енергії у багатоповерхових будівлях.

Основним елементом запропонованої технології є використання у якості пристрою збору так званий USB термометр. Це пристрій передає дані про температуру з датчиків на комп'ютер.

Пристрій працює за наступним алгоритмом. Після подачі напруги живлення програма конфігурує порти і периферію мікроконтролера у відповідності до своїх потреб. Потім ініціалізує шину 1-Wire і виконує процедуру пошуку під'єднаних до шини температурних датчиків. Після цього ініціалізує шину USB і переходить в основний цикл програми. В основному циклі програма очікує запиту даних від комп'ютера і в разі отримання запиту виконує опитування всіх раніше знайдених датчиків і передачу цих даних на комп'ютер.

Програмним шляхом дані формуються у табличному вигляді і підлягають періодичному архівуванню. У файлі формату csv дані розташовані в наступному порядку: дата, час, температура з 1 датчика, температура з 2 датчика, температура з N-го датчика.

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: самоперепрограмування пам'яті програм мікроконтролера, програмна реалізація інтерфейсу USB на платформі AVR, обробка великої кількості даних від багатьох датчиків, отримання даних з датчиків по шині USB і обробка їх на комп'ютері, періодична архівація даних.

Керівник: Неня В.Г., *доцент*

## Інформаційна модель тесту для автоматизованого опитування

Білолюбська Х.В., студент; Захарченко В.П., аспірант;

Неня В.Г., доцент

Сумський державний університет, м. Суми

Тестовий метод контролю знань набуває все більшого поширення і постійно удосконалюється, – удосконалюється як методична та дидактична складові тестування, так і комп’ютерні методи і технології практичної реалізації. За цих умов актуальною є задача адекватної інформаційної підтримки тестування, і, насамперед, формування та опрацювання самих тестів, які повинні постійно удосконалюватися для адекватного вирішення педагогічних задач. Тест за цих умов може трансформуватися із одного типу у інший. Усе це зумовлює розробку єдиної інформаційної моделі для тестів різних типів з метою їх опрацювання за однорідною технологією. Іншою невирішеною задачею є формування комплексних тестів для підсумкового контролю знань.

За результатами системного аналізу з використанням методу узагальнення інформаційна модель тесту складається із наступних складових:

1. Формулювання проблемної ситуації.
2. Декількох уточнень проблемної ситуації.
3. Декілька варіантів відповідей на проблемну ситуацію або її варіанти.
4. Набір кодів до варіантів проблемних ситуацій.
5. Набір кодів до варіантів відповідей.
6. Набір кодів відповідей особи, яка піддається тестуванню.

Кожна із перших трьох складових складається із набору текстових та графічних блоків інформації.

Крім першої, третьої та шостої складової, інші є необов’язковими наборами інформації. Необов’язковість блоків інформації відносяться і до формування текстово-графічних блоків інформації у кожній складовій тексту.

Включення чи виключення складових до тесту дозволяє формувати тести різних типів з метою вирішення відповідних дидактичних задач.

**Інструментарій побудови геометричних моделей для засобів  
автоматизованого проектування технічних об'єктів**

Корж В.Ю., студент; Захарченко В.П., аспірант;  
Неня В.Г., доцент  
Сумський державний університет, м. Суми

Процес проектування технічних об'єктів все більше набуває рис виробництва та намагається зберегти тенденції творчого вирішення задач створення передових зразків техніки. Збереження напрямку на автоматизацію процесу проектування вимагає вирішення задач, які підтримують вказані тенденції проектування.

Зміна типу виробництва завжди вимагає зміни використовуваних інструментів для підвищення продуктивності праці та забезпечення зростання якості продукції. У даному випадку мова йде про проектувальників та технічні об'єкти машинобудування. З точки зору реалізації робочого процесу одними із найскладніших машин є насосі, компресори, вентилятори та інші подібні машини, у яких проточна частина утворюється складними поверхнями гідродинамічної форми.

Традиційними інструментами формування геометричних моделей проточних частин були дуга кола, відрізок прямої лінії, лекальні та довільні дуги. Їх особливістю є відсутність можливості керування кривиною, забезпечити її неперервність і узгодити з кривиною іншого елемента. Разом з тим відомо, що параметри руху частинок рідини у проточній частині залежать від кривини траєкторії [1] і можливість впливати на неї визначає можливість проектувальника забезпечувати відповідну якість проточної частини.

Запропоновано у якості елемента для побудови геометричних моделей використовувати параметричну поліноміальну криву четвертого степеню. Для визначення її коефіцієнтів використовуються наступні граничні умови у крайніх її точках: значення координат, напрямних косинусів дотичної та значення кривини. Нелінійна система рівнянь вирішується методом поступових наближень. Наявність аналітичного запису дозволяє точно вирішити цілу низку практичних задач.

1. Д.Я. Алексапольский, *Гидродинамические передачи*. (М.: Машгиз: 1963).

## **Автоматизована організація процесу проектування в умовах багатомоноклатурного виробництва складних технічних об'єктів**

Захарченко В.П., аспірант; Марченко А.В., доцент;

Неня В.Г., доцент

Сумський державний університет, м. Суми

За визначенням національного стандарту 22487-77 «Проектування Автоматизоване. Терміни та визначення» системи автоматизованого проектування (САПР) – це комплекс засобів автоматизації проектування, взаємопов'язаних із необхідними підрозділами проектною організацією або колективом спеціалістів - користувачів системи, які виконують автоматизоване проектування. За даним визначенням процес проектування здійснюється через взаємодію проєктанта з САПР, а відтак система повинна мати інформацію про хід проектування та допомагати керувати цим процесом.

Проектування об'єктів різного типу здійснюється за різними алгоритмами, а відтак програмна реалізація керування процесами проектування є складною задачею. Підтвердженням цього факту стало згорнення системи стандартів серії САПР і локальне впровадження засобів автоматизації окремих проектних процедур.

Системний аналіз проектування технічних об'єктів різного призначення дозволив виділити загальні риси організації проектування і запропонувати наступні положення роботи керуючої підсистеми САПР.

Технічне завдання на проектування технічного об'єкту завжди потрапляє у САПР за ініціативою керівника проекту. Проміжні завдання на проектування окремих складових технічного об'єкту формуються як програмним шляхом, так і, як виняток, за ініціативи керівника проекту.

Спеціально організоване системне інформаційне забезпечення САПР дозволяє інформацію відносно технічних завдань відокремити і надати до неї доступ керуючій підсистемі.

Керуюча підсистема при наявності технічного завдання організовує призначення виконавця і моніторинг стану його виконання. Рекурсивний обхід інформаційної структури у вигляді дерев забезпечує організацію проектування за довільними алгоритмами.



## Експериментальні дослідження функціонального стану операторів з тестування програмного забезпечення

Кривомаз Д.О., студент; Криводуб А.С., аспірант;  
Лавров Є.А., професор  
Сумський державний університет, м. Суми

**Вступ.** На роботу оператора за комп'ютером впливає дуже велика кількість чинників та факторів. Найбільш негативним з них являється розвиток втоми. Теоретично доведено, що розвиток втоми негативно впливає на клавіатурний почерк людини-оператора.

**Постановка задачі.** Проведення експериментальних досліджень функціонального стану (ФС) оператора з тестування програмного забезпечення та формування вихідного ФС за результатами експериментів.

**Результати.** Експериментальні дослідження проводились за методикою російського вченого Абашина В.Г. [1].

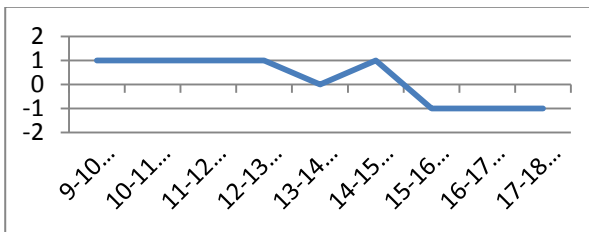


Рисунок 1 – Результати експериментальних досліджень.

Для проведення досліджень було використано периферійний пристрій введення інформації – мишку. В результаті експериментів було встановлено, що ФС оператора погіршується наприкінці зміни, що негативно впливає на якість рішень, які він приймає. ФС оператора був оцінений за показниками: 1 – задовільний, роботу можна продовжити; 0 – неможливо визначити; -1 – незадовільний, роботу необхідно припинити.

1. Абашин В.Г. *Информационные системы и технологии* №5(67) (2011).

## Подсистема визуального анализа для поиска эргономических резервов контакт-центра

Криводуб А.С., аспирант; Лавров Е.А., профессор  
Сумской государственной университет, г. Сумы

**Введение.** Стрессы и напряженность работы операторов в современных контакт-центрах делают актуальной задачу внедрения системы обеспечения эргономического качества. Работы по моделированию полиэргатических систем для таких задач начаты в [1, 2].

Данные модели создают предпосылки для выбора оптимальных вариантов управления параметрами системы, обеспечивающих, с одной стороны, заданную эффективность системы, с другой, – выполнение эргономических норм и требований. Однако представление результатов для ЛППР желательно в графическом виде, поскольку визуальный анализ способствует более качественному и оперативному принятию решений.

**Постановка задачи.** Для системы моделирования человеко-машинного взаимодействия в контакт-центре с очередями [1, 2] разработать подсистему визуального представления результатов с явным формированием области допустимых решений, сформированной с учетом эргономических норм и требований.

**Результаты.** Разработанные модели [1]:

- 1) описания контакт-центра (Simulink-модель),
- 2) генерации входных параметров контакт-центра (таких как количество операторов, технологии выполнения заявок и др.)

дополнены модулем визуализации, который позволяет:

- 1) представить зависимость показателей, влияющих на эргономичность рабочих мест операторов, таких как коэффициент загрузки оператора, коэффициент очереди, среднее значение длины очереди, от варьируемых параметров системы;

- 2) отсеять с привлечением ограничений, определенных в эргономике, неперспективные варианты, которые должны быть исключены из рассмотрения.

Модуль позволяет построить подобные зависимости для каждого из используемых эргономических ограничений. Пример такой зависимости показан на рисунке 1.

Последовательное “подключение” всех [1, 2] эргономических ограничений позволяет сформировать и представить в удобном для эргономиста или менеджера виде область допустимых решений вариантов управления контакт-центром.

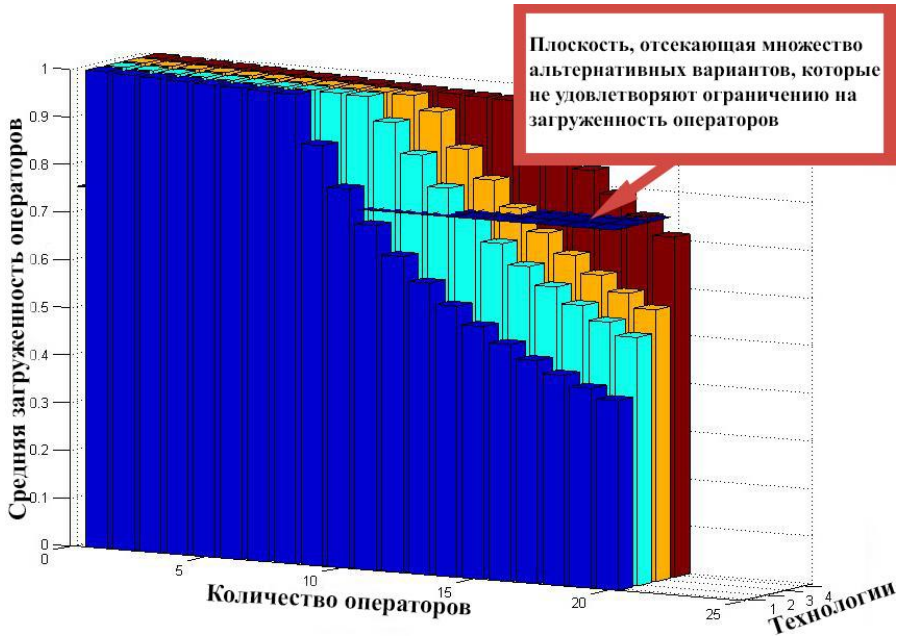


Рисунок 1 – Зависимость загруженности операторов для разного количества операторов и технологий выполнения.

**Выводы.** Подсистема визуализации, позволяющая представить множество допустимых решений для ЛПР, является основой для принятия оптимальных решений с учетом прагматических показателей, и выступает в качестве предпосылки обеспечения высокого эргономического качества современных контакт-центров.

1. Лавров Е.А., Криводуб А.С., Доклады БГУИР. №2(88) 119 (2015).
2. Лавров Е.А., Криводуб А.С., Рыбка А.В. Базовая модель для системы обеспечения эргономического качества технологий управления ИТ – ресурсами // Сучасні інформаційні системи і технології АІСТ 2014, Суми. Матеріали третьої міжнародної науково-практичної конференції – Суми: –«Мрія-1», 2014.- С. 38-40.

## **Моделирование течения газа в рабочем зазоре бесконтактного уплотнения**

Халёта А.В., студент; Кузнецов Э.Г., старший преподаватель  
Сумской государственной университет, г. Сумы

Разработка и внедрение в производство новых узлов насосных и компрессорных агрегатов не обходится без изучения их параметров в рабочих и нестандартных условиях эксплуатации на специальных экспериментальных стендах. Проведение натурных испытаний изделий обычно сопряжено с существенными капиталовложениями и осуществляется в масштабах специализированных лабораторий. Поэтому задача разработки компьютерных систем, для исследования функционирования прототипов изделий путём проведения численных экспериментов и моделирования рабочих процессов сегодня как никогда актуальна.

В работе представлена система моделирования течения газа в рабочем зазоре бесконтактного уплотнения центробежной машины. Закон течения газа в пространстве между поверхностями, образующими рабочий зазор, задаётся двумерным уравнением Рейнольдса для установившегося процесса. Движение газа в зазоре обусловлено рабочим перепадом давлений и перемещением одной из уплотнительных поверхностей. Для решения поставленной краевой задачи применён численный метод граничных элементов, позволяющий достаточно быстро определять величины местного давления для внутренних точек области поиска решения. Поиск решения происходит в условиях начальной неопределённости величины рабочего зазора установившегося режима работы уплотнения. В системе учитывается наличие местного рельефа на поверхностях, ограничивающих рабочий зазор, и местных источников газа, их геометрия и влияние на распределение давления в зазоре. В результате работы системы определяются эпюры распределения давления газа по площади рабочего зазора и находится величина самого зазора.

Система реализована на языке программирования Object Pascal и может быть использована для анализа рабочих параметров как на стадии разработки конструкции уплотнения, так и на стадии оценки работоспособности уплотнения в составе центробежной машины.

## Принципы формирования модели описания контакт-центра с учетом индивидуальных особенностей оператора

Сусик А.А., студент; Криводуб А.С., аспирант;  
Лавров Е.А., профессор  
Сумской государственной университет, г. Сумы

**Введение.** В связи с ростом сложности технологического процесса обслуживания клиентов контакт-центров актуальной становится задача изучения индивидуальных характеристик операторов, таких как опыт работы оператора по обслуживанию заявок определенного типа, безошибочность выполнения типовых операций, режим рабочего дня и др., которые влияют на скорость обслуживания клиентов и общую эффективность функционирования системы.

**Постановка задачи.** Для системы моделирования человеко-машинного взаимодействия в контакт-центре с очередями [1] разработать принципы формирования модели, позволяющие учитывать функциональное состояние оператора.

**Результаты.** Разработанная Simulink-модель функционирования контакт-центра [1] рассматривает операторов как идентичные обслуживающие приборы, характеризующиеся общей очередью, дисциплиной обслуживания, одинаковыми параметрами обслуживания заявок (технология обслуживания, длительность и безошибочность выполнения заявки). В качестве оптимизации модели разработана ее модификация, позволяющая моделировать работу каждого оператора с учетом его индивидуальных особенностей.

**Выводы.** Разработанные принципы формирования модели описания контакт-центра позволяют рассматривать операторов как отдельные обслуживающие устройства с индивидуальными особенностями, что обеспечивает выполнение эргономических норм и повышение общей эффективности функционирования системы.

1. Е.А. Лавров, А.С. Криводуб, А.А. Сусик, *Доклады БГУИР*, №2 (88) 119 (2015).

## **Project Development of iOS Mobile Application for Faculty EIT**

E.I. Melnyk, *student*  
Sumy State University, Sumy

The relevance of the mobile application MyELIT lies in the fact that now every student or a regular user has a modern smartphone. With a help of our mobile application, one can quickly check on the latest news of the department apart of your location, download the necessary documents via the cloud services offered by Apple, listen to the radio without interruptions.

The mobile application allows familiarizing future entrants with all departments, including watching video presentations, viewing the official websites and much more. The applicant has an opportunity to get acquainted with the whole university. For such purposes, there is a special section "Virtual day at the SSU". For this section, we have created a colorful and detailed 3D objects not only of the buildings of the university but also the buildings where students work and do practical training.

With the help of mobile application has the ability to monitor the results of admission through a special information system "Contest", which is available from the main menu of the application. All applicants who tend to enter the department are able to download the documentation, which is available in PDF and DOC, the main feature is that all the documentation for admission is available in offline mode that is the internet connection is not required.

**Conclusion.** During my work, the creation and implementation of the mobile application for the Faculty was considered. At any time and anywhere the mobile application is always available in the App Store. The product has a permanent technical support that's why any changes in this documentation immediately subject to the change in the content, and with the help of Google analytics, developers can immediately identify an existing problem, such as during which representation at what time and what actions occurred after the failure of the program.

Supervisor: V. Haidabrus, *Senior Lecturer*

## Перспективы моделирования электронных торгов metatrader4 с использованием Matlab

Мачула И.И., студент; Лавров Е.А., профессор  
Сумской государственной университет, г. Сумы

**Введение.** В [1] поставлена задача прогнозирования валютных пар в системе электронных торгов METATRADER4. Проблема 1-го этапа работ состоит в выборе и апробации корректного математического аппарата, обеспечивающего необходимое качество прогноза.

**Постановка задачи.** Разработать подход к построению технологии, позволяющий проводить компьютерные эксперименты с реальными данными электронных торгов METATRADER4.

**Результаты.** Предлагается технология, основанная на возможностях математического пакета MATLAB. Пакет имеет мощные возможности аналитической и интеллектуальной обработки данных, имеется некоторый опыт обработки данных электронных торгов.

Для реальных экспериментов по разработке стратегий торгов необходима эффективная технология экспорта данных. Проведенный обзор позволил определить такую технологию – [2] и провести ее апробацию.

Исходя из этого, программа последующих работ может быть сформирована следующим образом:

- Разработка «DLL-обертки» для связи MATLAB и MetaTrader 4.
- Разработка M-функции в MATLAB, реализующей расчет индикатора / советника (использование нейросетей, нечеткой логики).
- Разработка MQL программы

1. И.И. Мачула, Е.А. Лавров, *Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів, та молодих вчених "Інформаційні технології: економіка, техніка, освіта"* – Київ, 200 (2014).
2. А. Емельянов, *Взаимодействие MetaTrader 5 и MATLAB* // <https://www.mql5.com/ru/articles/44>

## Віртуальне середовище візуалізації бібліотечного корпусу СумДУ

Савченко Я.Є., студент; Чибіряк Я.І., доцент  
Сумський державний університет, м. Суми

Стрімкий розвиток сучасного інформаційного суспільства на базі активного впровадження інфокомунікаційних технологій дає можливість відійти від статичної двовимірності фотозображень і представити реальність у вигляді псевдотривимірних моделей, створивши при цьому ілюзію присутності. Створення 3D-екскурсії на сьогоднішній день є відмінним засобом просування об'єктів комерційної нерухомості, готельних комплексів, бібліотек, галерей, музеїв, популяризації туристичних маршрутів.

Виходячи з того, що в Сумському державному університеті навчається велика кількість студентів і всі вони у своєму навчанні використовують бібліотечні матеріали, було прийнято рішення про створення віртуального середовища візуалізації бібліотечного корпусу.

В роботі над цим була побудована віртуальна трьохмірна модель бібліотеки. Основна ціль роботи полягає у тому, щоб за допомогою штативного фотоапарату та програмного забезпечення створити 3D-екскурсію. Це стало можливо завдяки багатокадровій фотозйомці та подальшого скріплення цих знімків у одну віртуальну модель. Висока точність з'єднання фото забезпечує не лише високу якість, а і запобігання допущення ефекту паралаксу.

Робота виконана за допомогою програмних продуктів [Krpano 1.17-HTML5 Multiresolution](#), [Krpano 1.18- HTML5 Panoramic Video](#) та Adobe Photoshop CC (2014.2) та складається за наступних етапів:

- 1) фотографування об'єкту однієї 3D-панорами в три ряди: нижній нахил, без нахилу, та верхній нахил;
- 2) редагування та скріплення в оглядове 360-градусне фото;
- 3) створення віртуального туру з переходами та початковими оглядовими точками;
- 4) інтеграція роботи в html-простір.

Використання віртуального середовища бібліотечного корпусу сприятиме підняттю його популярності серед користувачів.



## Бізнес процеси управління змістом ІТ-проекту

Мещеряков А.С., студент; Гайдабрус Б.В., старший викладач  
Сумський державний університет, м. Суми

У теперішній час динамічного розвитку ІТ сфери актуалізуються питання взаємодії методологій управління ІТ-проектами та гнучких методологій створення програмних продуктів. Аналіз джерел показав, що у 2015 році актуальними трендами у реалізації ІТ-проектів будуть: адаптація Agile для організації, лідерство, інноваційність а також бізнес аналіз як проектна робота та сертифікація у галузі бізнес-аналітики та управлінні проектами (УП). Тому актуальною перспективною науковою тематикою є застосування конвергентного підходу до взаємодії бізнес-аналітики, описання бізнес-процесів та методології УП. Такі механізми повинні базуватись на сводах знань BABOK, PMBOK, а також методологіях Agile, Scrum, SADT тощо.

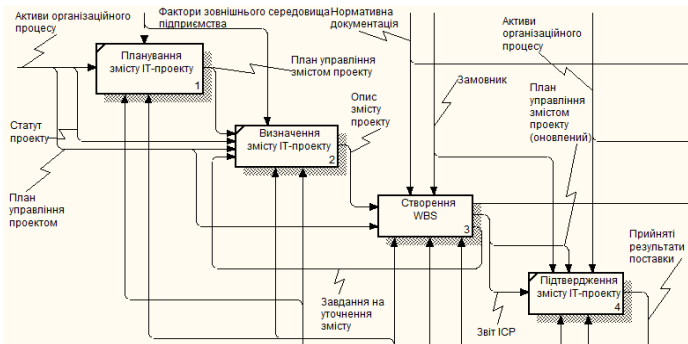


Рисунок 1 – Процесна діаграма управління змістом ІТ-проекту.

На рис. 1 зображено процесну діаграму управління змістом ІТ-проекту, що було виконано у нотатції IDEF0 з використанням SADT методології. Управління змістом згідно стандарту PMBOK складається з таких процесів: планування змісту, визначення змісту, створення ієрархічної структури робіт, підтвердження змісту та управління змістом.

Таким чином запропонований підхід допоможе вирішити актуальну практичну проблему наявності розриву між бізнес-вимогами і технічним завданням.

## Особливості розробки програмної системи транспортної логістики

Суховий О.І., студент; Супруненко О.О., доцент  
Черкаський національний університет, м. Черкаси

Логістика підприємства є складною системою взаємопов'язаних логістик – транспортної, складської та виробничої, для кожної з яких існує множина характеристик, що визначають ефективність кожної з гілок логістичної діяльності. Часто підвищення ефективності однієї з гілок логістичної діяльності приводить до негативних наслідків у іншій гілці. Для збалансованого планування логістичної діяльності розробляються інформаційно-управляючі системи, які дозволяють врахувати множину найсуттєвіших характеристик, що впливають на логістичну діяльність підприємства. При розробці такі системи є надзвичайно складними, тому для успішної реалізації застосовується підхід, що передбачає відображення однієї логістичної діяльності, яка найсуттєвіше впливає на ефективність бізнес-процесів підприємства, далі нарощують базову систему характеристиками інших логістик [1].

Системи транспортної логістики посідають важливе місце в управлінні підприємством. Разом з системами планування виробництва, керування складом вони формують основу для ведення ефективного виробництва.

Для розробки програмного додатку планування та керування транспортними логістичними операціями розглянуто організацію, особливості планування та основні алгоритми виконання транспортних логістичних задач. Це задачі розподілу навантаження на транспортні засоби з урахування властивостей вантажу (термін придатності, умови зберігання, планування маршрутів, моніторинг на маршруті).

Мета розробки – вдосконалення планування та моніторинг основних процесів транспортної логістики агропідприємства. При реалізації використовуються технології розподілених реалізації систем реально го часу. Відображення результатів максимально наближено до карт маршрутів, якими звикли користуватися працівники транспортної служби. Оптимізаційні функції реалізовані на основі чисельних методів та методу експертних оцінок. Користувачами додатку є співробітники логістичної служби та експедитори.

1. D. Scott, *Architecting the Real-Time Infrastructure* (2003).

**Управление e-learning. Подсистема**  
**«Эргономическая экспертиза пользовательских предпочтений»**

Каба Е.А., студент; Лавров Е.А., профессор  
Сумской государственной университет, г. Сумы  
Барченко Н.Л., ассистент  
Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы

**Введение.** Актуальны исследования о влиянии механизмов гибкой настройки параметров обучения к индивидуальным параметрам пользователя на результат взаимодействия в системе электронного обучения.

**Постановка задачи.** Целью данной работы является разработка интерфейса и алгоритмов для подсистемы эргономической оценки пользователя системы электронного обучения.

**Результаты.** Разработаны:

- интерфейс подсистемы, который обеспечивает взаимодействие пользователя с системой в диалоговом режиме;
- электронный опросник по уровню частных показателей для определения характеристик пользователя;
- система правил логического вывода для оценки модальности пользователя по компонентам:
  - вербальная;
  - аудиальная;
  - визуальная;
  - кинестетическая;
- БД «Студенты»;
- процедуры ввода первичных документов и получение отчетов в виде таблиц и диаграмм;
- процедура непосредственного назначения предпочтений пользователя.

**Выводы.** Разработанную подсистему эргономической экспертизы планируется интегрировать с программным интеллектуальным агентом эргономической поддержки электронного обучения.

## **СЕКЦІЯ 4**

**«Автоматика, електромеханіка і  
системи управління»**

## Improvement of Numerical Control of NC-201M Unit

Tychkova N.B., *teacher of the first category*; Tychkov D.V., *student*  
Cherkassy polytechnic technical school, Cherkassy

Numerical control of NC-201M unit is used in an engineer, machine-tool construction, metal-working, wood-working and in other industries of industry.

NC-201M use as complete good at creation of complexes «a device is a management object», for example, technological complexes, options, high-automated machine-tools and finishing centers of such groups, as gas-plasma, laser, wood-working and others.

For the improvement of programmatic control and improvement of work unit it is possible to add a bearing-out control of NC110-78I.

A control stand is intended for adjusting of position of instrument, traffic of axes and automatic control a machine-tool control. For joint work of c of NC-201M the program of logic is created. User NC-201M must independently work out the program of logic taking into account the specific of the system, in that will be used bearing-out to the control of NC110-78I created on the base of signals of interface of PLC NC-201M as NC.

A bearing-out control stand has 13 function buttons without an indication, three freely programmable keys with an indication, electronic steering wheel and LCD display. For connection from NC-201M a bearing-out control stand has a built-in spring cable. Thirteen function buttons allow to choose the guided axis, set office hours and executable operation. The functions of three freely programmable keys are appointed by the developer of programmatic logic bearing-out control of NC110-78I, coming from the requirements of management a concrete equipment.

On the display of bearing-out stand a management darts out such information as: office hours, select axis, size of moving, direction of moving and step of moving.

Thus, with the use of bearing-out control stand for NC-201M we can lead and check to the robot number-control software at arm's length from him, facilitating work of operator to the machine-tool with a number-control software. The worked out program of communication is between number-control software and bearing-out control stand.

## Оптимізація системи управління компресорної установки

Соколов С.В., *доцент*; Соловійов О.М.; Новачинська Н.М., *студенти*  
Сумський державний університет, м. Суми

Сучасний етап розвитку техніки вимагає оптимізації компресорних систем з метою підвищення їх ефективності та скорочення енерговитрат. У цьому питанні досить велика увага приділяється проектуванню та розрахунковій оптимізації компресорів, але загальне завдання моделювання компресорної установки як складної системи вирішена недостатньо. Використання математичного моделювання компресорної системи дає можливість розв'язання широкого спектра задач, в тому числі задачі оптимізації управління.

Важливим етапом пов'язаним з підвищенням надійності системи в цілому є впровадження заходів, які пов'язані зі стабілізацією системи, що полягає у вигляді введення додаткових контурів регулювання. Необхідність їх використання зумовлене потребою підтримання незмінного заданого параметра, що регулюється. Це забезпечує важливий показник системи регулювання – стійкість. В роботі був реалізований синтез системи регулювання, результатом якого є введення двох контурів регулювання з налаштуванням їх на технічний оптимум і підбір необхідних пропорційно-інтегральних регуляторів. Для того щоб перевірити відповідність обраних регуляторів, систему було перевірено на стійкість за кореневим критерієм і змодельовано в програмному середовищі MatLab.

Для вирішення завдань по підвищенню швидкодії функціонування системи та скороченню енерговитрат, в роботі були розв'язані задачі синтезу оптимального управління. Передумовою цього є небажані перехідні процеси, які негативно впливають на стабільність роботи системи. У результаті розв'язання задач синтезу був отриманий вираз оптимального управління, при якому система переходить з початкового в кінцеве положення за мінімальний проміжок часу, а також щоб енергетичні витрати при цьому були мінімальними.

В результаті досліджень були знайдені оптимальні рішення для забезпечення надійності та швидкодії системи, а також зменшення її енергозатрат, що збільшить ефективність і конкурентоспроможність компресорної системи в різних галузях промисловості.

## Об одном способе организации блока логического вывода многомерного интервально-логического регулятора

Антипин А.Ф., *доцент*  
Стерлитамакский филиал

Башкирского государственного университета, г. Стерлитамак

Рассмотрим способ организации блока логического вывода (БЛВ) многомерного интервально-логического регулятора (МИЛР), который дает возможность в каждом цикле сканирования избежать отработки ненужных продукционных правил (ПП), что существенно повышает быстродействие МИЛР.

Для этого необходимо выделить следующие виды ПП МИЛР:

а) контрольные – ПП, условная часть которых включает проверку значений контрольных переменных МИЛР. Данный вид ПП имеет наибольший приоритет, это обеспечивает высокую скорость отклика в аварийных ситуациях, что актуально для пожаро- и взрывоопасных объектов и процессов;

б) временные (или правила состояний) – ПП, отработка которых выполняется в разные моменты времени  $t$ , в которые МИЛР находится в каком-либо определенном состоянии  $S$ . Условная часть этих правил включает проверку значений временных переменных МИЛР;

в) общие правила состояний – ПП состояний, которые являются общими для целого ряда состояний  $S$  МИЛР.

БЛВ МИЛР можно условно разбить на 3 части (уровня) отработки ПП начиная с правил, которые имеют наибольший приоритет:

– уровень отработки контрольных правил, который имеет смысл объединить с уровнем проверки текущего состояния МИЛР;

– уровень отработки общих правил состояний МИЛР;

– уровень отработки ПП, характерных для тех или иных состояний МИЛР.

Чем больше состояний и чем меньше контрольных и общих правил имеет МИЛР (что говорит о его сложности в целом), тем больший выигрыш в быстродействии автоматических систем управления [1] на базе МИЛР будет получен при использовании данного способа.

1. А.Ф. Антипин, *Автоматизация в промышленности* **№9**, 65 (2012).

## **Формування інформаційного середовища навчання ОУПР в процесі тренажерної підготовки**

Онипченко П.М., *доцент*; Павленко М.А., *доцент*;  
Тимочко О.І., *професор*; Чернов В.Г.  
Харківський університет Повітряних Сил, м. Харків

Надійність і своєчасність вирішення завдань управління повітряними судами (ПС) операторами управління повітряним рухом (ПР) багато в чому визначається впливом людського фактору. Професійна діяльність операторів управління повітряним рухом (ОУПР) у процесі управління ПС може супроводжуватися помилками різної природи і характеру. Вони можуть привести до зриву виконання польотного завдання, до виникнення інцидентів або авіаційних подій. Це визначає необхідність вдосконалення традиційної системи професійної підготовки ОУПР. Вирішення цього завдання дозволить підвищити оперативність діяльності ОУПР і безпомилковість його роботи в процесі управління повітряним рухом ПС.

Ефективним засобом професійної підготовки ОУПР є тренажер. Він дозволяє відпрацювати початкові вміння й навички в управлінні екіпажами ПС, створити можливі аварійні та критичні ситуації, з якими ОУПР може зустрітися в ході практичної роботи в реальних умовах, мінімізувати помилки в їх діяльності та підвищити оперативність вирішення завдань управління. Але при проектуванні тренажерів недостатньо уваги приділяється системі управління якістю підготовки операторів.

Сучасні інформаційні технології дозволяють розробляти інформаційні моделі, які забезпечують повноту і якість імітації реальних процесів. Це стає можливим завдяки використанню інтелектуальної системи (ІС) на основі апарату нечіткої логіки. Таким чином, процес формування інформаційного середовища навчання ОУПР, представлений у вигляді ІС, дозволяє сформувати початкові умови відображення елементів повітряної обстановки відповідної інформаційної моделі залежно від значень вхідної інформації.

Розроблена система дозволяє змінювати ситуації, вводити нові або додаткові умови, що ускладнюють управління ПС. Формувати вправи дозовано-прогресуючої складності залежно від рівня підготовки ОУПС та удосконалити систему управління якістю їх підготовки.



### Electro-Acoustic System with Piezoelectric Sensor

Sharapov V.M., *Professor*;  
Bazilo K.V., *PhD*; Trembovetskaya R.V., *PhD*  
Cherkasy State Technological University, Cherkasy

Piezoelectric transducers are widely used in electro-acoustic, hydroacoustic, ultrasonic, medical and measuring techniques, security and control systems. One of the main characteristics of the piezoelectric transducers is operation frequency band. Despite the fact that it is used to be expanded, narrowband piezoelectric transducers also can be used. In particular, the fields of application of piezoelectric transducers are narrowband alarm systems, for example, glass breakage detectors [1].

The use of acoustic resonator can increase the level of piezoelectric sensor output signal on the given frequency. Equivalent electric circuit of piezoelectric sensor with acoustic resonator due to electromechanical analogies method is shown in Fig. 1, where  $M_d$ ,  $C_d$ ,  $R_d$  are the acoustic mass, compliance and resistance of piezoelectric bimorph diaphragm;  $C_o$  is the piezoelectric transducer capacitance;  $M_l$ ,  $R_l$ ,  $C_v$  are the acoustic mass, resistance and compliance of acoustic resonator;  $Z$  is the load.

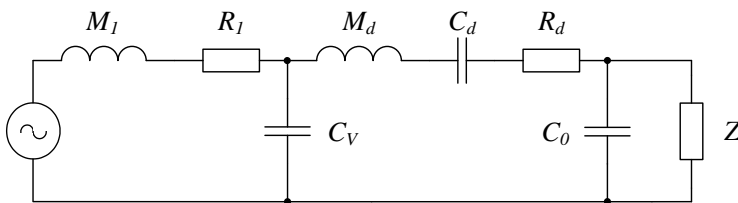


Fig. 1 – Equivalent electric circuit of piezoelectric sensor with acoustic resonator

The use of the offered equivalent circuit allows with the application of programs to assess characteristics, to predict the parameters and operation mode of piezoelectric transducers. Received information can be used in electro-acoustic transducers designing.

1. Sharapov V. *Piezoceramic sensors* (Springer Verlag: 2011).

## Уніфікація схеми блоків кодування і декодування в шифрувальних пристроях

Бурмістров С. В., *аспірант*

Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси

Одними із найбільш розповсюджених шифрувальних пристроїв (ШП) є апарати, призначені для посимвольного кодування текстової інформації. Досить тривалий термін експлуатації даних ШП в комерційних мережах вказує на достатньо високий рівень захисту даного методу шифрування в модифікованому вигляді.

Метою даної роботи є створення уніфікованої схеми прийомної (ПрЧ) і передаючої частини (ПдЧ) ШП пристрою для посимвольного кодування текстової інформації в модифікованому вигляді.

Ідея посимвольного методу шифрування в модифікованому вигляді полягає в тому, що на кожний наступний передаваний символ використовується новий ключ – поточний фіксований ключ кодування (ПФКК). Основною проблемою, що виникає в процесі проектування вказаного ШП, є те що ПФКК не дорівнює поточному фіксованому ключу декодування (ПФКД). Процес уніфікації ПдЧ і ПрЧ в ШП полягає в тому, що вони складаються з аналогічних блоків. Єдина відмінність, так як між ПФКК і ПФКД існує чітка відповідність, пропонується в схемі ПрЧ використовувати додатковий блок – блок обчислення ПФКД на основі ПФКК. Даний блок отримують шляхом зведення розв'язку задачі до процесу мінімізації системи часткововизначених булевих функцій. З метою отримання максимальної швидкодії блоку кінцева схема має вигляд 2-рівневої комбінаційної схеми логічних елементів. В порівнянні з використанням аналогічної схеми на основі стандартної програмованої логічної матриці отримано ущільнення схеми в 5,63 рази.

Науковий керівник: Рудницький В.М., *професор*

## Система автоматичного керування рівня рідини у випарній установці атомної електростанції

Соколов С.В., *доцент*; Федоренко К.І., *студент*;  
Новачинський Ф.Ф., *студент*  
Сумський державний університет, м. Суми

Сучасний розвиток енергетичної промисловості характеризується прагненням покращення технічних та технологічних характеристик обладнання і автоматизованих систем з метою підвищення їх показників, скорочення витрат на виробництво та ін. В атомній енергетиці велике значення приділяється системі очищення трапних вод від різного роду домішок та забруднень для зменшення кількості радіоактивних відходів.

Для випаровування трапних вод та очищення пари застосовується випарна установка, яка конструктивно складається з сепаратора, камери для нагрівання, циркуляційних труб, регулятора рівня рідини. Одним із найважливіших параметрів роботи випарної установки атомної електростанції є рівень рідини, який підтримують зміною витрат подачі води від камери нагрівання до сепаратору. Оскільки об'єкт дослідження є дуже інерційним, тому відхилення рівня води у камері нагрівання від заданого рівня не повинне перевищувати 40%, а тривалість перехідного процесу повинна бути не більшою за 1800 с.

В роботі з використанням програмного комплексу MatLab розроблена математична модель системи автоматичного керування рівнем рідини у випарній установці, головним завданням якої є випаровування рідини й очищення вторинної пари. Складена і досліджена модель системи автоматичного керування дає змогу визначити оптимальні параметри для налаштувань регулюючого блоку, що працює в режимі ПІ-регулятора.

Результати цієї роботи можуть бути використанні для удосконалення системи автоматизації випарної установки та надійного контролю процесу випарювання рідини за рахунок збільшення швидкості корегування його параметрів. Впровадження такої системи керування дозволить покращити показники виробництва, скоротити витрати та підвищити рівень безпеки, точності і якості регулювання технологічних процесів.

## Параметричний синтез налаштувань ПІД-регулятора для керування електричною піччю

Лістратенко К.О., студентка; Павлов А.В., доцент  
Сумський державний університет, м. Суми

Актуальність використання в сучасних системах автоматичного керування пропорційно - інтегрально - диференціюючих алгоритмів керування зумовлена, перш за все, можливим вирашем у швидкодії відповідних корегуючих кіл. Це виникає внаслідок відсутності підвищення порядку передаточної функції системи керування при структурній компенсації, у порівнянні з використанням алгоритмів нижчого рівня складності. Відповідна перевага забезпечується, насамперед, ефектом упередження спродукованим використанням диференціюючої складової. По-друге, перехід на сучасні цифрові регулятори в системах автоматичного керування дозволяє забезпечити використанням ПІД-регуляторів більш гнучке керування в окремих каналах без зменшення точності та без ускладнення систем порівняно з відповідними аналоговими варіантами.

В даній роботі обговорюється метод параметричного синтезу ПІД-закону регулювання за аналоговим прототипом бажаної перехідної характеристики системи при керуванні температурою в електричній печі, вчасності камерній. Початково вважається, що відповідна піч, як об'єкт керування, описується передаточною функцією другого порядку. Розрахунок відповідних параметрів ПІД-закону регулювання виконується з урахуванням того, що в реальних ПІД-регуляторах диференціююча складова використовується у сукупності з фільтром, налаштування якого забезпечує в системі необхідну смугу пропускання сигналів та швидкодію перехідних процесів. Крім цього обґрунтовано перехід від аналогового варіанта регулятора до дискретного з зазначенням важливих аспектів, які забезпечать максимальну адекватність цього переходу.

Всі розрахунки проілюстровано відповідними графіками перехідних процесів отриманих з використанням пакету Simulink середовища MATLAB. Проведено відповідне імітаційне моделювання з використанням розрахованих за зазначеним методом параметрів ПІД-регулятора у випадках аналогового та дискретного варіантів використання.



## **Підвищення ефективності функціонування систем керування технологічного обладнання**

Толбатов В.А., *доцент*; Толбатов А.В., *доцент*;

Піняйкін С.В., *студент*

Сумський державний університет, м. Суми

Сумський національний аграрний університет, м. Суми

Точність позиціонування технологічного обладнання (ТО) є важливішою характеристикою, яка підтверджує можливість використання цього параметру для автоматизації більшості технологічних процесів та сферу його застосування.

Розглянемо головні причини помилок позиціонування виконавчих механізмів ТО: помилки які вносяться пристроями керування; помилки які вносяться приводами. Рух робочого органу ТО як правило задається пристроєм керування. Отже помилки керування неминуче з'являться при визначенні положення виконавчого органу. Наявні стандарти не містять повної інформації про очікувані погрішності, з яких складаються помилки керування, тому потрібна розробка нових методів визначення аварійних ситуацій. Джерелом помилок позиціонування технологічного обладнання може служити привід. Це положення зберігається також, якщо система керування видає команду без помилок, а в системі застосований розімкнений автоматизований електропривод. Помилки такого типу можуть бути виміряні та оброблені математичними, статистичними методами та узагальнені. Запропонована методика вимірювання помилок електромеханічного приводу полягає в наступному: на вхід приводу подається тільки стабілізований сигнал, а на вихідній ланці вимірюється помилка. Відхилення позиціонування від заданих параметрів, які викликані помилками роботи системи керування та приводів будемо вважати у відповідності з відомим законом розподілу (ЗР) незалежними випадковими величинами (ВВ). Випадково варійована величина, як правило буде відповідати нормальному ЗР ВВ та представляти набір з багатьох незалежних ВВ, які описуються кривою Гауса.

Уникнення цих помилок у системах керування дозволить значно підвищити ефективність функціонування як нового так і вже експлуатованого промислового та сільськогосподарського ТО.

## Система керування рухом безпілотного апарату

Соколов С.В., *доцент*; Паламарчук О.І., *студент*  
Сумський державний університет, м. Суми

Проектування систем управління літальними апаратами займає одне з найбільш важливих місць в задачі літакобудування сучасності. Ефективність проектування та реалізації систем управління безпілотними пристроями неможливе без застосування високотехнологічних систем автоматичного управління.

В сучасному житті розвиток систем автоматичного управління досягається використанням бортових цифрових пристроїв для дослідження алгоритмів контролю та управління, впровадженням принципів адаптації, застосуванням систем вбудованого контролю стану техніки в польоті, підвищенням надійності засобів отримання та переробки інформації та виконання команд управління. При використанні технічної реалізації і синтезу системи управління польотом ставляться вимоги надійності та експлуатаційної придатності. При синтезі систем управління враховуються динамічні властивості літального апарату, описані їх математичними моделями, і умови, близькі до реальних.

У даній роботі розроблена система управління рухом безпілотного транспортного засобу у подовжньому каналі при посадці. За допомогою повної лінеаризації систем диференціальних рівнянь, які описують динаміку об'єкта управління, з урахуванням режиму польоту та виду руху, була отримана лінійна математична модель подовжнього руху безпілотного транспортного апарату. За допомогою пакета MATLAB була змодельована система управління, проведений синтез алгоритму управління, що забезпечує потрібну якість перехідних процесів системи, та аналіз основних характеристик об'єкта управління.

Виходячи з того, що літальний апарат є складним об'єктом управління і при цьому він повинен мати такі якості як надійність, стійкість, швидкодія, нечутливість до збурюючих впливів, при проектуванні були застосовані цифрові системи автоматичного управління.

## **Адаптивне регулювання температури в тунельній печі при виробництві силікатної цегли**

Тимченко А.М., *студент*; Самедов Ю.Ф., *доцент*  
Сумський державний університет, м. Суми

Процес сушки цегли-сирця є дуже важливою операцією, оскільки від цього залежить основні показники якості, в першу чергу міцність, водостійкість та звукоізоляційна здатність. Сушка відбувається у камерних сушилах з поперечним рухом теплоносія. Автоматичний режим регулювання температури сушки відбувається за програмою з використанням програмованих контролерів.

Обпалювання цегли відбувається в тунельної печі з плоским схилом і з верхнім розташуванням полум'яників. Регулювання температури здійснюється зміною подачі газоповітряної суміші. Точне регулювання температури печі дуже важливо для отримання високоякісної цегли. Була визначена передаточна функція об'єкта регулювання, визначена структурна схема САР з використанням пакету програм Matlab 6.5 та його додатку Simulink, що дозволяє емулювати роботу САР.

В результаті виконаних обчислювань визначені оптимальні параметри настроювання регуляторів та отримано перехідний процес, який задовольняє заданому критерію оптимальності. За перехідним процесом визначені важливі параметри якості регулювання: динамічна та статична похибки і час регулювання. На основі цих показників вибрані конкретні технічні засоби автоматизації, здійснені послідовність розрахунків електричних, гідравлічних і пневматичних виконавчих пристроїв.

Розроблено метод синтезу адаптивних САР багатомірними нелінійними об'єктами в умовах апріорної невизначеності математичного опису збуджуючих дій та нестационарних параметрів об'єкта керування. Отримані алгоритми ПІД – регуляторів, що самі налаштовуються, керуючих дій і оцінок змінного стану об'єкта керування. Доведено, що адаптивний регулятор температури печі забезпечує у всіх режимах роботи керування подачею газу, яке близьке до оптимального керування.

В докладі також аналізуються можливі підходи до застосування імітаційних моделей адаптивних САР.



## Адаптивне керування компресорною установкою

Акулінін А.В., *студент*; Самедов Ю.Ф., *доцент*  
Сумський державний університет, м. Суми

Поршневі компресори, які є складовою частиною багатьох промислових агрегатів, відносяться до класу складних об'єктів. Одним зі рішень проектування їх систем керування є використання сучасних інформаційних технологій та CALS- концепції в особистості. Концепція і стандарти CALS визначають набір правил та регламентів, відповідно до яких будуються взаємодія суб'єктів. Основна задача при цьому є створення повною електронною моделі.

При недостатності знань об'єкта і середовища, в якій він функціонує, отримання точної моделі не можливо. Замість цього ми володіємо апріорною інформацією о станах об'єкта керування, керуючих діях та результатах цих дій. Це співпадає з поняттям «прецедент». Висновок на основі прецеденту – метод прийняття рішень, у якому використовуються знання о попередніх ситуаціях ці випадках як аналог. Можна використати його рішення до даного об'єкта з необхідною адаптацією. Варіант адаптації залежить від конкретної прикладної задачі. Алгоритми адаптації обумовлюють наявність залежності між ознаками прецедентів та їх рішеннями. Процес модифікації рішення може включати ряд кроків від простої заміні деяких компонентів до суттєвої їх корекції або інтерполяції.

Наповнення бази прецеденту може відбуватися як до моменту початку керування на основі аналізу апріорної інформації за допомогою реальних чи модульованих прецедентів, так і в процесі керування після обробки результату керуючої дії. Класифікація станів об'єкта керування може відбуватися з залученням експертного знання або шляхом попередньої кластеризації. Після вживання керуючої дії та оцінки результату поточна ситуація перетворюється в прецедент та заноситься до бази прецедентів.

Дана модель забезпечує рішення основних задач керування, серед яких є такі: формування загальних образів (навчання), ідентифікація станів об'єкта, визначення впливу вхідних параметрів по вихідних, прогнозування поведінки об'єкта в умовах відсутності та наявності керуючої дії у різних варіантах.

## Корегування даних вейвлет-фільтрації за методом Хаара даними вейвлет-фільтрації за методом Добеші

Бага Л.М., аспірант; Павлов А.В., доцент  
Сумський державний університет, м. Суми

Актуальність використання в сучасних методах обробки цифрових зображень вейвлет-фільтрів пов'язано в основному з можливістю локалізувати в окремих шарах ті елементи зображення, що відповідають шумовим дефектам різного типу. Слід зазначити, що методи вейвлет-фільтрації справляються з цією задачею з різною ступеню ефективності відносно шумів різного типу та інтенсивності. Це викликано, насамперед тим, що ці два методи мають неоднакову чутливість щодо зміни яскравості сусідніх пікселів внаслідок різних форм материнських функцій початково закладених в них. Згідно існуючого принципу, який дозволяє підсилити переваги та скомпенсувати недоліки вище названих методів при їх поєднанні постановка відповідної задачі зводиться до вибору методу комбінування фільтрів Добеші та Хаара між собою.

У сучасній теорії управління широке розповсюдження отримав метод використання спостерігачів у системах з неповною інформацією їх стану. Якщо розглядати вейвлет-алгоритм Хаара як програмну систему, де вектором стану є значення яскравості пікселів в різних шарах зображеннях після його вейвлет-декомпозиції, то цей вектор стану можна порівняти з аналогічним значенням, отриманим внаслідок використання вейвлету Добеші до цього ж зображення незалежно. Порівняння можна проводити за дисперсією відхилення яскравості пікселів від базового значення після чого, доповнювати даними системи спостерігача дані базової системи за допомогою, наприклад, лінійного комбінування відповідних значень яскравості в окремих шарах, де за даними розрахунку дисперсії допускається наявність повної локалізації окремих типів шумових дефектів.

Попередньо імітаційне моделювання виконувалося в програмному середовищі MATLAB за допомогою командної строки з використанням відповідних функцій вейвлет-перетворень на основі материнських функцій Добеші та Хаара.

## Частотне регулювання електроприводом компресорної станції

Буряк І.А., студентка; Павлов А.В., доцент  
Сумський державний університет, м. Суми

Питання використання методів частотного регулювання в системах автоматичного керування промисловими пристроями, особливо електроприводом, на теперішній час не втрачає своєї актуальності насамперед завдяки можливості захисту електродвигунів, зокрема з короткозамкненим ротором, від ряду недоліків, а саме незмінності частоти обертання при зміні зовнішнього навантаження. Вищезазначений недолік породжує ряд інших, а саме підвищує складність перехідних процесів в супутніх електричних колах відповідних пристроїв, що в свою чергу ускладнює процес енергоефективного регулювання та веде до зниження надійності окремих складових електроприводу, сукупності пристроїв та систем у цілому. Отже, детальні знання про закономірності взаємодії частотних перетворювачів з двигунами дають можливість створювати більш довершені системи у плані енергоефективності, надійності та якості функціонування. Дана робота присвячена імітаційному моделюванню поведінки системи керування компресорною станцією на базі асинхронного електроприводу (АД) з частотним перетворювачем (ЧП) для отримання стисненого повітря. Відповідне моделювання проводилося за допомогою пакету Simulink середовища MATLAB.

Під час моделювання АД – ПЧ до схеми були застосовані три різних закони регулювання, які дали зрозуміти, як працює система при різних параметрах. Доведено, що при  $U_1/f_1 = \text{const}$  законі регулювання частотного перетворювача ( $U_1$  – напруга мережі,  $f_1$  – частота живлячої напруги) спостерігається незначне зниження критичного моменту зі зменшенням частоти; при  $U_1/f_1^2 = \text{const}$  законі регулювання спостерігається значне зниження критичного моменту зі зменшенням частоти; при  $U_1/f_1^{1/2} = \text{const}$  законі регулювання спостерігається значне підвищення критичного моменту із зменшенням частоти. При всіх трьох законах регулювання ЧП швидкість холостого ходу двигуна знижується майже однаково зі зменшенням частоти. Наведені факти дозволили зробити висновки про доцільність використання ЧП в системах з асинхронним двигуном завдяки можливості забезпечення плавності роботи електродвигуна перетворювачем.

## Система управління якістю препаратів лікарської рослинної сировини

Малука Т.О., студентка

Житомирський військовий інститут радіоелектроніки  
ім. С.П. Корольова Державного університету телекомунікацій,  
м. Житомир

Впровадження систем управління якістю (СУЯ) препаратів лікарської рослинної сировини (ЛРС) на підприємствах фармацевтичної галузі забезпечить відповідність бізнес-процесів міжнародним стандартам і гарантує продукції конкурентну перевагу. СУЯ охоплює всі етапи життєвого циклу препаратів і всі пов'язані із ним процеси [1]. Однак, значна кількість підприємств при створенні документації використовують паперовий документообіг. Складність більшості сучасних технологічних процесів зумовлює великий об'єм документів системи, тому існує необхідність автоматизації процесів управління якістю на підприємстві. Це дозволить знизити час обробки документів, представити інформацію в структурованому вигляді, залучити всіх ключових співробітників до забезпечення якості тощо.

В результаті аналізу останніх досліджень і публікацій встановлено вимоги до СУЯ фармакологічної галузі. Розроблена система реалізує відповідність всіх форм препаратів вимогам виробничої, лабораторної і клінічної практик; точне і повне відображення інформації про виробництво та контроль якості у документації визначених форм; контроль за термінами зберігання ЛРС; здійснення регулярного аудиту з метою оцінки ефективності і придатності СУЯ [2]. Програмний комплекс СУЯ продукції ЛРС реалізовано засобами СУБД MS SQL Server та інтегрованого середовища розробки MS Visual Studio. Впровадження системи на підприємстві забезпечить реалізацію принципів управління, закріплених в стандартах ISO 9000.

Керівник: Молодецька К.В., доцент

1. ДСТУ ISO 9000-2001.
2. Н.М. Лобанчикова, К.В. Молодецька, І.А. Пількевич, І.І. Сугоняк, *Основи побудови автоматизованих систем управління* (Житомир: ЖДУ ім. І. Франка: 2014).

**Исследование связи эффективности термоэлектрических материалов с показателями надежности охладителей**

Журавлев Ю.И., аспирант

Одесский государственный экологический университет, г. Одесса

Термоэлектрические охлаждающие устройства относятся к числу наиболее перспективных и надежных систем обеспечения тепловых режимов современной электроники: лазерных излучателей, процессорных элементов, инфракрасных приемников излучения, использование которых позволяет снизить массогабаритные характеристики изделий и время их выхода на рабочий режим, что зачастую является критическим показателем изделия.

Одним из важнейших параметров термоэлектрических материалов является его эффективность, в значительной мере определяющая к.п.д. термоэлектрического преобразователя и показатели надежности его функционирования. Интенсивно проводимые исследования по созданию новых полупроводниковых термоэлектрических материалов с повышенной эффективностью в настоящее время не дали ощутимых результатов, ее усредненное значение находится на уровне  $\xi_m = 2,4 \cdot 10^{-3}$  1/К при  $T = 300$ К. Задача повышения показателей надежности термоэлектрических охладителей относится к фундаментальным проблемам создания надежных изделий из компонентов с ограниченной надежностью, поэтому поиск путей повышения показателей надежности термоэлектрических охладителей при существующих ограничениях является актуальным.

Целью проводимых исследований явилась разработка аналитической модели связи эффективности термоэлектрического материала термоэлементов с интенсивностью отказов охлаждающего устройства. Она предполагает решение следующих задач: анализ модели в крайних режимах максимальной холодопроизводительности и минимума интенсивностей отказов; сравнительный анализ параметров и показателей надежности одно и двухкаскадных охладителей при использовании различных сочетаний параметров исходных материалов одинаковой эффективности.

Руководитель: Мещеряков В.И., профессор

## Керування обладнанням з використанням системи ЧПУ – DNC

Толбатов В.А., *доцент*; Толбатов А.В., *доцент*;  
Скляр Д.В., *студент*.; Назаренко О.С., *студент*

Сумський державний університет, м. Суми  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми

За допомогою числового програмного управління (ЧПУ) виконується керування автоматичними верстатними механізмами. Конструкція з ЧПУ має автономний електронний агрегат, який складається з пристрою керування програмами, обчислювальної системи, електричного каналу зв'язку з автомеханізмами верстата. Наскільки широкі можливості ЧПУ, напряду залежить від його характеристик. Використання системи для групового підключення обладнання з ЧПУ до промислового комп'ютера і передавання на них основних керуючих програм виконується по провідним лініям зв'язку. Застосування системи групового керування верстатами з ЧПУ суттєво підвищує надійність та ефективність роботи обладнання, знижує підготовчо-фінальний час і витрати на обробку та впровадження керуючих програм. DNC (Distributed Numerical Control) – система розподіленого ЧПУ, в основі її введення програм керування на промисловий комп'ютер і передачу працюючих програм керування з комп'ютера до ЧПУ обладнання. Передача програм керування з пам'яті промислового комп'ютера на один із верстатів включених в групу керованого обладнання відбувається по провідних каналах зв'язку за запитом, який формується оператором від конкретного верстата. Система груповим керуванням обладнання DNC впроваджується в виробництво для підвищення мобільності та технічних характеристик верстатів, які використовують ЧПУ, підвищення рівня стійкості, зменшення помилок роботи обладнання, відмови від необхідності обслуговування та застосування застарілих фізичних накопичувачів інформації таких як перфострічки, а також технічних пристроїв з їх використання та підготовки, підвищення виробничої мобільності, ефективності використання сучасної обчислювальної техніки та обладнання з ЧПУ. Керування обладнанням з використанням системи ЧПУ – DNC в виробництві актуальне там де ставлять завдання підвищення рівня автоматизації, якості та точності виробництва і зменшення витрат на виробництво.

**Оптимізація режимів управління кільцезокатної машини**

Толбатов В.А., *доцент*; Добророднов О.А., *аспірант*;  
Пархомчук М.С. *студент*  
Сумський державний університет, м. Суми

За допомогою кільцезокатних машин (КМ) виконується прокатка кілець різної форми. Цьому обладнанню характерна велика кількість переваг, серед яких: якість і точність, ефективність виробництва, оптимальне енергоспоживання та інші. Багато деталей, у тому числі підшипники, фланці, шестерні, втулки та колеса, виробляються за допомогою КМ. У кімнаті оператора знаходиться пульт управління, за допомогою якого оператор задає необхідні параметри заготовки, необхідні для отримання на виході машини. Основні робочі елементи КМ – електродвигун, який приводить в роботу машину та вали. Система валів складається зі стаціонарного зовнішнього та внутрішнього притискного валів, двох похилих торцевих валів, які мають форму конуса, фіксаційних та опорних. При розкатці відбувається деформація заготовки в напрямку радіуса кільця двома валками, з яких зовнішній є приводним, а внутрішній – неприводним натискним. Похилі конічні валки деформують кільце в напрямку осі. У міру збільшення діаметра кільця похилі валки переміщуються в напрямку, щоб стінка кільця була постійно між валами. Важливим елементом є ультразвукові давачі, вимірювачі швидкості та інші вимірювальні пристрої для надання даних автоматично. У машині є додаткові елементи автоматичної системи, які відповідають за самостійне змазування пристрою тоді, коли це необхідно. Комп'ютерні системи з програмою підтримки оператора дозволяють за рахунок оптимізації функціонування машини домагатися відтворюваності впливу на процес розкатки та допомагають у виборі оптимальних параметрів. Програмне забезпечення зводить овальність та конусність кілець до мінімуму, забезпечує досягнення вузьких допусків і запобігає дефектності поверхні. Крім того, воно є основою автоматизованих процесів виробництва і тим самим дозволяє здійснювати ефективне та економічне виробництво кілець. Всі процеси розкочування програмуються, а параметри, що вводяться, перевіряються комп'ютером на достовірність та перетворюються в дані, що служать для управління прокатним станом.

## **Розробка опалювального котла на паливі з відновлюваних джерел з інтелектуальною системою керування**

Толбатов В.А.<sup>1</sup>, *доцент*; Толбатов А.В.<sup>2</sup>, *доцент*;  
Холодько С.Г., *студент*; Калітін О.Ю., *студент*

<sup>1</sup> Сумський державний університет, м. Суми

<sup>2</sup> Сумський національний аграрний університет, м. Суми

Створення сучасного опалювального котла на паливі з відновлюваних джерел (кисні та водні) є надзвичайно актуальним науково-технічним завданням [1-3]. Авторами пропонується можливість перетворення (за необхідності) його в котел, який працюватиме на виробленому електричному струмі без недоліків існуючих котлів. Запропонований котел має достатньо високий ККД, а отже і тепловіддачу, яка протікає в три ступені. Перехід на водневе паливо дозволяє вирішити одразу дві проблеми – ресурсну та екологічну. Проведено аналіз різнотипних котлів та зроблені висновки на основі яких розроблено фінальну схему котла з інтелектуальною системою керування, який вмістив в собі максимум позитивних рис та мінімізовані недоліки. Плата управління здійснює повний контроль і управління всіма режимами та функціями запропонованого котла. В основі її роботи лежить мікропроцесор, який керує роботою всієї електронної частини з розробленим програмним забезпеченням для котла. Блок живлення аналоговий зі стабілізацією напруги. Він не має захистів від перевантаження та перевищення лімітів напруги живлення. Тому потрібні мережеві фільтри та бар'єри. Це твердження стосується будь-якого іншого котла. У різного роду проблемах часто бувають винні керуючі реле та саме мікросхема в якій знаходяться 7 ключів Дарлінгтона. Інтелектуальна система управління аналізує та керує технологічним процесом, а також комплексно усуває виникаючі недоліки. Сигнали з мікропроцесора приходять на мікросхему, посилюються нею та передаються на керуюче реле.

1. [http://mirtepla.in.ua/index.php?nma=catalog&fla=stat&cat\\_id=1&nums=44](http://mirtepla.in.ua/index.php?nma=catalog&fla=stat&cat_id=1&nums=44)
2. <http://www.wirbel-rus.ru/news/250/>
3. <http://elektronika-muk.ru/praktika/elektricheskaja-shema-kotla.html>



## Проектирование робота на базе подвижной платформы

Американов А.А., студент; Романов А.Ю., ассистент

Национальный исследовательский университет

«Высшая школа экономики»,

Московский институт электроники и математики, г. Москва

В современном мире роботы всё чаще используются как для повседневных нужд, так и для специфических задач (например, в 2002 году компания iRobot представила первое поколения серийных роботов пылесосов Roomba [1], предназначенных для поддержания чистоты полов в жилых помещениях).

Базовым узлом любого робота является его платформа. Наземные платформы обычно бывают трёх вариантов: гусеничные, колёсные и те которые используют для передвижения конечности [2]. В проекте было решено делать платформу на колёсной базе. Данное решение было принято из-за простоты его реализации и экономичности.

Платформа приводится в движение шаговыми двигателями, которые подсоединены к задним колёсам. Повороты осуществляются передними колёсами, которые подсоединены к рулевой системе. Контроль рулевой системы осуществляется сервоприводом. Управление сервоприводом и шаговыми двигателями осуществляется платой Arduino Mega на базе микроконтроллера ATmega2560. Данная плата также отвечает за сбор информации, с различных датчиков. Основная обработка информации осуществляется на одноплатном компьютере Cubieboard 4 (CC-A80). Передача данных между Arduino и Cubieboard осуществляется по Ethernet кабелю.

В проекте планируется использование следующих датчиков и устройств: ультразвуковые дальномеры – для измерения расстояния до препятствия; камера – для обнаружения и распознавания объектов; микрофон – для распознавания звуков.

Разрабатываемый робот может использоваться для различных задач, начиная от робота-гида для проведения презентаций в помещениях до реализации поискового робота, робота помощника для незрячих или нуждающихся в уходе людях.

1. J.L. Jones, *Robotics & Automation Magazine, IEEE* **13(1)**, 76 (2006).
2. F. Michaud, *Autonomous Robots*. **18(2)**, 137 (2005).

## Порівняльний аналіз чутливостей вейвлет-методів Добеші та Хаара до шумових дефектів різних типів

Бага Л.М., аспірант.; Павлов А.В., доцент  
Сумський державний університет, м. Суми

Вирішення задачі підсилення властивостей одного методу вейвлет-фільтрації за рахунок іншого методу не можливе без відповідного порівняльного аналізу переваг і недоліків окремих алгоритмів. Основними якісними показниками для порівняння методів можуть бути локалізація шумових дефектів, чутливість до яскравостей пікселів, ширина смуги пропускання відповідного методу та ін.

Було прийнято рішення для методів Добеші та Хаара провести порівняльний аналіз за якісними параметрами описаними вище з перспективою використання отриманих даних в майбутньому для більш ефективного вибору базового методу та методу-спостерігача під час фільтрації конкретного зображення. Мається на увазі, що: один метод виконує базове вейвлет-перетворення; оцінюються результати його роботи на наявність ефективної локалізації шумових дефектів в різних шарах зображення; за необхідності, коректуються відповідні шари зображення з результатами базового методу даними іншого алгоритму таким чином, що кінцевий комбінований результат має мінімальні втрати деталізації об'єкту відносно оригіналу цифрового зображення та результатів окремо використаних базового вейвлет-алгоритма та методу-спостерігача.

Результатами проведеного аналізу є наступне: метод Хаара є більш діючим в плані локалізації точкових шумових дефектів великої інтенсивності та менш чутливий щодо шумових дефектів малої інтенсивності з площею у декілька пікселів, внаслідок достатньо широкої частотної смуги пропускання; метод Добеші має меншу частотну смугу пропускання в порівнянні з попереднім алгоритмом, що дозволяє забезпечити ефективну локалізацію шумових дефектів малої інтенсивності з площею у декілька пікселів ігноруючи точкові шумові дефекти великої інтенсивності. Це дає право обирати базовим методом метод Хаара для цифрових зображень отриманих, наприклад, ПЗС-матрицями в умовах низької освітленості, а метод Добеші для зображень, отриманих CMOS-матрицями в умовах підвищеної освітленості.

## A Device for Successive Injection Analysis

Tychkov V.V., *senior teacher*;  
Trembovetskaya R.V., *associate professor*  
Cherkassy State Technological University

In practice of liquid environments parameters control of chemical-technological processes and quality of technological water a wide use is found measuring in the running analysis methods.

In the process of development of the informatively-measuring checking of quality of technological water systems the task of device planning was distinguished for realization of injection analysis directly for the ecological monitoring of environment and automation of control and management chemical-technological processes.

We are work out a device (request u 2014 10223) allowing to conduct measuring in the stream of technological water that enters measuring channel of running crack detector. Before measuring sample-preparing and filtration of sample that gets in the channel of knot of correlation of charges is additionally producible in a detector.

A device is plugged in itself by one angle cock, knot of correlation of charges, reactionary mixer, running crack detector, pump. The worked out device is built on a block-module type. If necessary instead of two-thread faucet it is possible to use crack valves or electromagnetic metering devices. As detectors it is possible to use different combinations of solid-state ion-selective electrodes on the method of concentration element that and to combine the ionometric method of analysis with the coulometric generating of the determined components.

As a knot of correlation of charges it is possible to use a crack running device with different correlation of solutions of test and base-line electrolyte. Correlation can be regulated long, in high and breadthways, or by the form of cross-sectional of mudstone channel.

A device is approved on express-analysis of natural water and technological solutions and allowed to decrease the error of analysis for an account application of injection analysis.

For measuring of iodine-iodide systems redoxs we used a coulometric crack generator with iodide-selective measuring and comparison electrodes.

## Розробка інтелектуальної системи керування двигуном внутрішнього згорання на киснево-водневому паливі

Толбатов В.А.<sup>1</sup>, доцент; Толбатов А.В.<sup>2</sup>, доцент;

В'юненко О.Б., доцент;

Ямкін М.В., студент; Таран І.В., студент

<sup>1</sup> Сумський державний університет, м. Суми

<sup>2</sup> Сумський національний аграрний університет, м. Суми

Водневий двигун внутрішнього згорання (ДВЗ) потужна та разом с тим небезпечна модифікація стандартного ДВЗ. Паливна система (ПС), як дизельного так і бензинового двигуна, не підходить для водню та кисню. Тим паче, що останній потребує дві впускні форсунки, які треба контролювати роздільно. Саме тому авторами розроблено інтелектуальну систему керування (ІСК), яка відповідає наступним вимогам: точністю, надійністю, безпечністю, простотою (рис. 1).

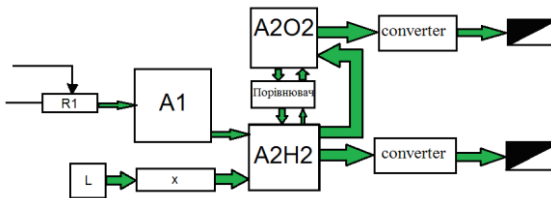


Рисунок 1 – Блок ІСК ПС ДВЗ на киснево-водневому паливі.

A1 – блок перекладу опору в показник кінських сил. A2H2 - логічний блок відповідає за розрахунок необхідної кількості водню при отриманому значенні потужності. Блок A2O2 розраховує кількість кисню виходячи з даних про розраховану масу водню. Порівнювач унеможливує критичні значення речовини в ДВЗ та зменшує частку водню, щоб співвідношення між масами було менше ніж 2:1. ІСК дозволяє узгоджувати кількість подаваного палива з режимом та навантаженням двигуна, швидко реагувати на зміну умов експлуатації.

На базі розробленої ІСК ПС ДВЗ на киснево-водневому паливі були проаналізовані різнотипні інжекторні системи та запропоновані деякі покращення до їх конструкції відповідно до сучасних потреб.

**Adaptive Algorithm for Interpretation of Low-frequency Noise DFT**Reschikoff S.E., *PhD student*

Ulyanovsk State Technical University, Ulyanovsk

In the electronics low-frequency noise is often used for reliability estimation of semiconductor devices. Spectral power density of this noise proportional to  $1/f^\gamma$ , where  $\gamma$  is the spectral exponent. In [1] shown, that for spectral analysis of non-white noise exists optimum resolution bandwidth. Total mean square error of the estimate is minimal when analysis filter bandwidth is optimum. In [1] it is shown that DFT could be represented as result of processing by filters with different bandwidths by means of frequency averaging. In [2] formula optimum resolution bandwidth for low-frequency noise as a function of spectral exponent is given. But it is not considered its applicability to the DFT, as well as a method for finding spectral exponent before main measurement.

The simplest method of exponent measurement is measure power spectral density (PSD) of noise on two frequencies [2]. As known, there is bias error of PSD measurement. This systematic error is depending on  $\gamma$  and relative bandwidth of analyzing filter. Obviously this systematic error has impact on error of exponent measurement.

But influence of systematic errors is compensated when relative analysis bandwidths are equal. In this regard, we propose the following algorithm.

On the first stage of processing spectral exponent is calculating. PSD values needed to calculate the spectral exponent obtaining after frequency averaging. Frequency averaging is carrying out so that the relative bandwidth be quite wide, but constant.

On the second stage relative optimum bandwidth is calculating by known spectral exponent. Then frequency averaging the same DFT result is carrying by determined relative optimum bandwidth.

This algorithm is especially useful when using DFT, because we may change analysis bandwidth for the same measurement.

Supervisor: Sergeev V.A., *Associate Professor*

1. A. Piersol, *Shock Vib.* **1**, 33 (1993).
2. V.A. Sergeev, O.A. Dulov, *Meas. Tech.* **51**, 1122 (2008).

## **Модель системи автоматизованого моніторингу територіальних агропромислових комплексів**

Агаджанова С.В., *доцент*; В'юненко О.Б., *доцент*;  
Толбатов А.В., *доцент*; Шамрай М.Ю., *студент*  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми

На теперішньому етапі розвитку територій актуальним є широке застосування систем підтримки прийняття рішень, базою для яких є використання сучасних систем автоматизованого моніторингу територіальних агропромислових комплексів (САМТАК). При вирішенні комплексу завдань моніторингу земель мають бути визначені зміни в стані усіх складових природногосподарського комплексу: ґрунтів, рослинності, ґрунтових та поверхневих вод, природних умов, що впливають на формування і якість земель, крім того, обов'язково необхідно врахувати зміни, що сталися в правовому і економічному стані земель, тому управління системою моніторингу має бути автоматизованим та упереджувачим. При моделюванні САМТАК авторами враховані особливості вітчизняного агропромислового комплексу (АПК). Інформація, яка отримана в результаті проведення моніторингу земель, повинна містити в собі усі відомості про стан земельних ресурсів, які необхідні і достатні для ухвалення управлінських рішень в сфері АПК. Проте все це більшою мірою відноситься до актуальних питань управління земельними ресурсами, тому для цілей автоматизації управління територіальних АПК необхідно розширити структуру системи моніторингу земель, яка набирає наступного вигляду: 1) підсистема інформації про природні умови; 2) геоінформаційна підсистема; 3) підсистема інформації про стан ґрунтових та поверхневих вод; 4) підсистема інформації про стан рослинності; 5) підсистема інформації про стан земної поверхні; 6) підсистема інформації про забруднення природного довкілля; 7) підсистема інформації земельно-кадастрових даних; 8) підсистема інформації про стан ґрунтів; 9) підсистема інформації про нерухоме майно територіального АПК; 10) підсистема інформації про людські ресурси територіального АПК.

Таким чином, САМТАК, що містить в собі зазначені компоненти, буде, на наш погляд, мати усі відомості, необхідні для ухвалення оптимальних управлінських рішень у сфері АПК.

## Метод аналізу та оцінки складності робіт

Толбатов С.В., *аспірант*;  
Національний авіаційний університет, м. Київ

Запропонований автором метод поєднує узагальнений інформаційний процес, розроблений автором та включає в себе: формування експертної групи (ЕГ), комплексну оцінку компетентності (КОК) ЕГ, розрахунок чисельності ЕГ, алгоритм обробки масивів експертних даних, оцінку ступеню погодженості висловлювань експертів та алгоритм моделювання робіт (посад). Метод передбачає паралельне виконання операцій на перших етапах, а саме: «Збір інформації» (ЗІ) і «Формування переліку кандидатів в ЕГ». За дані етапи відповідає особа, призначена відповідальною за здійснення процедури оцінювання складності робіт (посад). До ЗІ залучаються співробітники, які ефективно виконували роботу раніше і мають глибокий досвід її виконання. Відповідальна особа (ВО) організовує заповнення опитувальних листів (ОЛ). Паралельно відбувається формування групи експертів шляхом проходження етапів КОК. ВО також здійснює обробку результатів роботи (ОРР) групи, яка працювала з ОЛ щодо ЗІ, в частині оцінки ступеню погодженості прийнятих оцінок щодо критичних для роботи елементів (задач). По мірі проходження КОК ВО визначає необхідну кількість експертів, виходячи з глибини експертизи та припустимого рівня помилки. Після формування ЕГ та закінчення роботи по ЗІ, перевірки її погодженості, вже члени ЕГ під керівництвом ВО, приступають до ОРР фокус групи, працюючи зі списками критичних для роботи задач (операцій). Етап аналізу передбачає детальне описування роботи, надання відповідей в ОЛ щодо її особливості в розрізі визначених автором в математичній моделі функціональних зон роботи. Оскільки масив отриманих даних є доволі великим і включає в себе в скороченому варіанті 102 питання, на які дають експертні оцінки (ЕО) від 6 до 10 експертів, то матриця відповідей буде включати в себе від 612 до 1020 варіантів ЕО.

В результаті отримуємо бально-факторну модель роботи в розрізі кожного фактору, що дає змогу зрозуміти суть роботи з погляду факторів, відсоткове розподілення факторів в ній та отримати загальну оцінку з метою подальшого ранжирування та визначення тарифних розрядів, класів і т.ін.

## Система керування станціями водопостачання

Кулінченко Г.В., *доцент*; Лихман В.М., *студент*  
Сумський державний університет, м. Суми

В промисловості і житлово-комунальному господарстві має велику кількість таких об'єктів як електростанції, котельні, насосні станції і тому подібне. Функціональні обов'язки працівників подібних об'єктів (часто малокваліфікованого) полягає, як правило, в спостереженні за тим, як працюють агрегати і механізми і простих функцій управління (включення/виключення устаткування в певні відрізки часу і тому подібне).

Система водопостачання є комплексом будівель для доставки певній групі споживачів води в необхідних кількостях і необхідної якості. Крім того, система водопостачання має забезпечувати певну міру надійності, забезпечувати постачання споживачів водою без зниження встановлених показників своєї роботи відносно кількості або якості води (зниження або відключення подачі води або погіршення її якості в неприпустимих межах), що подається.

Сьогоднішній рівень розвитку комп'ютерної техніки а також засобів зв'язку дає змогу перенастроїти більшість подібних об'єктів на автоматичний режим роботи з можливостями дистанційного моніторингу і управління мережею об'єктів з єдиних операторських пунктів. Такий підхід призводить до зменшення витрат на об'єкти, дозволяє зменшити кількість їх персоналу і в той же момент значному покращенні якості обслуговування, вирішенні задач автоматизованого обліку і оптимізації управління технологічними процесами. Отримання об'єктивної інформації дає змогу реально оцінювати істинний стан об'єктів і їх устаткування, що забезпечує ухвалення обґрунтованих рішень для планування організаційно-технічних заходів.

Ця робота має на меті дослідження найбільш важливих аспектів діяльності організації водопостачання житлово-комунальних комплексів і міст, проблем енергозбереження і вироблення конкретних пропозицій з приводу підвищення ефективності галузі.



## Моделирование действий поисковой группы БПЛА

Кучеров Д.П., *профессор*

Национальный авиационный университет, г. Киев

Современные исследования в области применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) ориентированы на поиск возможностей коллективного их использования. Такие исследования в настоящее время сейчас направлены на оборонную сферу, предупреждение и ликвидацию последствий техногенных катастроф и аварий, а также могут быть использованы для поисковых или транспортных задач.

Задача для группы дистанционно управляемых роботизированных средств ставится оператором, которая может быть выполнена согласованно, децентрализованно или же вовсе ориентирована на одновременное выполнение разных задач. Таким образом, типовая структура группового управления роботизированных средств должна иметь единый пульт управления с возможностью постановки задач отдельным средствам и отображения их деятельности.

В случае децентрализованного управления система управления роботизированным средством должна строиться как система с элементами искусственного интеллекта, позволяющая ставить задачу собственным исполнительным органам и контролировать ее выполнение. Отсюда следует, что каждый элемент группы должен иметь иерархическую систему управления, состоящую, как минимум, из двух уровней управления. Верхний уровень отвечает за принятие решений на выполнение задач, а нижний уровень, в свою очередь, отвечает за качество выполняемых задач.

Существуют определенные отличия в условиях применения воздушных и наземных аппаратов, которые заключаются в управляемости и способах доставки роботизированных средств в пункт назначения, полезной нагрузки аппарата, а также контроля за их дальнейшими действиями.

В докладе представляются вопросы моделирования технического использования такой группы и оценка ее показателей технической эффективности, связанных с производительностью и живучестью используемых средств.

## **Сучасні інформаційні технології в управлінні підприємствами на базі SaaS**

Смоляров Г.А., *доцент*; Толбатов А.В., *доцент*;  
Смоляров Ю.Г., *старший викладач*  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми

В процесі управління опираються на інформаційне забезпечення (ІЗ), яке дає змогу керівнику швидко отримувати актуальну інформацію, обробляти та аналізувати її, приймати на її основі своєчасні управлінські рішення. Достатньо повне ІЗ дозволяє оперативно і ефективно управляти підприємством та отримувати конкурентні переваги. Рішення цієї задачі полягає в формуванні ІЗ управління на підприємстві з впровадженням новітніх інформаційних технологій (ІТ) в процес управління.

Однією з новітніх ІТ є технологія SaaS (Software as a service) – це пропозиція програмного забезпечення (ПЗ) користувачу, при якій розробник постачає веб-додатки, розміщує та здійснює їх експлуатацію з метою і можливістю рішення управлінських завдань користувачами через інтернет. Замовник також взаємодіє з системою онлайн. Основні переваги на користь ІТ SaaS: найшвидші строки впровадження; можливість протестувати ПЗ перед прийняттям рішення щодо придбання; надійність та захищеність системи порівняно з внутрішньо-офісними системами; більш високий рівень відповідальності постачальника перед споживачем порівняно з традиційними способами впровадження ПЗ; найшвидші строки впровадження, своєчасність оновлення інформаційної системи (ІС) до повної відповідності необхідним вимогам з мінімальними витратами для споживача; надійність, мобільність та глобальна доступність; SaaS не потребує витрат на основні засоби, окрім робочих станцій. Слід врахувати і фактори, що обмежують використання таких систем: концепція SaaS може бути прийнята не для всіх функціональних класів ІС; прив'язку споживача до єдиного розробника, який надає ПЗ, здійснює його адміністрування та підтримку.

ІТ SaaS є економічно ефективною в порівнянні з традиційними ІС і може бути рекомендована до використання в середніх та малих підприємствах. А її поширення потребує подальшої розробки засад організації центрів інформаційного обслуговування підприємств.

## Path Planning of UAVs

Shumilina U.O., *student*  
National Technical University of Ukraine  
"Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv

Nowadays many aircrafts are designed by different groups of engineers and scientists in whole world. The main requirements for modern machines are more effectively. Major characteristic of every vehicle is time of accomplishment the mission, such as irretrievable resource. So the constellation of UAVs and its control is actual field of research. Group is able to fall to pieces and every UAV will explore its own territory. Therefore, the huge area will be processed in less time. But then the unsolved problem as coordinated cooperation of every UAV with every member of group is emerged. That's why selection of optimal flying curve is very important goal. By Highway or Railway Engineering there are some types of easements for different conditions. One of them is clothoid.

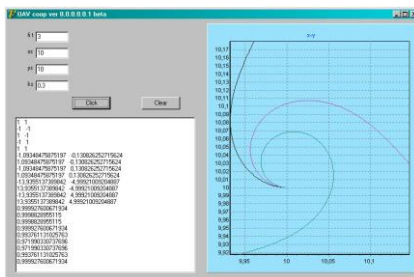


Figure 1 – Results of program calculations.

There was created the program for calculation the trajectory by input coordinates, curvature and angle of easement. This program would be use for further explanations of UAVs' path.

Instructor: Bondar Yu.I., *senior lecturer*

1. Antonios Tsourdos, Brian White, Madhavan Shanmugavel, *Cooperative Path Planning of Unmanned Aerial Vehicles* (United Kingdom: Wiley: 2011).

## Алгоритм статичного управління киснево-конвертерною плавкою

Васьковець О.А., *студент*; Антоненко А.І., *студент*;  
Жук С.В., *асистент*

Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ

Вдосконалення киснево-конверторного процесу безпосередньо залежить від підвищення рівня його автоматизації. Ефективне функціонування системи автоматизації можливе тільки при використанні адекватної математичної моделі процесу і надійного алгоритму керування, який має забезпечити відтворення протікання реакцій рафінування, нагріву ванни і шлакоутворення.

Метою досліджень є створення статичного алгоритму управління киснево-конверторним процесом.

Алгоритм роботи системи передбачає виконання наступних етапів:

1. На початковому етапі здійснюється фільтрація плавок з недостовірною інформацією по таким критеріям достовірності даних, як температура чавуна, маса лому і чавуну, сумарні витрати кисню, час продувки, сумарні маси вапна, вапняку, плавикового шпату, вміст у чавуні кремнію, марганцю, сірки та фосфору, температура сталі.

2. На наступному етапі на основі бази даних, яка містить достовірну інформацію, здійснюється вибірка масиву плавок позитивного досвіду. Отриманий масив плавок використовується для реалізації статичної моделі. Для уточнення моделі прогнозу плавок, які відносяться по критерію “близькості” до одного класу, враховується приріст параметрів моделі по відношенню з їхнім останнім значенням у класі.

Статистична модель управління киснево-конверторним процесом, є частиною загальної стратегії управління, яка дозволяє сформулювати масив плавок.

1. В.С. Богушевський, Н.А. Рюмшин, Н.А. Сорокин, *АСУ ТП производства стали в конверторах* (Київ: Техніка: 1991).
2. В.С. Богушевський, Л.Ф. Литвинов, Н.А. Рюмшин, В.В. Сорокин, *Математические модели и системы управления конвертерной плавкой* (Київ: НПО “Киевский институт автоматки”: 1998).

## Оптимізація робочої технологічної схеми насосної станції за критерієм енергоефективності

Волков М.І., *студент*  
Сумський державний університет, м. Суми

Однією з функціональних складових автоматизованої системи управління (СУ) технологічним обладнанням насосної станції (НС) є підсистема прийняття рішення з оптимального вибору робочої технологічної схеми (ТС) насосної станції. В якості універсальної моделі ТС доцільно використовувати відому регулярну ТС насосної станції та її топологічну модель.

Запропоновано метод побудови топологічної та матричної моделей ТС діючої НС, на підставі універсальної моделі ТС, шляхом виключення елементів, що відсутні або непрацездатні на цей час. Отримані моделі ТС дозволяють закласти в програмному забезпеченні процедури оптимізації шляхів перекачування з позицій мінімізації енерговитрат і раціонального використання технологічного обладнання, що дуже важливо для енергозберігаючого управління режимом роботи технологічного обладнання НС. Зокрема, комп'ютеризована підсистема прийняття рішення з оптимального вибору робочої ТС насосної станції може оперативним чином знаходити оптимальні шляхи перекачування за критерієм максимального к.к.д. технологічного обладнання.

Вимога автоматизації процесу прийняття рішення щодо вибору робочої ТС насосної станції призводить до необхідності розробки комп'ютерних технологій та їх впровадження в практику управління режимом роботи технологічного обладнання НС. При цьому можуть бути отримані рішення супутніх завдань енергозбереження: вибір насосних агрегатів, електроприводи яких доцільно обладнати регульованим електроприводом; складання графіка роботи встановлених на НС насосних агрегатів відповідно до графіка водоспоживання. Запропоновано алгоритм процедури прийняття рішення про вибір оптимального шляху перекачування за критерієм енергоефективності.

Керівник: Черв'яков В.Д., *доцент*

## **Система електроживлення індуктора малооб'ємної індукційної тигельної печі**

Солошенко А.В., *студентка*  
Сумський державний університет, м. Суми

Найбільш розповсюдженим видом малооб'ємних плавильних установок є індукційні тигельні печі. Електричною частиною печі є система живлення нагрівального елемента – індуктора, яка дозволяє плавно регулювати параметри магнітного поля у внутрішньої порожнині тигля, заповненої шихтою. В основі роботи тигельної печі лежить трансформаторний принцип передачі енергії індукцією від первинного кола до вторинного. Первинною обмоткою служить індуктор, а вторинною обмоткою і одночасно навантаженням – розплавляємий метал. Для ефективної роботи печі приходиться жити її струмами високої частоти, що досягається установкою спеціальних генераторів частоти.

Індукційна тигельна піч являє собою енергоємний технологічний об'єкт. Особливістю цього об'єкту є математично невизначена залежність індуктивності індуктора від складу шихти, її кількості, феромагнітних властивостей, щільності, температури. Тому електрична частина печі має відповідати вимогам енергоефективності і забезпечення можливості плавного регулювання потужності та частоти напруги живлення індуктора, а також створювати умови автоматизації та візуалізації технологічного процесу плавки феромагнітних матеріалів.

Малооб'ємність печі дозволяє використовувати резонансні явища в колі живлення індуктора, внаслідок чого інтенсифікується процес плавки та підвищується коефіцієнт потужності установки як критерій енергоефективності. Запропоновано схемотехнічне рішення системи електроживлення індуктора. Результатами випробувань лабораторного зразка підтверджено його працездатність і можливості регулювання рівня потужності живлення індуктора та регулювання частоти струму в індукторі з метою досягнення умови резонансу на частоті основної гармоніки струму для підвищення коефіцієнта потужності (енергоефективності) установки.

Керівник: Черв'яков В.Д., *доцент*

## Визначення параметрів діаграми руху електропривода переміщення робочого органа

Холодцько С.Г., *студент*; Панич А.О., *асистент*  
Сумський державний університет, м. Суми

Електроприводи в наш час є основним джерелом руху робочих органів різноманітних машин та механізмів. Окрім того, вони являються одним з основних споживачів електричної енергії, що виробляється в усьому світі. Серед усього кола задач, що вирішуються за допомогою електропривода, в окрему групу можна виділити задачі переміщення у задане положення відповідних робочих органів, наприклад: ланок роботів, супортів чи столів верстатів, башт чи порталів кранів, візків летучих пил чи ножів летучих ножиць, кабін ліфтів та ін. При організації керування такими електроприводами можна використовувати різні закони зміни швидкості та моменту двигуна в часі, описувані відповідними діаграмами. До них відноситься і закон, якому відповідають трапецеїдальні тахограми, тобто мають місце ділянки з рівноприскореним рухом та рухом з постійною швидкістю, або так званий технічно-оптимальний закон. Завдяки вигідній комбінації корисних якостей він досить широко застосовується на практиці, що забезпечує актуальність досліджень, які пов'язані з покращенням характеристик цього закону.

У роботі розглянутий процес позиціонування та відповідна йому тахограма. Поставлена та вирішена задача визначення її оптимальних параметрів за критерієм мінімізації енерговитрат в електроприводі. Окрім того, окремо досліджений вплив другої похідної швидкості, або ривка, на процеси руху електропривода. Слід зазначити, що, поперше, при реалізації трапецеїдальної тахограми рух в реального електропривода все одно відбувається з кінцевим значенням ривка, а по-друге, досить часто значення ривка свідомо обмежують на певному рівні для покращення якісних показників, за вимогами технології та т.п. Відповідно, досліджений вплив різних значень ривка при імплементації їх до трапецеїдальної тахограми з заданими значеннями прискорення та швидкості на енергетичні та часові показники процесу руху електропривода. Запропонована автоматизована процедура об'єктивного визначення раціонального значення ривка для заданої тахограми.

## Дослідження об'єкта керування лабораторної установки

Галаган О.А., Завгородня Ю.В., *студенти*; Панич А.О., *асистент*  
Сумський державний університет, м. Суми

Робота присвячена дослідженню об'єкта керування лабораторної установки, що має у своєму складі: асинхронний двигун з встановленим на його осі вентилятором; трубу, через яку проходить потік повітря від вентилятора; нагрівальну камеру з електричними нагрівачами, встановлену на шляху потоку повітря; регульовані засувки, встановлені на початку та на кінці труби; давачі температури нагрітого повітря, тиску та розходу. Установка також має систему керування у складі програмованого логічного контролера, перетворювача частоти та операторської панелі, поєднаних промисловою обчислювальною мережею. Наявне обладнання дозволяє моделювати та досліджувати процеси, що відбуваються у системах вентиляції, теплових об'єктах, трубопроводному транспорті та ін. При цьому можна розглядати процеси керування тиском, розходом та температурою.

Для побудови контурів керування установки необхідно визначити математичну модель її об'єкта керування, її структуру та параметри, тобто виконати ідентифікацію об'єкта. Це вимагає проведення експериментів, пов'язаних з подаванням на об'єкт спеціальних тестових сигналів та отриманням масивів даних від давачів, які задають графіки зміни відповідних параметрів. Далі, по отриманих графіках чи з використанням отриманих даних, використовуючи обраний метод ідентифікації, отримують параметри моделі об'єкта. При цьому доцільно застосовувати математичні пакети, які мають засоби для ідентифікації, наприклад System identification Toolbox у складі Matlab. Слід зауважити, що для проведення зазначених експериментів необхідно передбачити у системі керування установки створення відповідних режимів та збір і передачу даних на комп'ютер з засобами для ідентифікації. Найкраще цьому відповідає використання SCADA-системи.

Проведені відповідні експерименти та виконана ідентифікація об'єкта керування, проведено порівняння різних методів. Запропоновані рішення щодо розширення можливостей лабораторного стенда.



## **СЕКЦІЯ 5**

### **«Моделювання складних систем»**

## Синергетична модель фрикційного розм'якшення поверхневого шару льоду

Хоменко О.В., професор; Руденко С.В., студент;  
Хоменко К.П., асистент  
Сумський державний університет, г. Суми

Тертя льоду і снігу має велике значення в побуті, спорті, природі та промисловості [1, 2]. Кінетика тертя льоду визначається такими процесами, як адгезія, поверхнєве плавлення і плавлення під тиском, фрикційне нагрівання, повзучість та руйнування. Питання, чи грає температура або межа текучості льоду вирішальну роль при терті, завжди було предметом дискусій.

Ми стверджуємо, що поверхня льоду розм'якшується при терті в результаті спонтанної появи деформації зсуву, викликаної зовнішнім надкритичним нагрівом [3]. Це перетворення описується рівнянням Кельвіна-Фойгта для в'язкопружного середовища, релаксаційними рівняннями типу Ландау-Халатнікова для зсувних напружень і теплопровідності. Дослідження показує, що вищезазначені рівняння формально співпадають з нелінійною системою Лоренца, де параметр порядку зводиться до деформації зсуву, напруження діє як спряжене поле і температура грає роль керувального параметра. У простішому випадку зв'язок між напруженням і деформацією добре описується моделлю Кельвіна-Фойгта. Вплив температури викликано критичним збільшенням модуля зсуву при зменшенні температури: модуль дорівнює нулю у воді, і він має ненульове значення для льоду.

В цій роботі обговорюється режим тертя розм'якшеної плівки льоду як мастила, тобто модель доречна при сухому терті льоду, коли температура занадто низька, для того щоб лід розплавився. Завдяки використанню адіабатичного наближення отримуються стаціонарні значення основних величин. Розгляд залежності релаксованого модуля зсуву від деформації пояснює пом'якшення поверхні льоду відповідно до стрибкоподібного механізму переходу першого роду.

1. A.-M. Kietzig, S.G. Hatzikiriakos, and P. Englezos, *J. Appl. Phys.* **107**(8), 081101 (2010).
2. F.P. Bowden, T.P. Hughes, *Proc. R. Soc. Lond. A* **172**, 280 (1939).
3. A.V. Khomenko, *Condens. Matter Phys.* **17**(3), 33401 (2014).

**Моделювання нерівноважної кінетики межового тертя**

Хоменко О.В., *професор*; Ляшенко Я.О., *доцент*;  
Кремезний Р.Є., *студент*; Хоменко М.О., *студент*  
Сумський державний університет, м. Суми

Побудована теорія, що описує фазові переходи в ультратонкій плівці мастила, і базується на рівняннях нерівноважної термодинаміки. До розгляду введено температуру поверхонь тертя, і температуру мастила, які відрізняються, але температура мастила задається саме температурою поверхонь, яка є зовнішнім впливом. Іншим зовнішнім впливом є деформування плівки мастила при русі поверхонь тертя. Досліджено симетричне і несиметричне розвинення вільної та внутрішньої енергій за параметром порядку, що є надлишковим об'ємом, який утворюється при плавленні мастила за рахунок його хаотизації.

Побудовані нерівноважні фазові діаграми з різними областями режимів тертя. На діаграмах є області рідиноподібного мастила, що відповідають ковзанню з малим коефіцієнтом тертя, а також області, коли мастило твердоподібне і коефіцієнт тертя великий. Також реалізується область гістерезису, коли стан мастила залежить від початкових умов. Досліджено вплив температури мастила, тиску, а також швидкості зсуву тертьових поверхонь на режими тертя. Для кожної з областей діаграми побудовані кінетичні залежності основних параметрів трибологічної системи. Показано, що зі зростанням тиску фазовий перехід першого роду вироджується, і реалізується фазовий перехід другого роду, зменшується частота фазових переходів плавлення/тверднення, а також збільшується амплітуда сили тертя.

Побудовані кінетичні залежності сили тертя при періодичних зупинках трибологічної системи, за рахунок яких спостерігаються ефекти пам'яті. Опис вказаних ефектів досягається завдяки врахуванню залежності в'язкості від температури і градієнта швидкості, ґрунтуючись на наявних експериментальних даних. При цьому за низьких температур сила тертя має статичну компоненту (мастило твердоподібне), завдяки чому при зупинках системи сила тертя тривалий час не релаксує до нульового значення. Таким чином, при подальшому русі системи вона зберігає свій стан до зупинки.

## Динаміка моделі ФітцХью-Нагумо під впливом кольорових флуктуацій

Федина А.Д., студент; Князь І.О., доцент  
Сумський державний університет, м. Суми

У роботі розглянуто модифіковану модель Фітц-Хью-Нагумо (модель штучного нейрону), узагальнену за рахунок уведення кольорового шуму у рівняння для змінної регенерації. Подібні системи (системи із збудженням) на сьогодні є предметом активного вивчення; вони дозволяють вивчити механізми утворення індукованих шумом структур в аналогових електронних пристроях, реалізацію дифузії за іонними каналами у біологічних системах, передачу сигналів у нейронних системах тощо [1,2]. Було показано, що шум відіграє ключову роль у реалізації цілого ряду процесів, наприклад, когерентного резонансу, синхронізації активних елементів системи тощо.

У більшості робіт досліджується вплив адитивного білого шуму, що дозволяє побудувати рівняння Фоккера-Планка та розв'язати його аналітично для граничних випадків (наприклад, у припущенні швидкої релаксації активатора до свого стаціонарного значення). Цікавим є питання про можливі зміни у динаміці системи за умови впливу кольорових флуктуацій, які є більш природним наближенням до реального шуму.

Розв'язання поставленої задачі було проведене за рахунок комп'ютерного моделювання. У якості моделі кольорового шуму було обрано процес Орнштейна-Уленбека. У роботі чисельно отримані двовимірні залежності для густини ймовірності від змінних системи. Показано, що поступове збільшення інтенсивності шуму приводить до виникнення у системі нового часового масштабу – середнього часу збудження системи. Показана можливість реалізації у системі когерентного резонансу. Встановлено, що час кореляції шуму не змінює (якісно) динаміку системи, незначним чином змінюючи положення екстремумів густини ймовірності та частоту виникнення окремих спайків.

1. S.R. Massanes, C.J.P. Vicente, *Phys. Rev E* **59**, 4490 (1999).
2. D.E. Postnov, S.K. Han, et al, *Phys. Rev E* **59**, 3791 (1999).

## Моделювання ефектів виникнення просторової синхронізації активних елементів у зв'язаному ансамблі

Пахненко С.Д., студент; Князь І.О., доцент  
Сумський державний університет, м. Суми

Як відомо, в основі механізму синхронізації елементів активного середовища (нейронна сітка), лежить поведінка окремого елемента. У реальних системах вплив шуму на активний елемент є, за певних умов, причиною реалізації когерентного резонансу – виникнення регулярної послідовності збуджень (“спайків”) за умови наявності оптимального рівня флуктуацій [1]. У зв'язку цим постає питання про можливість реалізації просторової синхронізації елементів активного середовища при їх зв'язуванні у ґратку за рахунок шуму.

У даній роботі розглянуто модифіковану модель нейрона ФітцХью-Нагумо, узагальнена за рахунок уведення просторової складової та кольорового шуму. Побудована модель має широке практичне застосування, зокрема, може бути використана для пояснення механізмів активації розподілених систем у біології, фізиці, хімії тощо. У представленій роботі зазначена модель досліджувалась шляхом прямого комп'ютерного моделювання.

Чисельний аналіз динаміки моделі показав, що за умови достатньо сильного зв'язку між елементами системи при різних рівнях шуму у системі простежується три різних типи поведінки. Малий шум не здатен викликати синхронізацію елементів: у системі виникають окремі збуджені ділянки. При збільшенні рівня шуму періодично виникають великі кластери збуджених елементів, що говорить про наявність просторової синхронізації. Подальше збільшення інтенсивності шуму приводить до руйнування синхронізації: окремі локальні ділянки системи збуджуються випадковим чином. Оптимальні значення інтенсивності шуму залежать від розподілу параметрів активації та часу автокореляції стохастичної складової. Збільшення часу автокореляції приводить до незначного зсунення оптимальної інтенсивності шуму (при якій реалізується синхронізація) у бік малих значень.

1. A. Pikovsky, J. Kurths, *Phys. Rev. Lett.* **78**, 775 (1997).

## Моделювання ефектів синхронізації двох автоколивальних нелінійних систем

Яворська В., студент; Князь І.О., доцент  
Сумський державний університет, м. Суми

Як відомо, ефект синхронізації нелінійних осциляторних систем полягає у встановленні певних співвідношень між фазами коливань у результаті їх взаємодії. При цьому, у рамках теорії синхронізації розглядають вимушену синхронізацію або взаємну синхронізацію. Остання представляє собою значний інтерес, оскільки дозволяє пояснити механізми синхронізації у багатьох реальних системах: інженерні системи, нейронні сітки, біологічні клітини та популяції тощо. Хоча класична теорія синхронізації, на сьогодні, є практично сформованою, відкритим залишається ряд питань про роль флуктуацій у процесах синхронізації [1, 2].

У даній роботі розглянуто процес синхронізації двох взаємодіючих осциляторів Ван дер Поля у присутності шуму. Для побудови моделі оригінальна модель Ван дер Поля була узагальнена за рахунок введення складової, що описує зв'язок між осциляторами, та кольорового адитивного шуму у кожне з рівнянь. Вивчення динаміки системи проводилося за рахунок комп'ютерного моделювання. Область синхронізації визначалася за різницею фаз осциляторів: стала різниця фаз говорить про реалізацію зазначеного ефекту.

Аналіз біфуркаційної діаграми показав, що механізм взаємної синхронізації у присутності слабкого шуму фактично не відрізняється від синхронізації за рахунок дії на осцилятор періодичної зовнішньої сили. Збільшення інтенсивності шуму приводить до значного звуження області значень параметрів системи за яких відбувається синхронізація. Природно, що різниця фаз не може залишатися сталою, однак, поки її значення не виходить за рамки зазначеної точності, вважається що осцилятори синхронізовані. При великих значеннях шуму простежується ефект руйнування синхронізації.

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).

## Modelling of Ultrashort Electromagnetic Clusters Forming in Two-Stream Superheterodyne Free Electron Lasers

A.V. Lysenko, *Associate Professor*; M.Yu. Rombovsky, *Senior Lecturer*;  
V.V. Koval, *Senior Lecturer*; I.I. Volk, *Bachelor of Science*  
Sumy State University, Sumy, 40007, Ukraine

Two-stream superheterodyne FELs are characterized by exceptionally high rates of the amplification of electromagnetic waves in the submillimeter-IR range. Such high rates of the amplification are achieved through the use of the additional amplification mechanism of SCW due to the two-stream instability [1]. There is a possibility of the generation of ultrashort intense clusters of an electromagnetic field on the basis of such multiharmonic TSFEL as a result of the superposition of many harmonics. Such ultrashort electromagnetic clusters, as well as ultrashort pulses can have wide practical application for a number of fundamental and applied researches in physics, chemistry, biology and medicine.

We focus on the study of the processes occurring in the multiharmonic TSFEL-klystron, which are intended to form ultrashort clusters of an electromagnetic field, and on clarification of conditions necessary for the creation of such clusters. In our study we carry out amplitude, phase and spectral analyses and find out the conditions necessary for short electromagnetic cluster formation in TSFEL. Plural three-wave parametric resonant interactions of wave harmonics are taken into account.

We have developed the cubic non-linear self-consistent theory of multiharmonic two-stream free electron lasers of a klystron type designed for forming of the powerful ultrashort electromagnetic clusters. We have studied the influence of the plural three-wave interactions of the growing SCW harmonics on the dynamics of main harmonic of TSFEL working in the mode of maximal powerful signal amplification. We have shown that accounting of such interactions can lead to the decrease of the saturation level of an electromagnetic signal eight times and more. We show that the forming of the clusters with duration  $\sim 40$  fs is possible in the TSFEL with beam energy  $\sim 3.3$  MeV. These devices can have wide practical applications as sources of powerful broadband electromagnetic signals.

1. V.V. Kulish, *Hierarchic Electrodynamics and Free Electron Lasers* (CRC Press: Taylor & Francis Group: 2011).

## **Моделирование внешнего периодического воздействия на кинетику фрагментации металлов при интенсивной пластической деформации**

Хоменко А.В., *профессор*; Трошенко Д.С., *аспирант*;  
Бойко Д.В., *студент*; Захаров М.В., *студент*  
Сумский государственный университет, г. Сумы

Современный технологический процесс нуждается в материалах с улучшенными физическими и механическими свойствами. Эти свойства, как правило, достигаются при применении различного рода обработок. Методы интенсивной пластической деформации (ИПД) являются наиболее перспективными для обеспечения формирования наноструктур в различных материалах.

В последнее время развитие теоретических методов для описания происходящих процессов принимает актуальный характер. В связи с этим, на основе концепции фазовых переходов Ландау разрабатывается теория, которая позволяет описать разрушение квазихрупких материалов и измельчение зерен в процессе обработки металлов методами ИПД. Однако, представленная теория не позволяет объяснить многие важные особенности процесса ИПД.

Цель исследования состоит в описании фазовых переходов при измельчении зернистой структуры с точки зрения внутренней энергии, изучении взаимодействия нескольких типов дефектов, которое влияет на формирование предельной структуры, и анализе кинетики установления стационарных значений плотностей дефектов.

Введены соответствующие переменные для описания образующихся дефектных структур, которые позволяют учесть два канала диссипации энергии - тепловой и образования дефектов. В результате исследований найдены условия формирования двух предельных структур, отвечающие режиму, при котором существует смесь зерен различного размера. В рамках адиабатического приближения исследована кинетика установления стационарных значений плотностей дефектов. Установлено, что тип формируемой предельной структуры зависит от начальных значений плотности границ зерен. В случае внешнего периодического воздействия, в зависимости от его частоты и амплитуды, возможно установление различных режимов фрагментации.



## Динаміка формування неоднорідних просторових структур в межовому шарі мастила у процесі тертя

Жмака К.С., студент; Ляшенко Я.О., доцент; Заскока А.М., аспірант  
Сумський державний університет, м. Суми

Запропонована робота присвячена вивченню особливостей просторово-часової еволюції основних параметрів з урахуванням неоднорідного розподілу напружень, деформації та температури по площині змащувального шару в рамках синергетичної моделі межового тертя. Показано, що в даному випадку в мастилі за площиною контакту формуються два типи доменів – з додатними та від’ємними значеннями напружень. З плином часу відбуваються процеси злиття дрібних доменів у більші, що приводить до однорідності мастила, і за всією площиною контакту реалізується одне і те саме значення зсувних напружень, яке задає відносну швидкість руху блоків, що труться. Досліджено зміни в часі таких характеристик, як фрактальні розмірності одержуваних розподілів напружень за площиною контакту, периметр доменів, їх кількість та середня площа. Характер еволюції до стаціонарного стану істотно залежить від початкових розподілів параметрів за площиною контакту. У нашому випадку початковий розподіл величин є Гаусовим, причому напруження і деформація обираються як додатні, так і від’ємні, а температура приймає тільки додатні значення. У роботі розглядається ситуація, коли система з плином часу стає однорідною, проте можна підібрати параметри, за яких реалізується режим детерміністичного хаосу, у якому доменна структура постійно змінює вигляд з плином часу і стаціонарний режим руху не встановлюється. Така ситуація відповідає реалізації режиму переривчастого тертя і виходить за рамки проведеного дослідження. Отримані результати можуть бути використані як для пояснення конкретних експериментів, так і в методологічних цілях, наприклад, при чисельному аналізі загальновідомої системи Лоренца.

## Решение уравнений динамики физических систем в канонической форме

Шемелова О.В., доцент

Нижекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Нижнекамск

Исследование физических систем, на которые наложены голономные и неголономные связи приводит к построению уравнений динамики, гарантирующих стабилизацию связей при численном решении. Для исследования задачи управления динамикой обычно используются уравнения в форме Лагранжа или Гамильтона. В работе предлагается метод решения задачи управления динамикой систем различной физической природы с неголономными связями, описываемая уравнениями Гамильтона в канонических переменных  $t, q, p$ , где  $q = (q_1, \dots, q_n)$  – вектор обобщенных координат,  $p = (p_1, \dots, p_n)$  – обобщенные импульсы, определяемые равенствами:  $p = \partial L / \partial \dot{q}$ , где  $L = L(q, \dot{q}, t)$  – функция Лагранжа. Уравнения динамики в форме Гамильтона позволяют представить уравнения второго порядка [1] системой  $2n$  уравнений первого порядка, разрешенных относительно производных.

Использование уравнений программных связей и соответствующих уравнений возмущений связей позволяет учитывать отклонения от уравнений связей и обеспечивать устойчивость многообразия, соответствующего дифференциально-алгебраическим уравнениям [2].

Численное решение полученных дифференциальных уравнений, разрешенных относительно старших производных, может быть осуществлено стандартными численными методами.

1. R. Layton, *Principles of analytical system dynamics* (New-York: Springer-Verlag: 1998).
2. О.В. Шемелова, *Проблемы и перспективы развития химии, нефтехимии и нефтепереработки: материалы международной научно-практической конференции* 2, 86 (2014).

## Systemic Approach to Estimation of Operational Risks

Kozhukhivska O.<sup>1</sup>, *Assistant professor*; Bidyuk P.<sup>2</sup>, *Professor*;  
Kozhukhivskiyi A.<sup>1</sup>, *Professor*; Kolesova M.<sup>2</sup>, *magistrate*

<sup>1</sup>Cherkassy University of Technology, Cherkassy

<sup>2</sup>National Technical University of Ukraine  
“Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv

The problems of financial and other risks estimation and management are highly urgent as of today due to substantial losses that emerge as a result of underestimation of the risks or inappropriate countermeasures. The systemic approach to modeling and estimation of operational risks is based on system analysis ideas that refer to hierarchical data processing, modern techniques for estimation of model structure and parameters and taking into consideration possible uncertainties related to data and estimation techniques. The approach also includes the possibilities for control of relevant computational processes by appropriate sets of quality criteria so that to provide high quality of final result. It supposes performing of analysis of internal and external influence factors to various sides of financial company activities including stochastic disturbances of different nature and types, application of statistical simulation techniques in the frames of decision support systems (DSS) constructed on the purpose.

An operational risk is the risk of loss due to inadequate or failed (partially or completely) internal processes, people and information processing systems inside of financial organization or from external events. The frequency of OR losses are modeled using counting processes. The severity of OR losses are generally estimated with fat-tailed distributions. The empirical distributions used include Poisson and negative binomial distribution (for frequency); lognormal, gamma and Weibull distributions (for severity). Also popular are generalized extreme value (describes maxima and minima) and generalized Pareto distribution (for peaks-over-threshold description). Neural networks are useful for description of complex relationships between variables that cannot be modeled with linear models. The promising approach used in our study is based on Bayesian networks that allow expert and data inputs, i. e. combinations of subjective inputs and empirical observations.

## Метод определения статистических параметров атмосферных помех

Осинин В.Ф., профессор; Четвериков С.Ф., ассистент  
Липецкий государственный технический университет, г. Липецк

Для оценки качества функционирования радиоустройств при атмосферных помехах, прежде всего нужно иметь сведения о распределении среднего числа выбросов при выполнении условий стационарности, функции амплитудного распределения вероятностей атмосферного шума и о методе ее преобразования из одной полосы пропускания приемного устройства в другую во всем диапазоне амплитуд поля атмосферного шума, и, о методе пересчета (трансформации) из полосы в полосу импульсных параметров помех, содержащих среднюю и среднеквадратичную напряженности поля.

Для получения перечисленных сведений напряженности электрической составляющей электромагнитного поля в точке приема следует разработать методы их экспериментального определения при помощи обобщающей эмпирической модели (1) представленной для значений пороговых уровней огибающей напряженности поля нормированных по среднеквадратичному уровню этого поля, для сравнения экспериментальных кривых  $P(E > E_0)$  и  $N(E > E_0)$  в одном масштабе с графиками  $P(E > E_0)$ , представленных в [1].

$$P(E / E_{\text{ср.кв.}} > E_0) = \begin{cases} \left[ 1 + \left( \frac{E_0}{10^{b_1/q_1} E_0'} \right)^{q_1} \right]^{-1}, & 0 \leq E_0 \leq 10E_s; \\ \left[ 1 + \left( \frac{E_0}{10^{b_2/q_2} E_0'} \right)^{q_2} \right]^{-1}, & 10E_s \leq E_0 \leq \infty, \end{cases} \quad (1)$$

Для сравнения экспериментальных кривых  $P(E > E_0)$  и  $N(E > E_0)$  в одном масштабе с графиками  $P(E > E_0)$ , представленных в [1], пороговые уровни были нормированы по экспериментальному среднеквадратическому уровню напряжения огибающей поля помех.

1. World distribution and characteristics of atmospheric radio noise 10th Plenary Assembly, Int. Telecommun. Union. Int. Rad. Consult. Comm. Geneva: 1964. Report 322. – 62 p.

## Система информационного обеспечения для планирования многостадийных процессов радиационной обработки

Хоткевич Е.В., студент; Лазурик В.М., старший преподаватель  
Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина,  
г. Харьков

В рамках любого радиационно-технологического (РТ) процесса необходимо обеспечить надежность, оптимальность и стандартизованность облучения. Решение этих задач экспериментальными методами требуют значительных затрат. RT Office [1] – пакет, предоставляющий набор специализированных программ, которые позволяют моделировать методом Монте-Карло процесс облучения тормозным, гамма излучением, стационарными или сканирующими электронными пучками. Для выбора оптимальных параметров РТ установки, как правило, требуется провести большое количество компьютерных экспериментов.

Целью работы является создание информационной системы (ИС), использующей в качестве источника данных хранилище результатов компьютерных экспериментов. Такая ИС позволила бы на основе моделирования процесса облучения одного объекта разными источниками излучения планировать многостадийную РТ обработку в тех случаях, когда это необходимо.

Результатом работы является хранилище, созданное на основе встраиваемого СУБД SQLite с применением Relational OLAP модели, и программное обеспечение, разработанное на C#. Проблема представления динамической составляющей данных решена за счет их сериализации и использования двоичных BLOB-полей.

Разработанная ИС позволит использовать результаты компьютерного моделирования при последующих решениях оптимизационных задач.

1. V.T. Lazurik, V.M. Lazurik, G. Popov, Yu. Rogov, Z. Zimek, *Information System and Software for Quality Control of Radiation Processing* (Warsaw: IAEA Collaborating Center for Radiation Processing and Industrial Dosimetry: 2011).

**Непараметрична оцінка відносної ефективності  
сільськогосподарських підприємств України  
в галузі виробництва та реалізації зернових культур**

Долгіх Я.В., *доцент*

Сумський національний аграрний університет, м. Суми

Метод DEA [1] дозволяє виявити ефективно працюючі господарюючі суб'єкти і визначити зміни вхідних і вихідних параметрів, необхідні для досягнення межі ефективності. У запропонованій роботі на основі інформації за 2005-2013 рр. [2, 3], за методом DEA оцінена ефективність роботи сільськогосподарських підприємств регіонів України в галузі виробництва та реалізації зернових культур. У розрахунках використовувалася модель ССР, що орієнтована на вхід. Вхідні параметри моделі: 1) відношення працюючих до кількості сільськогосподарських підприємств в регіоні; 2) площа, з якої зібрані зернові та зернобобові культури; 3) кількість тракторів, зернозбиральних машин. Вихідні параметри: 1) виробництво зернових і зернобобових культур; 2) реалізація зернових і зернобобових культур.

За результатами розрахунків, в 2013 р. найменшу технічну ефективність (0,45) мали сільськогосподарські підприємства Луганської області, найбільшу (1) – Вінницької, Київської, Кіровоградської, Одеської, Полтавської, Сумської, Тернопільської, Черкаської, Чернігівської областей. Середня за 2005-2013 рр. відносна ефективність склала 0,84. За методом DEA визначені значення параметрів, при яких господарства стануть 100 % ефективними.

1. A. Charnes, W.W. Cooper, E. Rhodes, *Eur. J. Operat. Res.* **2** No6, 429 (1978).
2. *Сільське господарство України за 2011 рік: Статистичний збірник* (Київ, 2012).
3. *Сільське господарство України за 2013 рік: Статистичний збірник* (Київ, 2014).

**Взаимодействие SH-волн с системой жестких криволинейных включений в полупространстве**

Пилипенко С.А., *студент*  
Сумський державний університет, г. Суми

Одна из важных научно-производственных задач – создание конструкционных материалов, обладающих высокой прочностью, жесткостью и надежностью. В результате эксплуатации в композиционных материалах могут появляться дефекты типа инородных включений.

В настоящей работе были проведены численные исследования максимальных контактных напряжений на системе криволинейных включений типа жестких вставок, находящихся в полупространстве в условиях антиплоской деформации.

Влияние геометрических характеристик заданной системы неоднородностей на напряженно-деформированное состояние полупространства существенно зависит от взаимного расположения отражателей и близости их к границе. В случае набегания гармонической SH-волны на симметрично расположенные (относительно границы полупространства) вставки наблюдается эффект насыщения. Он заключается в том, что параметры напряженно-деформированного состояния, начиная с некоторой конфигурации, практически совпадают с решением соответствующей периодической задачи.

Для повышения эффективности алгоритма – достижения требуемой точности и снижения времени вычислений - применялось распараллеливание алгоритма [2].

Параллельные алгоритмы разрешают значительно сократить время вычислений и более детально проанализировать характеристики волнового поля.

Руководитель: Назаренко А.М., *доцент*

1. А.М. Назаренко, Б.Е. Панченко, С.А. Пилипенко, *Вісник Черкас. універс.* **18 (311)**, 22 (2017)
2. Б.Е. Панченко, А.М. Назаренко, *КИСА* **1**, 172 (2013)

## Цифрова обробка сигналу при діагностиці слуху

Мірошніченко М.О., студент;  
НТУУ «КПІ», Факультет електроніки, м. Київ

Проблема втрати слуху може виникнути в будь-який час. Зниження слуху може призвести до тяжких наслідків - погіршення сприйняття звуків і зниження розбірливості мови. Для діагностики проблеми використовується метод опосередкованого вимірювання еквівалентного об'єму системи середнього вуха із попереднім перетворенням вимірювального звукового тиску в напругу постійного струму, яка є проміжною величиною, зручною для квантування і перетворення у числову форму.

Метою даної роботи є спрощення вимірювання сигналу завдяки модифікації структури та підвищення надійності роботи шляхом виконання процедури смугової фільтрації зонduючого тону на програмному рівні у вигляді цифрового смугового фільтра. Зупинимось на фільтрі Чебишева другого роду. У якості програмного забезпечення обрано пакет MATLAB. Для розрахунку цифрового фільтра слід вказати 3 параметри: порядок фільтра, пульсацію у смузі пропускання та частоту зрізу. За вимогами побудовано фільтр.

Моделювання проводилося засобами MATLAB SIMULINK. Отримані результати моделювання свідчать про те, що синтезований цифровий смуговий фільтр забезпечує відтворення на своєму виході приросту амплітуди вхідного сигналу при зміні його частоти зондування, що означає досягнення поставленої в роботі мети.

Керівник: Лисенко О.М., професор

1. О.М. Лисенко, *Методи і засоби аудіометрії та акустичної імпедансометрії: Монографія* (К.: ТОВ"Спринт-Сервіс": 2012).
2. И.И. Андреев, А.А. Ланнэ, *Цифровая обработка сигналов 2* (2000).



## **Разработка программного обеспечения для анализа результатов компьютерного моделирования в радиационных технологиях на базе СУБД Oracle**

Назаров С.Ю., студент; Лазурик В.М., старший преподаватель  
Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина,  
г. Харьков

Радиационная обработка материалов – общепринятая технология. Для каждого радиационно-технологического (РТ) процесса первоочередным является выбор оптимальных режимов работы, которые обеспечивают допустимый уровень равномерности дозы излучения в объеме обрабатываемого объекта. Радиационно-Технологический Офис (RT-Office) [1] – программный пакет, позволяющий эффективно моделировать процессы облучения. Программы, входящие в пакет, позволяют моделировать РТ процессы методом Монте Карло.

Целью работы является разработка базы данных (БД) для хранения результатов моделирования РТ процесса и программного обеспечения, функционирующего в локальной сети организации. Структуры файлов, подготовленных разными программами пакета, имеют много общего, но есть и незначительные отличия. Поэтому для создания БД используется объектно-реляционная модель Oracle 11gR2. Клиентское приложение реализовано на языке программирования Java.

Разработанное приложение базы данных результатов моделирования РТ процесса позволяет осуществлять поиск данных по различным критериям, анализировать данные с использованием возможностей, предоставляемых СУБД Oracle. Программное обеспечение апробировано на результатах моделирования процесса облучения на гамма установке Каирского радиационного центра.

1. V.T. Lazurik, V.M. Lazurik, G. Popov, Yu. Rogov, Z. Zimek, *Information System and Software for Quality Control of Radiation Processing* (Warsaw: IAEA Collaborating Center for Radiation Processing and Industrial Dosimetry: 2011).

## Прогностическая система экономических процессов

Кетова К.В., профессор; Вавилова Д.Д., аспирант  
Ижевский государственный технический университет имени  
М.Т. Калашникова, г. Ижевск

Проблема анализа экономической информации для прогнозирования процессов в экономике подталкивает к разработке прогностической системы в целях обоснования принятия управленческих решений. Структура прогностической системы включает три основных блока: база данных, расчетно-вычислительная подсистема и блок визуализации результатов.

База данных разработана в программе MS SQL Server и содержит статистические данные экономических показателей, размещенные на официальных сайтах статистики и Федерального казначейства РФ [1].

В расчетно-вычислительной подсистеме осуществляется выбор математической модели для прогнозирования процесса исходя из анализа построенного ретропрогноза [2]. Здесь реализуются регрессионные модели, авторегрессионные модели и модели скользящего среднего, а также модели, построенные с помощью метода главных компонент, и нейросетевые модели. Для оценки качества ретропрогнозов и выбора наилучшей модели прогнозирования рассчитывается среднеквадратичная ошибка, коэффициент корреляции расчетных и статистических значений моделируемого процесса, средняя относительная погрешность.

В блоке визуализации представлены результаты прогнозирования в виде таблиц, графиков и диаграмм.

Представленную систему предлагается использовать в целях прогнозирования экономических процессов в региональной экономике на краткосрочную и среднесрочную перспективу.

1. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. – Режим доступа: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 12.01.2015).
2. К.В. Кетова, Е.В. Касаткина, Д.Д. Насридинова, *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. No4 (28) (Волгодга: ИСЭРТ РАН: 2013).

## Модель оптимального розподілу послідовності пріоритетних заявок у СМО з відмовами

Оксененко А.Ю., студент

Сумський державний університет, м. Суми

Досліджена робота СМО з відмовами і побудована модель оптимального розподілу пріоритетів, яка максимізує імовірність повного обслуговування заявки із сумарного потоку заявок, тобто вираз

$$\sum_{i=1}^n a_i \lambda_i \pi_i \quad (1)$$

де  $\lambda_i$  – щільність потоку інформації  $i$ -го типу;  $n$  – число типів потоку;  $\pi_i$  – імовірність повного обслуговування інформації  $i$ -го типу;  $a_i$  – цінність інформації  $i$ -го типу

Показано, що функціонування даної СМО описується відповідною системою лінійних диференціальних рівнянь.

Якщо інтенсивність  $\mu_i$  обслуговування заявки  $i$ -го типу розподілена за показниковим законом, а цінність інформації  $a_i$  покласти рівній деякій величині  $a$ , то імовірність повного обслуговування заявки із сумарного потоку дорівнює ймовірності того, що СМО буде вільна від обслуговування.

Модель даної СМО досліджена для стаціонарного режиму функціонування. Розглянуто різні варіанти організації обслуговування заявок і сформульовано правило вибору найкращої послідовності пріоритетів, яке визначається співвідношенням

$$\mu_1 \geq \mu_2 \geq \mu_3 \geq \dots \geq \mu_n \quad (2)$$

Знайдено математичне сподівання числа заявок з  $i$ -го потоку за час  $T$ ; коефіцієнт простою СМО; математичне сподівання загального числа заявок, обслугованих за час  $T$ .

Керівник: Супрун В.М., доцент

1. Б.В. Гнеденко, И.Н. Коваленко, *Введение в теорию массового обслуживания* (М.: Наука: 1987).

## Стохастическое моделирование процесса тестирования

Подопригалова А.О., аспирант; Лазурик В.Т., профессор  
Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, г. Харьков

Соответствие результатов компьютерного тестирования уровню знаний испытуемых является важнейшей и актуальной проблемой педагогических измерений [1]. Одним из способов решения этой проблемы, может быть моделирование процесса получения результатов тестирования при заданном уровне знаний и использование результатов моделирования для оценки качества теста и вычислительных методов обработки результатов тестирования.

В настоящей работе предложены алгоритмы компьютерного моделирования процесса тестирования. Исходными данными являются параметры моделей теста и испытуемого. Параметры **теста**: количество заданий, тип заданий и вероятности отгадать правильный ответ для каждого из заданий. Параметры **испытуемого**: уровень знаний –  $Q$  и уровень решительности –  $R$  (вероятность с которой испытуемый сделает попытку отгадать ответ).

**Моделирование ответов**: задания открытого типа – разыгрываются номера заданий, на которые испытуемый дает правильные ответы (равномерное распределение); задания закрытого типа – разыгрываются номера заданий, на которые испытуемый дает правильные ответы (равномерное распределение) и, для всех остальных заданий, с вероятностью  $R$  пытается угадать правильный ответ или (с вероятностью  $(1-R)$ ) отказывается давать какой либо ответ.

Описанный алгоритм реализован как программное обеспечение на PHP и JavaScript. Получены систематические наборы результатов моделирования для испытуемых с различными значениями  $Q$  и  $R$ . Полученные данные обрабатывались с использованием различных вычислительных методов определения уровня знаний по результатам тестирования. Возможности оценки качества теста и вычислительных методов обработки результатов тестирования с использованием такого подхода обсуждаются.

1. А.О. Подопригалова, *КМНТ-2014* (Х.: ХНУ им. В.Н.Каразина: 2014).

## Verification of Two-Parametric Fitting Method for Determination of Electron Beam Characteristics

Popov G.F<sup>1</sup>, *PhD*, Salah A. Sawan<sup>1</sup>, *PhD Student*;  
Lazurik R.V<sup>2</sup>, *Researcher*

<sup>1</sup> V.N. Karazin Kharkiv National University

<sup>2</sup> Ya. Usikov Institute of Radio Electronic, Kharkiv

Computer simulation of radiation processing allows correctly to schedule and control the performance of work on radiation processing installations. In particular, for radiation technology using electron beams (EBs) in the calculations it is required the values of energy characteristics of the electron irradiation. The paper [1] describes a method for the two-parametric fitting of semi-empirical model (PFSEM method) to the results of measuring the depth dependence of the absorbed dose for electron radiation performed by dosimetric wedge.

Presented results of the method approbation on data specially performed in series of measurements indicate the prospects of using the method for determining the energy characteristics of EBs in the practice of radiation-technological centers.

In this report, verification of PFSEM method based on measurements results was performed on the radiation facility with EB accelerator into INCT, Warsaw, Poland [2]. The measurements results were processing for several years, and for a variety of irradiation modes.

Using a large set of measurements results allowed perform the statistical evaluation of several important characteristics PFSEM method, such as uncertainty, the refusal probability and the range of the method applicability.

1. V.T. Lazurik, V.M. Lazurik, G. Popov, Z. Zimek, *East Eur. J. Phys.* **1** No3, 76 (2014).
2. J. Bigolas, Z. Zimek, *Radiation Physics and Chemistry* **63**, 595 (2002).

## Моделирование динамики волн в плазменно-пучковом супергетеродинном ЛСЭ доплертронного типа с электронным винтовым пучком

Лысенко А.В., *доцент*; Алексеенко Г.А., *аспирант*;  
Черета Д.В., *студент*; Остапенко К.А., *студент*  
Сумский государственный университет, г. Сумы

Плазменно-пучковые супергетеродинные лазеры на свободных электронах (ППСЛСЭ) – приборы способные генерировать и усиливать мощное когерентное электромагнитное излучение миллиметрового и субмиллиметрового диапазона длин волн. В этих приборах реализуются одновременно две неустойчивости. Плазменно-пучковая неустойчивость используется для усиления плазменных волн, а благодаря параметрической неустойчивости происходит перекачка энергии от продольной волны пространственного заряда (ВПЗ) электронного пучка в поперечную электромагнитную волну сигнала. Динамика волн исследована в рамках кубического нелинейного приближения.

Для формализации объекта, в качестве исходных используются квазигидродинамическое уравнение, уравнение непрерывности и уравнения Максвелла. Задача движения и концентрации решалась с помощью модернизированного метода усредненных характеристик. Полевая задача решалась методом медленно меняющихся амплитуд. В рамках метода усредненных характеристик был произведен переход от уравнений в частных производных к их характеристикам – уравнениям в полных производных. Далее к этим уравнениям применена процедура асимптотического интегрирования. В итоге была получена кубическая нелинейная система дифференциальных уравнений для амплитуд гармоник волн сигнала, накачки и ВПЗ.

Полученная система уравнений анализировалась стандартными численными методами. В результате были определены уровни насыщения и выяснены механизмы насыщения для ППСЛСЭ доплертронного типа с винтовым электронным пучком. Показано, что с увеличением угла влета пучка возрастают уровни насыщения волны сигнала, увеличивается электронный КПД по сравнению с ППСЛСЭ, в котором имеет место осевой влет пучка. Это возрастание объясняется тем, что часть кинетической энергии вращательного движения пучка электронов в исследуемом устройстве переходит в энергию излучения.

## Моделювання електромагнітно-акустичних перетворювачів хвиль Релея в програмному комплексі Comsol

Ходневич С. В., студент

Національний Технічний Університете України  
«Київський Політехнічний Інститут», м. Київ

Останнім часом широко почали використовуватись у неруйнів-ному контролі безконтактні електромагнітно-акустичні перетворювачі - ЕМАП.

Проте даний тип перетворювачів має досить низький коефіцієнт перетворення [1]. Його можна збільшити оптимізував конструкцію перетворювача.

Використання комп'ютерного моделювання може спростити і прискорити процес пошуку оптимальної конструкції і параметрів ЕМАП.

Використання Comsol дозволяє створити модель, у якій враховані геометричні параметри і фізичні властивості елементів конструкції [2].

Досліджувалися параметри ЕМАП і вплив на них зміни зазору між перетворювачем і об'єктом контролю (ОК).

Виходячи з отриманих даних можна зробити наступні висновки: зі збільшенням величини зазору між контактною поверхнею ЕМАП і ОК, глибина проникнення і щільність вихрових струмів, що наводяться в ОК, зменшуються; при збільшенні величини зазору індуктивність датчика збільшується, що відповідає зміні характеристик реального ЕМАП.

Керівник: Лігоміна С. М., старший викладач

1. А.В. Малинка, *Дефектоскопия*, Вып.С. 16 – 20 (1979).
2. Г.Е. Красников, О.В. Нагорнов, Н.В. Старостин, *Моделирование физических процессов с использованием пакета Comsol Multiphysics* (М.: НИЯУ МИФИ, 2012).

## Определение параметров дискретных стохастических потоков

Диденко Е.В., *старший преподаватель*; Лазурик В.Т., *профессор*;

Самилык Е.Ф., *аспирантка*

Харьковский национальный университет  
имени В.Н. Каразина, г. Харьков

Экспериментальные данные, описывающие дискретные стохастические потоки в виде вариационных рядов временных интервалов между элементами потока, получены на основе методов компьютерной обработки видеозаписи транспортных потоков [1]. Известно [2], что распределения временных интервалов в транспортных потоках не удается аппроксимировать с удовлетворительной точностью, используя лишь одну из функций какого-либо классического распределения. Поэтому для описания транспортных потоков используют композиционные распределения, представляющие собой сумму нескольких распределений.

В настоящей работе для аппроксимации экспериментальных вариационных рядов временных интервалов используется композиционное распределение, которое является сочетанием нормального и смещенного экспоненциального распределений. Для подгонки параметров такого вида композиционных распределений к экспериментальным данным, на основе методов Монте-Карло, было разработано специализированное программное обеспечение (ПО).

По результатам проведенной серии вычислительных экспериментов, сделано заключение, что распределения временных интервалов дискретных стохастических потоков, полученные экспериментально, могут быть удовлетворительно аппроксимированы предложенным модельным композиционным распределением. Использование развитого ПО для моделирования кластерных структур в дискретных стохастических потоках, обсуждается.

1. Е.В. Диденко, *Вісник Харківського національного університету* **21** (1058), 29 (Харьков: 2013).
2. May, Adolf, *Traffic Flow Fundamentals*. (NJ: Prentice Hall Englewood Cliffs: 1990).



## Визначення вагових коефіцієнтів груп випробувань при оцінці якості півмасок фільтрувальних в вимірювальній лабораторії

Коваленко І.В., *асистент*

ДВНЗ «Національний гірничий університет», г. Дніпропетровськ

Фільтрувальні півмаски призначаються для індивідуального захисту органів дихання від вдихання повітря, яке може спричинити шкідливий вплив на здоров'я. Їх випробування проводиться згідно ДСТУ EN 149-2003 "Засоби індивідуального захисту органів дихання. Півмаски фільтрувальні для захисту від аерозолів. Вимоги, випробування, маркування" в акредитованій лабораторії.

Оцінка якості півмасок проводиться за трьома групами критеріїв: фізичні випробування, візуальні випробування і суб'єктивні випробування. Кожна група має певну кількість нерівнозначних критеріїв. Для групи фізичних випробувань експертами є працівники випробувальної лабораторії та технологи підприємства. Кількість експертів дорівнює семи, з яких три – висококваліфіковані спеціалісти, а чотири – звичайні люди. Для другої та третьої груп кількість експертів дорівнює п'яти. Це незалежні висококваліфіковані спеціалісти, які мають досвід роботи з продукцією.

Після аналізу різних методів розрахунку вагових коефіцієнтів було обрано метод аналізу ієрархій, оскільки він має в наявності вербально-числову шкалу. Звичайні числові шкали не завжди зручні для зіставлення факторів, які висловлюються в різних розмірностях і поняттях. Особливо складно порівнювати чинники, показниками яких, з одного боку, є кількісні величини, а з іншого – якісні. Важливим чинником також є вбудований критерій якості роботи експерта.

В результаті опитування експертів розраховано вагові коефіцієнти для групи фізичних випробувань, підгрупи оцінки випробовувачів, підгрупи стійкості до зовнішніх впливів, підгрупи механічні властивості. Перевірено якість експертів. Відносна узгодженість не перевищує 10% для першої групи, і 5% для інших підгруп, що дає можливість використовувати отримані вагові коефіцієнти в подальших розрахунках.

1. Т. Саати, Принятие решений: Метод анализа иерархий. / Пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе (М.: Радио и связь, 1993).

## Специфікація та ідентифікація лінійних динамічних систем і прогнозування їх розвитку

Борода А.О., студент  
Сумський державний університет, м. Суми

Математичні моделі в багатьох галузях є ефективним інструментом імітації динамічних процесів та прогнозування подальшого розвитку. Присутність неформалізованих і неоднозначних факторів, швидка зміна явищ – це основні проблеми, що заважають побудові адекватних математичних моделей, які б мали високі імітаційні та прогнозні властивості.

У даній роботі розробляється методика специфікації та ідентифікації лінійної динамічної моделі з відомим входом. Необхідно підібрати такі неперервні керування, за допомогою яких невідомі параметри моделі налаштовуються на такі значення, що забезпечують виконання необхідних додаткових умов і налаштовують динамічну систему на високі імітаційні та прогнозні властивості. З цією метою вводиться у розгляд регулятор, який складається з трьох регулюючих пристроїв, які генерують необхідні додаткові умови на параметри системи диференціальних рівнянь. Неперервні керування знаходяться за допомогою оберненого зв'язку.

Практична реалізація розробленого алгоритму здійснювалася на базі статистичної інформації розвинутих країн Західної Європи для моделі Леонтєва міжгалузевого динамічного балансу [1]. Тут фазовими координатами є валові випуски, а керуваннями – відповідні невиробничі споживання секторів. Отримані траєкторії валових випусків і невиробничого споживання та відповідних коливань відносно встановлених трендів мають якісні імітаційні та прогнозні властивості. Виділення значущих гармонік, характерних для даної макроекономічної системи, дозволяє аналізувати і прогнозувати її подальший розвиток. В роботі проведено прогнозування економіки Франції на наступні двадцять років.

Керівник Назаренко О.М., доцент

1. О.М. Назаренко, А.О. Борода, *Вісник Черкас. Універ.* 38(331), 55 (2014).

## Модель процесу обслуговування клієнтів компанії «Global Bilgi» з застосуванням СМО типу М/М/п/∞

Гец К.В., студент

Сумський державний університет, м. Суми

Розглядається складна система  $S$ , процес функціонування якої описується системою масового обслуговування (СМО) з відмовами. Нехай на вхід СМО надходить  $n$  найпростіших потоків заявок.

Тоді система диференціальних рівнянь, яка описує ймовірні стани СМО, має вигляд:

$$\begin{cases} p'_0(t) = -\sum_{i=1}^n \lambda_i p_0(t) + \sum_{i=1}^n \mu_i p_i(t) \\ p'_i(t) = -\mu_i p_i(t) + \lambda_i p_0(t), \quad i = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (1)$$

де  $p_0(t)$  – імовірність того, що система вільна від обслуговування,  $p_i(t)$  – імовірність того, що в момент часу  $t$  обслуговується заявка  $i$ -го типу,  $\lambda_i$  – інтенсивність потоку заявок  $i$ -го типу,  $\mu_i$  – інтенсивність обслуговування заявок  $i$ -го типу,  $n$  – число потоків.

Розв'язок (1) з урахуванням нормуючої умови  $\sum_{k=0}^n p_k(t) = 1$ , знайдено у явному вигляді, визначено основні характеристичні показники даної СМО. На основі зібраних статистичних даних, щодо обліку завдань, які виконує операційний центр міжнародної аутсортингової компанії Global Bilgi, досліджена ефективність його функціонування в залежності від таких показників як: середнє число секторів, що задіяні в обслуговуванні клієнтів, абсолютну і відносну пропускну здатність операційного центру, імовірність того, що заявка  $i$ -го типу буде обслугована або отримає відмову; як необхідно змінити параметри обслуговування заявок того чи іншого типу, щоб імовірність обслуговування була не менше заданої.

Керівник: Супрун В.М., доцент

1. Б.В. Гнеденко, И.Н. Коваленко, *Введение в теорию массового обслуживания* (Москва: Наука: 1987).
2. Ю.Д. Максимов, *Вероятностные разделы математики* (Санкт-Петербург: Иван Федоров: 2001).

## О реализации моделей для систем финансового планирования

Большаков В.Н., *научный сотрудник*;

Лефтеров А.В., *научный сотрудник*

Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины, г. Киев

Характерным для задачи финансового планирования (бюджетирования) является ее разбиение на большое число последовательно решаемых подзадач расчета отдельных плановых показателей. Основой предлагаемого подхода к автоматизации планирования является выделение типовых операций расчета плановых показателей (прогнозирование, распределение, агрегирование, непосредственный расчет, коррекция), составление системы взаимосвязанных уравнений (модели) и решение системы уравнений средствами РСУБД и SQL. Конструктивно модель представляет совокупность взаимосвязанных математических зависимостей, отображающих реальные экономические зависимости. Модель характеризуется как: динамическая, детерминированная и рекуррентная. Уравнения в такой системе решаются последовательно.

В качестве инструментария для автоматизации работы с такими моделями предлагается использовать РСУБД и SQL. Моделирование средствами РСУБД и SQL (далее SQL-моделирование) представляет собой альтернативу моделированию средствами электронных таблиц и OLAP систем. SQL-моделирование позволяет осуществлять сложные вычисления на основе имеющихся данных. Интегрирование моделей в базы данных существенно увеличивает производительность и управляемость систем автоматизации планирования.

Использование SQL-моделирования для автоматизации финансового планирования улучшает управляемость приложений, их защищенность и расширяет возможности совместного использования приложений. Модель может работать с практически неограниченным множеством данных. Определение и выполнение модели внутри базы данных позволяет избежать переноса больших объемов данных в отдельную среду моделирования. Имея богатую функциональность SQL-моделирование может стать ядром как для приложений автоматизации финансового планирования, так и улучшить реализацию широкого класса аналитических приложений.

## Нелінійна термодинамічна модель межового тертя з урахуванням просторової неоднорідності

Бараніченко В.В., студент

Сумський державний університет, м. Суми

Досліджується плавлення ультратонкого шару плівки мастильного матеріалу, що затиснутий між двома атомарно-гладкими твердими поверхнями [1]. Введено параметр надлишкового об'єму, який відіграє роль параметра порядку, значення якого пов'язується з наявністю в змащувальному матеріалі дефектів і неоднорідностей. Шляхом мінімізації вільної енергії отримано кінетичне рівняння для цього параметра типу рівняння Ландау-Халатнікова.

Про плавленні мастила товщиною менше 10 молекулярних шарів судять по збільшенню його об'єму або коефіцієнта дифузії. Оскільки експериментально спостережуваної величиною з цих двох є об'єм, для опису стану мастила введено параметр  $f$ , що представляє надлишковий об'єм, що виникає за рахунок хаотизації структури твердого тіла в процесі плавлення. Залежність густини вільної енергії  $\Phi$  від надлишкового об'єму у формі розкладання по параметру  $f$  має вигляд[2]:

$$\Phi = \Phi_0 + \frac{c}{2}(\nabla f)^2 - \Phi_0 f + \frac{1}{2}\Phi_1 f^2 - \frac{1}{3}\Phi_2 f^3 + \frac{1}{4}\Phi_3 f^4,$$

де  $\Phi_0, c, \Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \Phi_4$  – константи розкладу.

Показано, що в процесі руху мастило прагне прийняти однорідну по площині ковзання структуру, що призводить до періодичності залежностей основних параметрів від часу в переривчастому режимі. Проаналізовано залежність параметра порядку від швидкості зсуву і показано, що для всіх областей по площині контакту ця залежність має один і той самий вид.

Керівник: Ляшенко Я.О., доцент

1. B.N.J. Persson, *Sliding Friction. Physical Principles and Applications* (Berlin: Springer-Verlag.: 2000).
2. Я.А. Ляшенко, А.В. Хоменко, *Трение и износ***2**, 30 (2011).

## Моделювання теплових процесів при різанні

Гончаров О.А.<sup>1</sup>, доцент; Бондаренко Р.Ю.<sup>2</sup>, студент;  
Васильєва Л.В.<sup>2</sup>, доцент;

<sup>2</sup>Агулов О.В., молодший науковий співробітник

<sup>1</sup>Сумський державний університет, м. Суми

<sup>2</sup>Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ

Відомо, що нанесення зносостійких покриттів на основі нітридів та карбідів тугоплавких з'єднань, широко використовується для зменшення зносу ріжучого інструменту [1]. Використання захисних покриттів на швидкоріжучих сталях зменшує величину зносу, за рахунок сповільнення рекристалізаційних процесів в матеріалі інструмента, а також за рахунок зменшення потужності теплового потоку, діючого на ріжучий інструмент.

Змоделюємо тепловий процес, що протікає в ріжучій пластині та проілюструємо можливість застосування методу шарів або сіток для розрахунку цього процесу. Розглянемо таку задачу теплопровідності. У найпростішому випадку можна вважати, що « потік теплоти » визначається умовами теплообміну з повітряним середовищем  $C_\epsilon$  (зазвичай  $C_\epsilon \approx 0$ ):  $\left\langle \frac{du}{dx}(t, x), h_{s_i} \right\rangle + C_\epsilon (u(t, x) - u_\epsilon) = 0$ , при  $x \in S_i$ ,  $i = 1, 2$ , де  $h_{s_i}$  – нормаль до поверхні  $S_i$ ,  $i = 1, 2$ ,  $U(t, x)$  – температура пластини,  $t$  – час,  $x := (x^1, x^2)$ ,  $\frac{du}{dx} := \left( \frac{du}{dx^1}, \frac{du}{dx^2} \right)$ ,  $C_\epsilon > 0$  – постійний коефіцієнт,  $u_\epsilon$  – температура повітря. У даних позначеннях задача прийме вигляд:

$$\left( \frac{\partial}{\partial t} - C_0 \sum_{i=1}^n \frac{\partial^2}{(\partial x^i)^2} \right) u(t, x) = 0 \quad (\forall (t, x) \in R_+ \times D_n)$$

1. В.М. Мацевитый, *Покриття для режущего инструмента* (Харьков: Вища школа: 1987).

## Моделювання інвестицій в *n*-секторну динамічну макроекономічну систему

Ніколаєнко О.М., студент  
Сумський державний університет, м. Суми

Основним показником розвитку країни є економічне зростання, що покращує матеріальне благополуччя людей та підвищує рівень життя в країні. Інвестиції виступають основною рушійною силою для зростання економіки. Значний внесок в моделювання інвестицій зробив Р.Солоу – лауреат Нобелівської премії з економіки 1987 року, який розглядав макроекономічну систему, як агреговану замкнену одnoseкторну економіку [1].

В роботі досліджується проблема економічного зростання макроекономічної системи на базі динамічної моделі (типу Солоу) з невідомими входами, в якій інвестиції секторів зв'язані лінійним законом з випусками. На вхід системи диференціальних рівнянь подаються випуски секторів, які розглядаються у якості керувань, а фазовими координатами виступають основні фонди. Оскільки статистичні дані відносно основних фондів невідомі на практиці, то замість них використовуються заміщуючі змінні – прирости основних фондів, статистична інформація відносно яких відома. Метод розв'язання полягає у розкладанні фазових координат на трендову та періодичну складові, причому методами економетрики виділяються значущі гармонічні хвилі, характерні для досліджуваної системи. Траєкторії невідомих інвестицій знаходяться ітераційним шляхом з використанням регулятора динамічної системи і принципу оберненого зв'язку [2].

Апробація моделі *n*-секторної економіки на статистичних даних реальної динаміки дозволила відновити невідомі статистичні дані по основним фондам і інвестиціям секторів та знайти їх траєкторії руху, що мають високоякісні імітаційні та прогнозні властивості.

Керівник Назаренко О.М., доцент

1. R.M. Solow, *Q. J. Econ.* **70**, 65 (1956).
2. О.М. Назаренко, *Вісник нац. університету «ХПІ»* **37 (1010)**, 90 (2013).

## Моделювання множинних параметричних взаємодій хвиль з лінійними дисперсійними залежностями

Лисенко О.В., доцент; Кравченко В.М., студент  
Сумський державний університет, м. Суми

Двопотокові та плазмово-пучкові супергетеродинні лазери на вільних електронах (СЛВЕ) характеризуються виключно високими інкрементами підсилення електромагнітних хвиль за рахунок використання двопотокової та плазмово-пучкової нестійкості. Такі нестійкості забезпечують інтенсивне підсилення хвиль просторового заряду (ХПЗ), енергія яких потім перетворюється в енергію потужної електромагнітної хвилі. Хвилі ХПЗ, які підсилюються за рахунок нестійкостей, характеризуються лінійними дисперсійними залежностями. Це призводить до того, що між гармоніками хвилі ХПЗ виникає велика кількість трихвильових параметричних резонансних взаємодій, тобто виникають множинні параметричні взаємодії. Такі взаємодії суттєво впливають на динаміку основної (першої) гармоніки ХПЗ. Разом з цим виникає можливість реалізації особливих режимів роботи СЛВЕ, коли головним завданням є створення потужного мультигармонічного вихідного сигналу. Тобто стає можливим створення мультигармонічних СЛВЕ. Тому задача моделювання множинних параметричних взаємодій хвиль з лінійними дисперсійними залежностями є важливою та актуальною.

Як модель розглядаємо формування вихідного мультигармонічного сигналу як реакцію на спільну дію двох мультигармонічних хвиль через механізм квадратичної нелінійності. Формування вихідного мультигармонічного сигналу через механізм кубічної нелінійності для хвиль з лінійною дисперсійною залежністю розглядаємо як послідовну дію двох механізмів, що описуються квадратичними нелінійностями. В роботі побудовано алгоритм, який моделює генерацію вищих гармонік хвиль з лінійними дисперсійними залежностями за рахунок множинних параметричних взаємодій з урахуванням як квадратичних, так і кубічних нелінійностей. Цей алгоритм реалізовано у вигляді комп'ютерної програми у середовищі Matlab. Роботу алгоритму продемонстровано на задачі генерації вищих гармонік хвиль ХПЗ в прольотній секції двопотокового супергетеродинного лазера на вільних електронах в рамках наближення слабкого сигналу.



## Метод визначення теплових стаціонарних полів в шаруватих конструкціях

Бойко С.Б., старший викадач; Величко О.В., докторант  
Таврійський державний агротехнологічний університет,  
м. Мелітополь

Запропоновано метод розрахунку двовимірних стаціонарних, періодичних по просторовій координаті, теплових полів у багатошарових плитах. У кожному шарі вводилася локальна декартова система координат з початком на верхній межі відповідного шару так, щоб всі осі  $OZ_i$  лежали на одній прямій і були спрямовані вглиб шару. На верхній і нижній межах плити температура описується парними періодичними функціями з однаковими періодами. Кожен з  $n$  шарів характеризується товщиною  $h_i$  і коефіцієнтом теплопровідності  $\alpha_i$ .

Задача про визначення функцій, якими характеризуються зміни температурного поля в кожному шарі, зводиться до розв'язання гармонійного рівняння для кожної з функцій  $T_i(x, z)$ , яка описує температуру в  $i$ -ому шарі. Аналогічний метод для розв'язання задач теорії пружності розглянути в роботах [1,2]. Для неперіодичних задач термопружності метод був введений в роботі [3].

Сформульовано алгоритм розв'язання задачі обчислення стаціонарного теплового поля в  $k$ -му шарі  $n$ -шарової плити. Якщо межові умови на верхній та нижній межах плити описуються скінченими тригонометричними поліномами, то запропонований алгоритм дає точний розв'язок для будь-якої скінченної кількості шарів.

Були проведені числові експерименти для різних граничних умов в тришаровій плиті, шари якої мають однакові товщини, та різні значення коефіцієнтів теплопровідності. Сформульовані висновки, які стосуються виявлених температурних ефектів.

1. О.В. Величко, *Вісник Дніпропетровського університету. Механіка* 1, №6 (2004).
2. І.Г. Величко, *Вісник Дніпропетровського університету. Механіка* 2, №6 (2004).
3. І.Г. Ткаченко, *Прикладні проблеми механіки та математики* №3 (2005).

## Проблема зміщення співвідношення класів при встановленні порогу відсікання для бінарного класифікатора у задачах кредитного скорингу

Солошенко О.М., *аспірант*; Бідюк П.І., *професор*  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ

Метою дослідження є формалізація та наведення формули розрахунку зміщеної долі елементів вибірки нульового класу (bad rate) при встановленні порогу відсікання (cut-off rate) за допомогою статистики Колмогорова-Смирнова [1]. Актуальність дослідження полягає у широкому застосуванні бінарних класифікаторів у задачах кредитного скорингу, зокрема у задачах аналізу відхилених заявок (reject inference) на отримання кредиту [2, 3] з метою включення їх до навчальної вибірки моделі.

Класична формула обчислення статистики Колмогорова-Смирнова має вигляд [1, 2]:

$$K = \max |F(x | y = 0) - F(x | y = 1)|, \quad (1)$$

де  $K$  – статистика Колмогорова-Смирнова,  $F$  – кумулятивна функція умовного розподілу,  $x$  – прогнозована ймовірність належності до одиничного класу (тому  $x \in [0; 1]$ ),  $y$  – цільова змінна.

Формула оптимального порогу відсікання (cut-off rate) [1]:

$$c = \operatorname{argmax} |F(x | y = 0) - F(x | y = 1)|, \quad (2)$$

де  $c$  – оптимальний поріг відсікання.

Пропонована формула зміщеної ймовірності у термінах (1) та (2):

$$p(y' = 0) = p(y = 0) F(c | y = 0) + (1 - p(y = 0)) F(c | y = 1),$$

де  $p(y = 0)$  – початкова доля нульових значень,  $p(y' = 0)$  – кінцева.

1. Э. Мэйз, *Руководство по кредитному скорингу* (Минск: Гревцов Паблицер: 2008).
2. Н. Сиддики, *Скоринговые карты для оценки кредитных рисков* (Москва: Манн, Иванов и Фербер: 2014).
3. О.М. Солошенко, *Наук. вісті НТУУ «КПІ»* 5, 63 (2014).

**Динамічне моделювання коливального режиму  
наноструктуруючого вигладжування за  
допомогою сферичного індентора**

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

В останні роки процес наноструктуруючого вигладжування набув великого значення для інженерних застосувань [1, 2], оскільки являє собою відносно простий і ефективний спосіб модифікування поверхонь механічних деталей, які труться.

З метою дослідження автоколивального режиму та інших режимів згладжування у роботі [3] побудована динамічна модель руху індентора у вигляді

$$my'' + hy' = F_b - F_c,$$

де  $m$  – маса,  $y$  – глибина занурення індентора,  $h$  – коефіцієнт загасання,  $F_b$  – сила, з якою тисне індентор,  $F_c$  – контактна сила. В останній формулі штрихи означають диференціювання за часом.

За результатами дослідження показано, що в широкому діапазоні параметрів існує коливальний режим, у результаті якого поверхня деталі набуває гофрованого вигляду. Модель дозволяє визначити форму поверхні, залежно від основних технічних параметрів, таких як радіус сферичної поверхні циліндра, твердість оброблюваного матеріалу, його модуль пружності, маси індентора, сила згладжування та коефіцієнт загасання. Показано, що результати моделювання якісно збігаються з експериментом по згладжуванню циліндрової деталі. На основі термодинамічної моделі отримано розподіли розмірів нанозерен по глибині деталі після її вигладжування.

1. А.М. Hassan, A.S. Al-Bsharat, *Wear* **199**, 1 (1996).
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**, 48 (2015).

## Моделювання стресорного впливу на адаптивні зміни рослин

Феденко В.С., провідний науковий співробітник; Шемет С.А., здобувач  
Дніпропетровський національний університет імені О. Гончара,  
м. Дніпропетровськ

Стресорний вплив несприятливих чинників середовища спричиняє різноманітні зміни метаболізму антиоксидантних сполук з протекторними функціями у рослин. Для з'ясування закономірностей адаптації рослин необхідне встановлення залежностей цих змін від дози стресора за допомогою математичного моделювання.

Мета роботи – встановити функціональну залежність між накопиченням антиоксидантів фенольного типу у рослин та дозою хімічного стресора.

Проведено порівняльний аналіз впливу ксенобіотиків органічної природи (гербіциди трофі та бюктрил D) із різним ступенем фітотоксичності на рослинний тест-об'єкт. Встановлена залежність змін накопичення фенольних сполук від концентрації токсиканта, яка складається з двох блоків. Перший блок є базовою функцією (поліном другого ступеню), яка задає однакову для обох токсикантів спрямованість змін, і забезпечує можливість порівняльного аналізу ефекту ксенобіотиків на основі розрахунку параметрів функціональної залежності. Другий блок – коливальна функція (синусоїда), амплітуда і період якої можуть змінюватись специфічно для кожного ксенобіотика і залежно від його концентрації. Встановлено, що у якості діагностичного показника адаптивних змін рослин можливе застосування коефіцієнту, який визначає змінну складову періоду функціональної залежності. Зниження цього коефіцієнту для бюктрилу D відповідає підвищенню фітотоксичності цього гербіциду порівняно з трофі. Виявлена періодична дозова залежність накопичення фенольних метаболітів є подальшим розвитком теорії гормезису для живих об'єктів [1]. На основі розробленої математичної моделі запропоновано спосіб диференційної діагностики впливу ксенобіотиків на стійкість рослин (патент України №85040) для дослідження адаптивних змін за стресорного впливу.

1. E.J. Calabrese, L.A. Baldwin, *Ann. Review Pharmacol. Toxicol* **43**, 175.

## Регресивний аналіз координованого росту рослин за токсичного впливу чинників середовища

Шевет С.А., здобувач; Феденко В.С., провідний науковий співробітник  
Дніпропетровський національний університет імені О. Гончара,  
м. Дніпропетровськ

Одним із прикладів моделювання складних систем є аналіз росту рослин, що інтегрально відображає функціональний стан різних процесів у організмі. Проблема встановлення координованих змін при формуванні різних органів рослин ускладнюється у разі токсичного впливу ксенобіотиків.

Мета роботи – встановити залежність показників координованого росту рослин від дози ксенобіотиків.

Токсичну дію хімічних стресорів (важкі метали, гербіциди) встановлювали за лінійним розміром та біомасою кореневої та надземної частин тест-рослин в діапазоні концентрацій в середовищі живлення. Розраховували співвідношення параметрів цих органів і проводили регресивний аналіз залежності отриманого показника від концентрації токсикантів. За математичну модель для опису регресивної залежності обирали поліноміальне рівняння другого ступеню у разі наявності одного чинника середовища. Дорівнюючи нулю першу похідну отриманих регресивних залежностей, визначали екстремум функції – концентрацію ксенобіотика ( $C_{\text{макс}}$ ), при якій спостерігалось максимальне значення співвідношення параметрів органів. Зниження величини  $C_{\text{макс}}$  свідчило про підвищення фітотоксичності чинника середовища.

Комбінований вплив двох іонів металів на рослини визначали за методом планованого факторного експерименту за схемою  $2^2$ , а за математичну модель обирали неповне поліноміальне рівняння другого ступеню для двох змінних. Дорівнюючи нулю перші похідні рівняння за цими змінними, визначали комбінацію концентрацій обох іонів металів, яка відповідала  $C_{\text{макс}}$ . Враховуючи діагностичну значимість параметрів отриманих регресивних залежностей, розроблено спосіб діагностики фітотоксичності ксенобіотиків (патент України №58614).

## Ідентифікація моделі типу Солоу макроекономічної системи

Шапка С.О., студент  
Сумський державний університет, м. Суми

Математичні моделі макроекономіки є не лише ефективним інструментом теоретичних досліджень, але і мають важливе прикладне значення. Вони використовуються для розробки концепцій економічного та соціального розвитку, при вивченні можливих альтернатив економічної політики, для прогнозування систем узагальнених показників національної економіки.

В сучасних умовах особливе значення приділяється моделюванню інвестиційного розвитку. На практиці для цього використовуються моделі Солоу та Рамсея [1]. У даній роботі розглядається математична модель типу Солоу для моделювання та прогнозування інвестиційного розвитку макроекономічної системи. Модель описується диференціальним рівнянням, яке зв'язує основні фонди макроекономічної системи з інвестиціями, причому останні зв'язані лінійним законом з випусками секторів. На вхід системи подаються випуски секторів, а на виході – основні фонди макроекономічної системи. Траєкторії основних фондів шукаються за допомогою декомпозиції на трендову та періодичну складові [2]. Невідомі параметри моделі оцінюються методами економетрики.

Практична реалізація побудованого алгоритму проводилась на реальних даних макроекономічної системи Франції. Отримана траєкторія інвестицій має високі імітаційні та прогностичні властивості, що свідчить про ефективність запропонованої моделі.

Керівник: Назаренко О.М., доцент

1. К. McQuinn, К. Whelan, *Munich Pers. RePEc Arch.* **5892**,1 (2007).
2. А.М. Николаенко, С.А. Шапка, *Сб. науч. стат. V Междунар. науч.-практ. конф. студент и асп.*, 258 (2014).

## Моделирование гравитационных волн в задачах теории Дирака в искривленном пространстве-времени

Конобеева Н.Н., *доцент*; Полунина А.А., *магистрант*  
Волгоградский государственный университет, г. Волгоград

В настоящей работе проводилось моделирование гравитационных волн наиболее общего вида и не следующих из линеаризации Эйнштейна, описываемых следующей метрикой:

$$ds^2 = -2H(x_0, x_2, x_3)dx_0^2 + dx_0dx_1 - dx_2^2 - dx_3^2. \quad (1)$$

Такие гравитационные волны возникают на ранней стадии эволюции Вселенной, они устойчивы и могут оказывать существенное влияние на материю.

Для данной метрики (1) были рассчитаны символы Кристоффеля и произведена проверка аналитическим способом. На основе полученных данных была рассчитана спиновая связность.

В дифференциальной геометрии и математической физике, спиновой связностью называют соединение спинорного расслоения. Это понятие индуцируется каноническим образом, из аффинной связности. Оно также может рассматриваться как калибровочное поле, генерируемое локальными преобразованиями Лоренца [1]. В некоторых канонических формулировках общей теории относительности, подключение спинов определяется на пространственных срезах, а также может рассматриваться как калибровочное поле, генерируемое локальными вращениями [2].

Данные значения позволяют составить и решить уравнения Дирака [3] в искривленном пространстве времени:

$$\gamma_\mu(\partial_\mu - \Omega_\mu)\Psi = 0, \quad (2)$$

где  $\partial_\mu$  – частная производная по координате  $\mu$ ;

$\Omega_\mu$  – компонента спиновой связности.

В выражении (2) по повторяющимся индексам, если не оговорено обратное, подразумевается суммирование.

1. T.W.B. Kibble, *J. Math. Phys.* **2**, 212 (1961);
2. N. Boulanger, P. Spindel, F. Buisseret, *Phys. Rev. D* **74**, 125014 (2006).
3. B. Thaller, *The Dirac Equation* (New York: Springer-Verlag: 1992).

## Використання підходу векторних авторегресій у дослідженні фінансових показників комерційних банків

Маринич Т.О., старший викладач; Гец К.В., студент  
Сумський державний університет, м. Суми

В умовах макроекономічної та фінансової нестабільності особливої актуальності набуває вибір методик та моделей для отримання адекватних та достовірних прогнозів, а також встановлення взаємозв'язків між досліджуваними змінними.

В якості статистичної емпіричної бази було використано щоквартальну звітну інформацію про чистий процентний дохід публічного акціонерного товариства «Укрсоцбанк» [1], щоквартальну інформацію про офіційний валютний курс УАН/USD та номінальний ВВП у фактичних цінах [2] за 2009-2014 роки.

За процедурою Енгла-Грейнджера [3] проведено аналіз систем взаємопов'язаних часових рядів. Перевагою цього підходу є можливість використання малої вибірки статистичних даних, приведених до стаціонарного вигляду. Згідно результатів тесту Йохансена щодо відсутності коінтеграційних векторів, механізмів, що забезпечують довгострокову рівновагу між досліджуваними змінними не виявлено. Проведено аналіз динамічного впливу збурень (шоків) в системі незалежних регресійних рівнянь моделі векторної авто регресії (VAR) на підставі функцій імпульсних відгуків та декомпозиції дисперсії помилок прогнозу ендогенних змінних. Досліджено прогнозні сценарії динаміки процентних доходів банківської установи в залежності від різних траєкторій змінних обмінного курсу та ВВП країни. Адекватність отриманої моделі підтверджується критеріями вибору Акаїке (*Akaike Information Criterion, AIC*) та Шварца (*Bayesian Information Criterion, SC/BIC*), значущими  $F$  і  $t$  статистиками, відповідними тестами на нормальність, гомоскедастичність та відсутність автокореляції залишків моделі.

1. Офіційни сайт ПАТ «Укрсоцбанк»: <http://www.unicredit.ua/>
2. Офіційни сайт НБУ: <http://www.bank.gov.ua/>
3. В.И. Сулов, Н.М. Ибрагимов, Л.П. Тальшева, А.А. Цыплаков, *Економетрия* (Новосибирск: НГУ: 2005).



## Прогнозування та сценарний аналіз депозитного ринку України з використанням авторегресійних моделей

Маринич Т.О., *старший викладач*; Жмака К.С., *студент*  
Сумський державний університет, м. Суми

Метою роботи є короткострокове прогнозування та виявлення можливих довгострокових зв'язків ключових показників розвитку банківської системи, а саме: обсягу депозитів та кредитів резидентів України. В якості інших ендегенних змінних було обрано показники міжбанківського обмінного курсу гривні до долара США та середнього розміру заробітної плати в країні. Аналіз базується на статистичних даних НБУ по місяцях за 2011-2014 роки.

Для короткострокового прогнозування було використано моделі авторегресії – *ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average)* та векторних авторегресій – *VAR (Vector AutoRegression)* [1, 2]. Оцінка можливих довгострокових зв'язків між змінними здійснюється на підставі виявлення коінтеграційних векторів та побудови моделей корекції помилки – *ECM (Error Correction Model)* [3].

Перевірка часових рядів на стаціонарність показала, що розглянуті ряди є нестаціонарними та інтегрованими першого порядку  $I(1)$ ; для ряду заробітної плати проведено сезонне згладжування. За ітераційною процедурою Бокса-Дженкінса [1] здійснена ідентифікація параметрів *ARMA* моделей. В результаті статистичної перевірки їх адекватності визначені найкращі моделі з високими прогнозними властивостями (середня абсолютна процентна похибка складає менше 10%). На підставі виявлених причинно-наслідкових зв'язків між змінними за тестом Грейнджера побудовано *VAR* моделі. Зроблено висновки щодо реакції депозитів та кредитів банківської системи України на шоки економічної політики, представлені зміною показників валютного курсу та заробітної плати. Представлено прогнозу динаміку депозитів за різних сценаріїв валютного курсу.

1. Дж. Бокс, Г. Дженкінс, *Анализ временных рядов. Вып. 1: Пер. с англ. А.А. Левшина* (Москва: Мир: 1974).
2. E. Leeper, C. Sims, T. Zha, *J. Brookings Papers on Economic Activity* 2, 1 (1996).
3. А.А Канторович, *Ж. Экономический журнал ВШЭ* 1, 79 (2003).

## Повторні незалежні випробування з двома наслідками

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

Електронний засіб навчання, представлений у даній роботі, є складовою розробленої моделі навчального процесу вивчення “Теорії ймовірностей та математичної статистики” з використанням комп’ютерних технологій. Для проведення розрахунків за формулами у схемі Бернуллі та збільшення наочності навчального матеріалу з теми “Повторні незалежні випробування з двома наслідками” створений спеціальний інтерактивний калькулятор.

Формулу для знаходження ймовірності появи події  $A$   $m$  разів при  $n$  випробуваннях винайшов Бернуллі. Обчислення ймовірностей  $P_n(m)$  та  $P_n(m_1 \leq m \leq m_2)$  за формулою Бернуллі ускладнюється при досить великих значеннях  $n$  та при малих  $p$  або  $q$ . У таких випадках часто можна використовувати наближені асимптотичні формули.

Створений калькулятор дозволяє обчислювати із заданою точністю значення ймовірності деякого випробування за формулою Бернуллі та за наближеними формулами – Пуассона або Муавра-Лапласа в залежності від вихідних даних; ймовірність появи події хоча б один раз; не менше  $m_1$  і не більше  $m_2$  разів; найімовірніше число успіхів тощо. Додатково калькулятор надає можливість отримувати значення розрахунків за комбінаторними формулами.

Для створення програмного продукту використані HTML5, CSS3, JavaScript, jQuery. Мови розмітки HTML5 та CSS3 дозволили в повній мірі реалізувати інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, оформлення та структуру калькулятора, що забезпечує використання його студентами практично без попередньої підготовки та ознайомлення. Мова програмування JavaScript та її бібліотека jQuery забезпечують реалізацію розрахункової частини калькулятора, графічних побудов та деяких особливостей інтерфейсу (підсвітка, переміщення, приховування або появу деяких блоків, тексту, полів введення і т.д.). Безпосередня побудова многокутника ймовірностей виконується за допомогою нового тегу HTML5 – Canvas (канва) та функцій JavaScript, що безпосередньо реалізують прорисовку графіка.

Калькулятор знаходиться на стадії впровадження у навчальний процес за денною та дистанційною формами навчання СумДУ.

## Самоподібний режим межового тертя при врахуванні деформаційного дефекту модуля зсуву

Манько Н.М., *асистент*; Ляшенко Я.О., *доцент*  
Сумський державний університет, м. Суми

Моделювання поведінки нанорозмірної трибологічної системи, що складається з двох атомарно гладких поверхонь та ультратонкої плівки мастила між ними, проводиться у рамках моделі, що базується на трьох диференціальних рівняннях першого порядку для напружень, деформації та температури змащувального шару [1, 2]. При врахуванні деформаційного дефекту модуля зсуву та впливу шуму основних параметрів, в адіабатичному наближенні отримано і досліджено еквівалентне системі диференціальне співвідношення Ланжевена. Випадкова сила врахована за допомогою моделі Бокса-Мюллера. При чисельному розв'язанні диференціального співвідношення Ланжевена методом Ейлера отримані часові залежності абсолютного значення напружень для режимів сухого та рідинного тертя на часовому інтервалі  $t \in [0, 10^8]$  з кроком  $\Delta t = 10^{-4}$ . У роботі використовується числення Стратоновича, вибір числення Іто приводить до перенормування інтенсивностей шуму, тобто для даної моделі вибір числення впливає тільки на кількісні характеристики.

Відомо, що самоподібній поведінці системи відповідає однорідна функція розподілу. У випадку, коли інтенсивність шуму температури набагато більша інтенсивності шумів напружень та деформації, розподіл ймовірностей для напружень має лінійну ділянку в логарифмічних координатах при  $\sigma < 0,8$ . Перевірка однорідності функції розподілу проводилась за допомогою регресійного аналізу. Високі значення коефіцієнтів детермінації показують, що дійсно спостерігається лінійна ділянка функції ймовірності. Таким чином, степеневий розподіл, характерний для самоподібної поведінки, реалізується в обмеженому діапазоні напружень для описаної моделі трибологічної системи. Самоподібна поведінка спостерігається як для режиму сухого, так і рідинного тертя.

1. I.A. Lyashenko, N.N. Manko, *J. Friction Wear* **34**, 38 (2013).
2. I.A. Lyashenko, N.N. Manko, *Ukr. J. Phys.* **59**, 87 (2014).

## **Моделирование теплосодержания сталеразливочного ковша при внепечной обработке**

Бейцун С.В., *доцент*; Мурдий В.Ю., *студент*  
Национальная металлургическая академия Украины,  
г. Днепропетровск

Внепечная обработка стали характеризуется значительными энергетическими затратами, связанными с поддержанием ее температуры в ковше в заданных пределах. Снижение температуры расплава связано с тепловыми потерями на нагрев футеровки ковша, теплопередачей через нее и излучением с открытой поверхности расплава. Существующие технические средства контроля не позволяют определять теплосодержание футеровки ковша, поэтому возникает необходимость создания математической модели, учитывающей изменения температуры футеровки в ходе операций внепечной обработки.

Моделирование изменения теплосодержания футеровки сталеразливочного ковша выполнено в программном продукте ANSYS, использующим метод конечных элементов. С помощью инструмента Workbench создана геометрическая модель ковша, содержащая геометрические объекты его многослойной футеровки и кожуха, соответствующие свойства материалов и граничные условия.

На модели исследованы основные этапы изменения теплосодержания футеровки ковша. На первом этапе моделировали подготовку ковша – разогрев футеровки ковша от температуры окружающей среды. В качестве граничного условия на внутренней поверхности футеровки задавался температурный режим разогрева. На втором этапе моделировали прогрев ковша находящимся в нем расплавом. В качестве граничного условия на внутренней поверхности футеровки задавалась средняя температура расплава при его внепечной обработке. На третьем этапе исследовали изменение теплосодержания футеровки после опорожнения ковша, когда отток тепла из внутренней полости ковша происходит за счет конвекции и, в основном, излучения. Для всех этапов учтен отвод тепла конвекцией и излучением от внешней поверхности ковша в окружающую среду.

Данная модель может быть использована для прогнозирования изменения температуры стали в ходе внепечной обработки и для корректировки термической подготовки ковшей.

**Модель розповсюдження інфекційного захворювання з щільнісно-залежним коефіцієнтом передачі інфекції**

Лісовенко Н.О., студент  
Сумський державний університет, м. Суми

Модель розповсюдження епідемії з щільнісно-залежним коефіцієнтом передачі інфекції описується системою рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{dX}{dt} = rN - \beta(N)XY - fX \\ \frac{dX}{dt} = \beta(N)XY - fY - (\gamma + \alpha)Y \\ \frac{dZ}{dt} = \gamma Y - fZ \\ \frac{dN}{dt} = rN - \alpha Y \end{cases}$$

де  $X(t)$  – кількість здорових людей в момент часу  $t$ , потенційно сприйнятливих до захворювання;  $Y(t)$  – кількість хворих людей;  $Z(t)$  – число людей, які надбали імунітет;  $N(t)$  – число людей,  $N(t) = X + Y + Z$ ;  $r$  – коефіцієнт народжуваності,  $r = const > 0$ ;  $\beta(N)$  – коефіцієнт передачі інфекції;  $f$  – коефіцієнт смертності, не пов'язаний із захворюванням;  $\alpha$  – коефіцієнт смертності, викликаной захворюванням,  $\alpha = const \geq 0$ ;  $\gamma$  – коефіцієнт надбання імунітету,  $\gamma = const > 0$ .

Для випадку коли коефіцієнт передачі інфекції лінійно залежить від щільності популяції:  $\beta(N) = k + mN$  ( $k \geq 0$ ,  $m \geq 0$ ) знайдено положення рівноваги системи, та досліджено умови їх стійкості та існування. Побудовано фазові портрети системи.

Керівник: Юнда А.М., доцент

## Моделювання розміщення об'єктів соціальної інфраструктури регіону

Назаренко Л.Д., *старший викладач*; Салтиш О.І., *студентка*  
Сумський державний університет, м. Суми

Актуальність проблеми зумовлена не лише потребами повсякденного життя, а й особливостями сьогодення в Україні.

Для створення математичної моделі такої задачі використовується апарат цілочисельного програмування. Загальний вигляд математичної моделі з булевими незалежними змінними:

$$Z = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \max(\min)$$

при наявності обмежень:  $g_i = (x_1, x_2, \dots, x_n) = 0, i = 1, 2, \dots, m$ .

Тестовий приклад. Для 6 населених пунктів необхідно побудувати пожежні станції так, щоб їх було якнайменше і впевнитись, що принаймні одна станція знаходиться не далі ніж за 15 хвилин їзди від кожного населеного пункту. Час, потрібний на шлях зі станції до міста(в хвиликах), задано матрицею.

Цільова функція буде визначати кількість пожежних станцій:

$$Z = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6$$

$$\text{Змінні } x_i = \begin{cases} 1 - \text{якщо станція побудована в місті} \\ 0 - \text{поза межами міста} \end{cases}$$

Розміщення за яким можна дістатись кожного пункту за 15 хвилин, забезпечується системою обмежень:

$$\begin{aligned} x_1 + x_2 &\geq 1, & x_1 + x_2 + x_6 &\geq 1, & x_3 + x_4 &\geq 1, & x_3 + x_4 + x_5 &\geq 1, \\ & & x_4 + x_5 + x_6 &\geq 1, & x_2 + x_5 + x_6 &\geq 1. \end{aligned}$$

Реалізація моделі методом гілок та меж показала  $ext := \{x_1 = 0, x_2 = 1, x_3 = 0, x_4 = 1, x_5 = 0, x_6 = 0\}$ . Оптимальним є побудова лише двох станцій в регіоні.

Модель може використовуватись для планування оптимального розміщення мережі різних установ, таких як сховища, лікарні, аптеки.

1. А.А. Грешилов, *Прикладные задачи математического программирования* (М.: 2009).
2. П.В. Конюховский, *Математические методы исследования операций в экономике* (СПб: Питер: 2010).

## Комп'ютерне моделювання оптимального планування для виробничої компанії

Назаренко Л.Д., *старший викладач*; Носілевець І.Ю., *студент*  
Сумський державний університет, м. Суми

В сучасних умовах, коли підприємства виконують оборонні замовлення, постає проблема щомісячного планування їх режимів роботи для безперебійного постачання продукції споживачам на короткострокову перспективу.

Відомі щомісячні вартості нормального  $C_n$  грн. та посиленого  $C_h$  грн. режимів та відповідні обсяги виробництва  $V_n$  та  $V_h$ . Зміна нормального режиму на посилений у наступному місяці коштуватиме додатково  $R$  грн. Вартість збуту одиниці товару складає  $q$  грн. Початковий запас продукції становить  $M_b$ , на кінець півріччя повинно бути не менше  $M_f$ . Попит на продукцію компанії щомісяця в наступному півріччі складає  $F_t = (f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6)$ ; на кінець місяця на складі повинно бути не менше  $K$  одиниць. Треба спланувати режими бездефіцитної роботи компанії на найближчі 6 місяців.

Математична модель задачі передбачає використання булевих величин  $x_t, y_t, z_t$  що рівні 1, якщо режим роботи відповідно нормальний, посилений та є перехід до посиленого режиму;  $P_t$  – кількість виробленої продукції на місяць  $t$ ;  $I_t$  – інвентаризація товару;  $w_t = 1$ , якщо вироблено за умови  $P_t \geq K$  ( $t = 1, 2, \dots, 6$ ). Встановимо систему обмежень нашої задачі  $t = 1, 2, \dots, 6$ :  $x_t + y_t \leq 1$ ;  $P_t \leq V_n x_t + V_h y_t$ ;  $I_t = I_{t-1} + P_t - F_t$ ;  $K w_t < P_t \leq V_h w_t$ ;  $z_t = x_{t-1} y_t$ . Цільова функція задачі визначає мінімальну загальну вартість виробництва при встановленні бажаних режимів роботи:

$$Z = C_n x_t + C_h y_t + R z_t + q I_t$$

Це задача нелінійного програмування, що розв'язується засобами комп'ютерного пакету Maple. Підходи, використані для побудови оптимізаційної моделі можуть бути реалізовані для планування на підприємствах з іншими типовими умовами.

1. А. Таха Хемди, *Введение в исследование операций* (М.: «Вильямс», 2007).
2. А.И. Орлов, *Теория принятия решений* (М.: Экзамен: 2006).

## Система, эквивалентная системе Лотки-Вольтерра с логистической поправкой

Мусафиров Э.В., *доцент*

Гродненский государственный университет им. Я. Купалы, г. Гродно

Многие процессы реального мира моделируются с помощью систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Однако такие системы часто не интегрируются в замкнутом виде. В этом случае изучение свойств решений можно проводить, используя эквивалентные (в некотором смысле) более простые системы. Теория отражающей функции (ОФ) позволяет (см. [1, 2]) сопоставлять характер поведения систем с одинаковой ОФ. У систем с одинаковой ОФ совпадают операторы сдвига вдоль решений, а для периодических систем совпадают их отображения за период  $[-\omega, \omega]$ . В частности, для всех систем с совпадающей ОФ характер устойчивости решений, при  $t = t_0$  выходящих из одной и той же точки, одинаков.

**Теорема.** Для произвольных скалярных непрерывных нечетных функций  $\alpha_1(t)$ ,  $\alpha_2(t)$  и любых  $a, b \in \mathbb{R}$  система

$$\begin{aligned}\dot{x} &= x(a - bx)(1 + \alpha_1(t)) + 2xy^2\alpha_2(t), \\ \dot{y} &= -bxy(1 + \alpha_1(t)) / 2 + y^3\alpha_2(t)\end{aligned}$$

эквивалентна (в смысле совпадения ОФ) системе  $\dot{x} = x(a - bx)$ ,  $\dot{y} = -bxy / 2$  (частный случай системы Лотки-Вольтерра с логистической поправкой).

**Замечание.** Учитывая, что обычно динамика процессов моделируется на неотрицательной временной полуоси, непрерывные функции  $\alpha_k(t)$  ( $\alpha_k(0) = 0$ ) можно доопределить нечетным образом на отрицательную полуось.

1. В.И. Мироненко, *Отражающая функция и исследование многомерных дифференциальных систем* (Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины: 2004).
2. Э.В. Мусафиров, *Временные симметрии дифференциальных систем* (Пинск: ПолесГУ: 2009).



**Компьютерное моделирование удара упругой сферы с упругим  
полупространством**

Ляшенко Я.А., *доцент*; Литовка С.С., *студент*  
Сумский государственный университет, г. Сумы

В последнее время физика взаимодействия твердых частиц представляет интерес для большинства технологических процессов, связанных с динамикой сыпучих сред. Однако до сих пор не было разработано единой теории взаимодействия частиц при их соударении из-за сложности описания контакта взаимодействующих частиц. Аналитическое решение существует только для простейшего случая, когда при ударе наблюдается полное скольжение без трения. Классический подход описания процесса с полным схватыванием без скольжения содержит существенное противоречие, поскольку воздействие считается упругим, а состояние тела в целом – недеформируемым.

В работе [1] проведено моделирование взаимодействия контактирующих тел без скольжения в зоне контакта на протяжении всего времени соприкосновения. Использование метода редукции размерности [2] позволило провести полный анализ взаимодействия сферической частицы с упругим полупространством. В результате получена аналитическая аппроксимация, позволяющая рассчитать все основные параметры удара.

В данной работе на основе подхода [1] проведено моделирование в широком диапазоне упругих параметров и рассчитаны зависимости углов отражения частиц от угла их падения при различных значениях начальной круговой частоты вращения частиц.

1. I.A. Lyashenko, V.L. Popov, *Sci. Rep.* **5**, 8479 (2015).
2. V.L. Popov, S.G. Psakhie, *Tribol. Int.* **40**, 916 (2007).

## Математичне моделювання соціального явища контркультури

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

Соціальна сфера суспільства знаходиться у постійному русі – видозмінюється. Змінюються склад соціальних груп, культурні комплекси, соціальні взаємовідносини. Властивість соціальних явищ, яка обумовлює їх зміну у прогресивному або регресивному напрямках називається соціальною динаміка. Вивчення соціальної динаміки є важливим напрямом сучасних соціальних досліджень.

В даній роботі досліджується динаміка культурної парадигми суспільства, а саме феномен контркультури. Контркультура – це субкультура, яка різко відрізняється від панівної культури суспільства і є прямим викликом їй. Вона з'являється тоді, коли домінантна культура вже не в змозі відповідати реаліям нового часу. Кількість носіїв контркультури може бути сталою (коли контркультурні цінності локалізовані в межах певної соціальної групи), а може змінюватися під час культурних еволюційних процесів, замінюючи іноді собою домінантну культуру суспільства, як наприклад, монотеїстичне християнство замінило собою політеїстичне язичництво.

Сутність моделі контркультури полягає у тому, що суспільство розділено на чотири основні групи: прибічники даної контркультури; прибічники домінантної культури; особи сприйнятливі до цінностей контркультури з числа прихильників домінантної культури; особи, які були в складі контркультурної групи, але вийшли з неї розчарувавшись в її цінностях. Математична модель записується у вигляді системи диференційних рівнянь першого порядку для щільностей популяцій кожної соціально-культурної групи. В моделі було враховано вплив мас-медіа на зміну культурних цінностей. Проведено чисельний розв'язок системи рівнянь, на основі якого проведено аналіз соціально-культурних змін модельованого суспільства. Показано, що істотний вплив на динаміку процесу чинить «вірулентність» (сприйнятливість) контркультурних цінностей.

Керівник: Юнда А.М., *доцент*

## Прийняття рішень на основі оптимізаційних методів і моделей

Зоренко О.І., старший викладач; Виганяйло С.М., старший викладач  
Сумський національний аграрний університет, м.Суми

При вивченні дисципліни «Прийняття рішень на основі оптимізаційних методів і моделей» доцільно використання економіко-математичних методів і ЕОМ для розв'язання задач, що дозволяє одночасно врахувати всі економічні умови та знайти найкращий варіант. Можливість використання даних методів виражається через написання лінійних рівнянь. Як лінійна може бути записана і цільова функція - математичний вираз критерію оптимальності.

Особливо важливе в соціально-економічній сфері *прийняття рішення* за наявності ризиків (неплатежів, неповернень кредитів, погіршення умов життя і т.д.).

Рішення, що формалізуються, ухвалюються на основі відповідних математичних методів (алгоритмів). Математична модель завдання оптимізації рішення, що формалізується, включає наступні елементи:

1. задану цільову функцію, що оптимізується (критерій керованості):  $\Phi = F(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , де  $x_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) – параметри, що враховуються при *ухваленні рішення*;

2. умови, що відображають обмеженість ресурсів і дій ЛПП при *ухваленні рішень*:  $g_i(x_j) < a_i$ ;  $k_i(x_j) = b_i$ ;  $c_j < x_j < d_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$ ;  $j = 1, 2, \dots, n$ .

Неодмінною вимогою для вирішення завдання оптимізації є умова  $n > m$ .

Залежно від критерію ефективності, стратегій і чинників управління вибирається той або інший метод оптимізації.

Основними є наступні класи методів: методи лінійного і динамічного програмування; методи теорії масового; методи імітаційного; методи теорії ігор; методи теорії розкладів; методи мережевого планування і управління; методи багатокритеріальної оптимізації.

Вибір рішення – завершальний і найбільш відповідальний етап процесу *прийняття рішень*. Тут ЛПП повинне осмислити отриману на етапах постановки завдання і формування рішень інформацію і використувати її для обґрунтування вибору.

**Моделювання навчального процесу вивчення економіко-математичних дисциплін з використанням комп'ютерних технологій**

Шовкопляс О.А., *старший викладач*; Базиль О.О., *старший викладач*;  
Літвіненко О.А., *доцент*  
Сумський державний університет, м. Суми

На сучасному етапі, коли економіка України перебуває у стані дуже глибокої кризи, особливого значення набуває професійна підготовка майбутніх фахівців економічного профілю, які були б здатні розв'язувати складні соціально-економічні проблеми розвитку країни. Насамперед підсилюється роль математичної освіти як основи для засвоєння більшості дисциплін фахового спрямування.

В рамках науково-дослідної роботи (державний реєстраційний номер 0110U002638) розроблена концептуальна модель забезпечення якості навчального процесу вивчення економіко-математичних дисциплін з використанням комп'ютерних технологій; створені електронні навчально-методичні матеріали для забезпечення навчального процесу всіх форм навчання; впроваджені в педагогічну практику комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання.

Отримані наукові і практичні результати:

– спроектовані та розроблені авторські дистанційні курси: “Теорія ймовірностей та математична статистика”, “Дослідження операцій”, “Економетрія”, “Оптимізаційні методи та моделі”, “Математичне програмування”, “Економіко-математичне моделювання”, “Комп'ютерні мережі та телекомунікації”, “Основи інформатики та обчислювальної техніки”;

– впроваджені авторські електронні навчально-методичні матеріали та розроблені в СумДУ технології їх створення у практичну діяльність викладачів кафедри моделювання складних систем СумДУ на денній, заочній та вечірній формах навчання.

Таким чином, інформатизація навчального процесу суттєво впливає на мету та зміст навчання, методи, засоби й організаційні форми занять, збільшується функціональність, наочність, зручність, простота використання матеріалу. Використання комп'ютерних технологій та міждисциплінарних зв'язків при вивченні економіко-математичних дисциплін дозволяє оптимізувати навчальний процес та підвищити мотивацію учбової діяльності студентів.

### Задача опрессовки элементарного участка горизонтального трубопровода

Мамадалиев Х.А., *научный сотрудник*

Центр разработки программных продуктов и аппаратно-программных комплексов при ТУИТ, г. Ташкент

Для описания задачи опрессовки – проверки пригодности участка трубопровода к эксплуатации, привлекаются уравнения [1]

$$-\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\lambda w_*}{2D} \rho w + \frac{\partial \rho w}{\partial t}, \quad -\frac{1}{c^2} \frac{\partial p}{\partial t} = \frac{\partial(\rho w)}{\partial x}.$$

Краевые условия здесь сформулированы в виде

$$p(0, t) = p_H + (p_{00} - p_H) e^{-\lambda c t}, \quad \frac{\partial p(l, t)}{\partial x} = 0,$$

$$p(x, 0) = p_{00} e^{-\alpha x}, \quad \frac{\partial p(x, 0)}{\partial t} = 0.$$

В отличие от известных задач, первое условие учитывает разгон нагнетателя от исходного (атмосферного) давления  $p_{00}$  до давления нагнетания  $p_H$  по экспоненциальному закону. Конец участка считается закрытым; в момент и до начала нагнетания среда находится в покое. В настоящей работе задача решена для более общего вида входного условия  $f(\tau) = p(0, \tau) = \sum_{i=0}^{\infty} q_i e^{\alpha_i \tau}$  методом Фурье, и решение имеет следующий вид

$$p(x, \tau) = f(\tau) + \sum_{n=1}^{\infty} \left( T_n(\tau) + \sum_{i=0}^{\infty} r_{in} e^{\alpha_i \tau} \right) \sin \lambda_n x.$$

Для проведения вычислительных экспериментов на основе данного аналитического решения, было составлено программное средство на языке программирования Delphi 7.

1. С.А. Бобровский, С.Г. Щербаков, М.А. Гусейн-заде, *Движение газа в газопроводах с путевым отбором* (Москва: Наука: 1972).

## Застосування табличного процесора Excel для оцінки ефективності проекту

Базиль О.О., старший викладач; Захарченко Д.О., студент  
Сумський державний університет, м. Суми

Стрімкий розвиток інформаційних технологій сприяє застосуванню комп'ютерної техніки для аналізу економічної діяльності та фінансових показників підприємства.

В сучасних умовах ринкового середовища та складної економічної ситуації в Україні розвиток підприємства залежить в значній мірі від залучення інвестицій. Однак інвестиції можна отримати тільки під ефективні проекти.

Оцінка ефективності інвестиційних проектів є одним із найбільш важливих етапів в процесі управління інвестиціями. Від того, наскільки якісно виконана така оцінка залежить правильність ухвалення остаточного рішення [1].

Розроблена економічна модель для оцінки доцільності реалізації проекту. Вона базується на методах розрахунку чистого приведеного ефекту, індексу рентабельності інвестицій, норми рентабельності інвестицій, кумулятивного чистого потоку грошових засобів, недисконтованого періоду окупності, дисконтованого потоку грошових засобів, кумулятивного дисконтованого потоку грошових засобів, дисконтованого періоду окупності.

Використовуючи фінансові показники діяльності ТОВ «Керамея» за 2010-2014 рр., оцінена ефективність проекту по виробництву керамічного блоку «ТеплоКерам».

Реалізація алгоритму рішення задачі проводилася з використанням можливостей табличного процесора Excel [2]. Розрахунки показали, що чистий приведений ефект від реалізації проекту складе 35341 тис. грн. в рік, індекс рентабельності – 4, період окупності проекту – 2 роки. Планується отримати 108339 тис. грн. чистого прибутку.

1. Ю.В. Лаврова, *Економіка підприємства та маркетинг: конспект лекцій* (Харків: ХНАДУ: 2012).
2. В.М. Вартамян, Е.А. Воляк, *Финансово-экономические расчеты с использованием Excel* (Харьков: Консульт: 2008).

**Моделирование процесса фильтрации  
многофазной смеси в пористых средах**

Курбонов Н.М., младший научный сотрудник;

Содиқов Р.Т., магистрант

Центр разработки программных продуктов и аппаратно-  
программных комплексов при ТУИТ, г. Ташкент

Задачи ускорения процессов проектирования и разработки новых нефтегазовых месторождений, а также извлечения продуктов из старых залежей непосредственно связаны с разработкой математических моделей, численных методов и программных средств.

В настоящей работе представлены математическая модель, численный алгоритм и программа для проведения вычислительных экспериментов на ЭВМ, разработанные на основе законов гидродинамики. Проведен ряд экспериментов при неустановившейся фильтрации флюидов в пористых средах, определяющих: перераспределение давления в пласте по времени; изменение давления в пласте при различных значениях коэффициента фильтрации; перераспределение давления в пласте при работе одной или нескольких скважин и при различных дебитах скважин [1-2].

Анализ полученных результатов экспериментов позволяет заключить, что предложенный математический инструмент может быть использован при определении перераспределения давлений и насыщенностей в нефтегазовых залежах, что имеет практическое значение при создании автоматизированных систем проектирования разработки нефтегазовых месторождений.

Научный консультант: Равшанов Н., доктор технических наук

1. Н.М. Курбонов, *Проблемы информатики и энергетики* No3-4, 55 (2014).
2. Н.М. Курбонов, *Вестник ТУИТ* No4, 56 (2014).

## Спецификация и идентификация математической модели интегрального индекса многокритериальной рейтинговой системы

Морквин Я.В., студент; Фильченко Д.В., доцент  
Сумский государственный университет, г. Сумы

В последнее время в жизни общества всё большую роль играют всевозможные формы агрегации информации в многокритериальных системах: рейтинги, рэнкинги, аудиторские оценки и т.д. Суть агрегации заключается в построении единого интегрального индекса на основании перечня критериев функционирования системы. Однако, зачастую подходы к выбору таких критериев и выбору коэффициентов связи между ними для конструирования интегрального показателя функционирования системы являются экспертными и, таким образом, привносят в модель большую долю субъективизма и волонтаризма. Поэтому использование формализованных математических методов в решении указанных задач является актуальной темой исследования в прикладной математике.

Методы исследования, которые были применены в работе включают как теоретические, так и эмпирические. Среди теоретических методов главным является метод математического моделирования, а среди эмпирических – сбор и анализ вебметрических данных (web data mining), на которой и был апробирован один из методов конструирования интегрального индекса многокритериальной системы – факторный анализ.

С помощью построенной целевой функции в данной работе был составлен рейтинг веб-сайтов СумГУ. Есть основания полагать, что метод, с помощью которого был составлен рейтинг веб-сайтов по оценке качества более правильный и точный, чем делалось до этого. Подход к решению задачи стал более формализованный, весовые коэффициенты вычисляются статистическим методом, а до этого они выводились на основании выставленных экспертных оценок.

1. А. Васильев, Д. Фильченко, *Вища школа* **2**, 37 (2013).
2. С. Айвазян, В. Мхитарян, *Прикладная статистика и основы эконометрики* (М.: ЮНИТИ-ДАТА: 2001).



## **Использование генетического алгоритма в задаче снижения вероятности возникновения производственно-обусловленных заболеваний работников предприятий**

Варнавский А.Н., *доцент*

Рязанский государственный радиотехнический университет, г. Рязань

Эффективность производственной деятельности работника производства зависит от его функционального состояния. Оптимальные функциональные состояния работника способствуют высокой производительности труда и качественному результату деятельности. Появление негативных функциональных состояний приводит к ухудшению здоровья, уменьшению эффективности трудовой деятельности и снижению качества результата труда.

Воздействие негативных факторов увеличивает вероятность возникновения производственно-обусловленных заболеваний работников производства. Повысить эффективность деятельности и снизить риск возникновения профессиональных заболеваний можно путем использования индивидуально-адаптированного подхода к планированию профессиональной деятельности производственного персонала.

Цель работы: разработка генетического алгоритма для индивидуально-адаптированного подхода к планированию профессиональной деятельности производственного персонала.

Такой подход включает в себя определение параметров труда и отдыха производственного персонала с учетом индивидуальных свойств и воздействий производственной среды.

Разработанный генетический алгоритм основан на том, что после кодирования в «хромосомах» параметров трудовой деятельности и создания исходной популяции, являющейся начальным решением поставленной оптимизационной задачи, на каждом итерационном шаге рассчитывается функция приспособленности каждой особи на основе модели, учитывающей индивидуальные показатели работника и воздействие производственных факторов, для наиболее приспособленных особей производится их «скрещивание» и рождение новых, их мутация. После выбора лучших особей и декодирования «хромосом» можно получить оптимальные значения длительности интервалов деятельности и восстановления.

## **СЕКЦІЯ 6**

### **«Математичний аналіз»**

### Об одном способе интегрирования рациональных функций с помощью цепных дробей

Величко И.Г.<sup>1</sup>, доцент; Ткаченко И.Г.,<sup>2</sup> доцент;  
Балабанова В.В.<sup>2</sup>, студент

<sup>1</sup> Таврический государственный агротехнологический университет,  
г. Мелитополь

<sup>2</sup> Запорожский национальный университет, г. Запорожье

Чаще всего при нахождении интеграла  $\int P_m(x)dx/Q_n(x)$  подынтегральная рациональная функции раскладывается на сумму простейших дробей, интеграл от каждой их которых достаточно легко найти. В данной работе представлен способ интегрирования таких выражений без использования описанного выше приема. Заметим, что предложенный в работе способ применим лишь в том случае, когда первообразная есть рациональное выражение.

Рассмотрим задачу Коши:

$$y' = -(x^2 + 6x + 7) / \left[ (x+1)^2 (x+2)^2 \right], y(0) = 3/2. \quad (1)$$

Находя общий интеграл, получим, что

$$y = (x+3) / (x^2 + 3x + 2). \quad (2)$$

Найдем теперь решение с помощью функциональных цепных дробей. Алгоритм решения описан в [2]. Первое приближение к решению будем искать в виде  $\tilde{y}_1 = 3/2 + C_1x$ . Подставляя данное выражение в (1), будем иметь, что  $C_1 + (x^2 + 6x + 7) / \left[ (x+1)^2 (x+2)^2 \right] = 0$ . Для определения константы  $C_1$  считаем, что левая часть последнего равенства есть бесконечно малой более высокого порядка в окрестности точки  $x = 0$ . В результате получаем, что  $C_1 = -7/4$ . То есть первое приближение  $\tilde{y}_1 = 3/2 - 7x/4$ .

Второе приближение к решению ищем в виде  $\tilde{y}_2 = 3/2 - 7x/4(1 + C_2x)$ . Подставляем данное выражение в (1) и, учитывая, что функция должна быть бесконечно малой в окрестности нуля, находим, что  $C_2 = 15/14$ .

Третье приближение

$$\tilde{y}_3(x) = \frac{3}{2} - \frac{7x/4}{1 + \frac{15x/14}{1 + C_3x}}.$$

Подставляя данную функцию в исходное дифференциальное уравнение (1) и проделывая описанные выше действия, получаем, что

$$C_3 = -\frac{4}{105} \text{ и } \tilde{y}_3(x) = \frac{3}{2} - \frac{\frac{7x}{4}}{1 + \frac{\frac{14}{15x}}{1 - \frac{4x}{105}}}.$$

Продолжая данный процесс и далее, получим, что уже четвертое приближение

$$\tilde{y}_4(x) = \frac{3}{2} - \frac{\frac{7x}{4}}{1 + \frac{\frac{14}{15x}}{1 - \frac{\frac{105}{7x}}{1 + \frac{4x}{15}}}} = \frac{x+3}{x^2+3x+2}$$

совпадает с решением (2), найденным при помощи разложения рациональной функции на простейшие дроби и последующим непосредственным интегрированием.

Каждая из полученных функциональных цепных дробей  $\tilde{y}_i, i = \overline{1; 4}$ , совпадает с аппроксимацией Паде [1] искомой функции-решения.

1. Дж. Бейкер, П. Грейвс-Моррис, *Аппроксимации Паде* (М.: Мир: 1996).
2. И.Г. Ткаченко, В.В. Балабанова, *ИМА :: 2014*, 147 (Суми: СумДУ: 2014).

**Крайова задача з нелокальними умовами  
для рівняння руху однорідної пружної балки**

Негріч М.П., студент; Гой Т.П., доцент

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,  
м. Івано-Франківськ

В області  $D = \{(t, x): 0 \leq t \leq T, 0 \leq x \leq L\}$  досліджуємо задачу

$$u_{tt}(t, x) + u_{xxxx}(t, x) + au_{xx}(t, x) + bu(t, x) + u^3(t, x) = 0, \quad (1)$$

$$\mu u(0, x) + \omega u(T, x) - \nu \int_0^T u(s, x) ds = \varphi_1(x), \quad (2)$$

$$\mu u_t(0, x) + \nu u(0, x) + \omega u_t(T, x) - \nu u(T, x) = \varphi_2(x), \quad (3)$$

$$u(t, 0) = u(t, L) = 0, \quad u_{xx}(t, 0) = u_{xx}(t, L) = 0, \quad (4)$$

де  $a, b \in \mathbf{R}$ ,  $\mu, \nu, \omega \in \mathbf{C} \setminus \{0\}$ , функції  $\varphi_1(x)$  і  $\varphi_2(x)$  – достатньо гладкі на відрізьку  $[0, L]$  та задовольняють умови вигляду (4).

Розв’язок задачі (1)–(4) шукаємо у вигляді ряду Фур’є

$$u(t, x) = \sum_{k=1}^{\infty} u_k(t) \sin \frac{k\pi x}{L}, \quad u_k(t) = \frac{2}{L} \int_0^L u(t, x) \sin \frac{k\pi x}{L} dx.$$

Тоді кожна з функцій  $u_k(t)$ ,  $k \in \mathbf{N}$ , є розв’язком крайової задачі

$$u_k''(t) + \left( (\pi k/L)^4 - a(\pi k/L)^2 + b \right) u_k(t) = -f_k(t; \{u_k(t)\}), \quad (5)$$

$$\mu u_k(0) + \omega u_k(T) - \nu \int_0^T u_k(s) ds = \varphi_{1k}, \quad (6)$$

$$\mu u_k'(0) + \nu u_k(0) + \omega u_k'(T) - \nu u_k(T) = \varphi_{2k}, \quad (7)$$

де  $f_k(t; \{u_k(t)\})$ ,  $\varphi_{1k}$ ,  $\varphi_{2k}$  – коефіцієнти розвинення функцій  $u^3(t, x)$ ,  $\varphi_1(x)$  і  $\varphi_2(x)$  відповідно у ряди Фур’є за системою функцій  $\{\sin(k\pi x/L)\}_{k \geq 1}$ .

Задачу (5)–(7) зведено до інтегрального рівняння, існування та єдиність класичного розв’язку якого доведено за допомогою принципу стискаючих відображень для досить малих значень  $T > 0$ .

## Математичне дослідження функції зерномежевого розсіювання носіїв струму у металевих конденсатах

Говорун М.В., студент; Білоус О.А., доцент  
Сумський державний університет, м. Суми

Швидкий розвиток нанотехнологій, сучасні вимоги до матеріалів електронної техніки призводять до необхідності створення потужних математичних моделей, в тому числі методами математичного аналізу, які дозволяють проводити ефективні розрахунки необхідних параметрів.

Теорія провідності металевих, нескінчених за розміром конденсатів з полікристалічною структурою, що запропонована вченими Майадасом и Шатцкесом в роботі [1] базується на функції зерномежевого розсіювання, яка має вигляд:

$$f(\alpha) = 1 - \frac{3}{2}\alpha + 3\alpha^2 - 3\alpha^3 \ln \left| 1 + \frac{1}{\alpha} \right| \quad (1)$$

де  $\alpha$  – параметр зерномежевого розсіювання.

Автори роботи [1] розглянули граничні випадки для функції  $f(\alpha)$  при  $\alpha \ll 1$  та  $\alpha \gg 1$ . Так, вираз функції трансформується до вигляду:

$$f(\alpha) = \begin{cases} 1 - \frac{3}{2}\alpha + 3\alpha^2, & \alpha \ll 1 \\ \frac{3}{4\alpha} - \frac{3}{5\alpha^2}, & \alpha \gg 1 \end{cases} \quad (2)$$

Але, нажаль, ця формула надає тільки часткову інформацію про дану функцію та її поведінку при різних значеннях параметра  $\alpha$ .

В даній роботі проведено математичне дослідження функції  $f(\alpha)$ . Встановлена область визначення, інтервали монотонності та точки екстремуму, досліджені інтервали опуклості та угнутості графіка функції, визначені особливі точки функції. Розглянуті та складені рівняння асимптот графіка. Аналіз отриманих результатів дозволить визначитись з вибором оптимального значення параметра  $\alpha$  при розрахунку параметрів електропереносу у нанорозмірних зразках.

1. A.F. Mayadas, M. Shatzkes, *Phys. Rev. B.* **1** No 4, 1382 (1970).

**Аналіз впливу перекоосу валу на гідростатичну  
силу шпаринного ущільнення**

Білоус Д.О., студент

Сумський державний університет, м. Суми

У проточній частині відцентрового насосу для усунення значних перетоків рідини із зон високого тиску в зони пониженого тиску використовуються шпаринні ущільнення. Питанню обчислення радіальної сили, яка виникає в них, присвячено багато робіт. Разом з тим, дана задача вивчена недостатньо.

Метою даних досліджень є аналіз впливу перекоосу валу в щілині довільної довжини на гідростатичну силу. Задача вирішується в лінійній постановці.

В даній роботі запропонований аналітичний метод розв'язання лінеарізованої системи нелінійних диференціальних рівнянь у частинних похідних [1], яка описує рух рідини в шпаринному ущільненні довільної довжини, та одержаний аналітичний вираз для обчислення гідростатичної сили, обумовленої кутовим зміщенням валу в кільцевому зазорі.

В результаті проведених досліджень показано, що величина даної сили визначається тільки двома безрозмірними параметрами  $l_r$ ,  $r_h$  (відповідно відношенням довжини щілини до її радіуса та радіуса до величини середнього радіального зазору), які характеризують геометричні розміри шпаринного ущільнення.

В роботі наведена залежність коефіцієнта безрозмірної жорсткості при кутовому переміщенні валу від параметрів  $l_r$ , та  $r_h$ , яка дає можливість уникнути додаткових розрахунків при дослідженні впливу геометричних розмірів шпарин на дану силу.

Керівник: Беда І.М., доцент

1. І.М. Беда, О.І. Беда, *Вісник СумДУ. Серія: Технічні науки*, №4, 26 (2011).

## Аналіз гідродинамічних процесів в шпаринному ущільненні відцентрового насосу

Лук'янихін О.В., студент  
Сумський державний університет, м. Суми

Як показують дослідження [1], динаміка ротора відцентрового насосу в значній мірі визначається гідродинамічними процесами в шпаринно-му ущільненні. Рух рідини в шпаринному ущільненні довільної довжини описується системою нелінійних диференціальних рівнянь у частинних похідних [2], аналітичного розв'язку якої до теперішнього часу нема.

Метою даних досліджень є розробка аналітичного методу розв'язання лінеаризованої даної системи рівнянь.

В роботі показано, що досліджувана система рівнянь може бути зведена до рівняння виду

$$f'(z) = a_0 + a_1 z + a_2 z^2 + b_0 \int_0^z f(t) dt, \quad (1)$$

де  $a_0, a_1, a_2, b_0$  – сталі.

Для знаходження розв'язку даного рівняння в роботі шукана функція була представлена у вигляді степеневого ряду з невідомими коефіцієнтами, між якими в подальшому були знайдені рекурентні співвідношення.

Розв'язок рівняння (1) має вид

$$f(z) = -\frac{2a_2}{b_0} \left( z - \frac{\operatorname{sh}(\sqrt{b_0} z)}{\sqrt{b_0}} \right) + C_0 \operatorname{ch}(\sqrt{b_0} z) + a_0 \frac{\operatorname{sh}(\sqrt{b_0} z)}{\sqrt{b_0}} + a_1 \frac{\operatorname{ch}(\sqrt{b_0} z) - 1}{b_0},$$

де стала  $C_0$  визначається із граничних умов.

Керівник: Беда І.М., доцент

1. В.А. Марцинковский, *Щелевые уплотнения. Теория и практика* (Сумы: СумДУ: 2005: 415с.)
2. І.М. Беда, О.І. Беда, *Вісник СумДУ. Серія: Технічні науки №4, 26* (2011).



**Начально-краевая задача для уравнения диффузии  
дробного порядка**

Ячменёв В.А., профессор

Сумський державний університет, г. Суми

В работе приводится аналитическое решение начально-краевой задачи для уравнения диффузии дробного порядка.

Рассматривается уравнение

$$(D_{0+,t}^\alpha)(x, t) = a^2 \cdot \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} \quad (t > 0, x > 0) \quad (1)$$

с частной производной Римана-Лиувилля порядка  $0 < \alpha \leq 1$  относительно  $t$ , которая определяется формулой

$$(D_{0+,t}^\alpha)(x, t) = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \frac{d}{dt} \int_0^t \frac{u(x,\tau)}{(t-\tau)^\alpha} d\tau$$

Дополним уравнение (1) начальным условием типа Коши

$$(D_{0+,t}^{\alpha-1}u)(x, 0_+) = u_0 \quad (2)$$

и граничными условиями

$$\left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=0} = 0; \quad u|_{x=l} = u_1 = const \quad (3)$$

Применив преобразования Лапласа по переменной  $t$  и уравнению (1) и граничным условиям (3) приходим к двухточечной краевой задаче для операторного уравнения:

$$\frac{d^2 \bar{U}}{dx^2} - \frac{s^\alpha}{a^2} \bar{U} = -\frac{u_0}{a^2} \quad \left. \frac{\partial \bar{U}}{\partial x} \right|_{x=0} = 0; \quad \bar{U}|_{x=l} = \frac{u_1}{s} \quad (4)$$

Общее решение задачи (4) имеет вид

$$\bar{U}(x, s) = \frac{u_0}{s} + \frac{u_1 - u_0}{s} \frac{\operatorname{ch}\left(\frac{x}{a} s^{\alpha/2}\right)}{\operatorname{ch}\left(\frac{l}{a} s^{\alpha/2}\right)}$$

Заметим, что второе слагаемое стремится к нулю при  $s \rightarrow \infty$  и не имеет особенностей кроме начала координат  $s = 0$ . Более того, второе слагаемое может быть представлено в виде разложения в обобщённый степенной ряд, а значит, в соответствии с правилом дробных показателей оригиналом для функции  $\bar{U}(x, s)$  служит ряд

$$u(x, t) = u_0 + (u_1 - u_0) \sum_{k=0}^{\infty} \frac{c_k}{\Gamma(\alpha - k\beta)} \cdot \frac{1}{t^{k\beta}}$$

## Температурний стан теплопровідного циліндра

Купріянов Б.Ю., *студент*  
Сумський державний університет, м. Суми

Розглядається теплопровідний циліндр на бічній поверхні і верхній основі якого температура дорівнює нулю, а на нижній основі підтримується стала температура. Потрібно знайти розподіл поля температур у цьому циліндрі.

### Математична модель задачі.

Враховуючи те, що із умов задачі випливає симетричність розподілу температури по куту  $\varphi$ , тому  $\partial T / \partial \varphi = 0$ .

Рівняння теплопровідності

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial \rho} \left( \rho \frac{\partial T}{\partial \rho} \right) + \left( \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) = 0$$

Граничні умови мають вид:

$$T|_{\rho=a} = 0; \quad T|_{z=h} = 0; \quad T|_{z=h} = F(\rho)$$

де  $h$  – висота циліндра,  $a$  – радіус основи,  $T = F(\rho)$  – закон зміни температури нижньої основи.

Застосовуючи метод Фур'є задача зводиться до двох звичайних диференціальних рівнянь.

Виконуючи граничні умови, отримуємо розв'язок задачі у замкненому вигляді.

Керівник: Клименко В.А., *ст. викл.*

1. А.В. Лыков *Теория теплопроводности* (М.: Высшая школа: 1967).
2. А.В. Лыков *Тепломассообмен: справ.* (М.: Энергия, 1972).
3. А.Г. Бутковский *Характеристики систем с распределяемыми параметрами* (М.: Наука: 1979).

## Применение МФТ при решении задачи изгиба пластин

Петренко Т.М., студентка  
Сумський державний університет, м. Суми

Задача изгиба тонкой анизотропной пластинки сводится к решению бигармонического дифференциального уравнения или к минимизации функционала, подынтегральной функция, которая зависит от частных производных второго порядка.

Применения приближенных методов требует построение системы функции, которые обладали бы такими свойствами.

Если рассматривается изгиб пластинки со смешанным граничным условиями, то на систему функции накладывается необходимость учёта особенностей в точках смены граничных условий.

Такие системы функции, которые приближают искомое решение и учитывают все особенности, удобно строить с помощью МФТ (много-точечной формулы Тейлора). МФТ позволяет в совокупности вершин и на линиях раздела конечных элементов удовлетворять заданные дифференциальные характеристики, а в области конечного элемента-минимизировать функционал.

В работе построено приближенное решение задачи изгиба пластин в виде МФТ. В вершинах прямоугольных элементов, на которые разделяется исходная область, удовлетворяется дифференциальное уравнение изгиба, а в элементе – минимизируется функционал. При смешанных граничных условиях на контуре пластинки, они удовлетворяются точно.

Проведенные численные расчеты показали сходимость приближенного решения к точным, в тех случаях, когда они известны.

Численно исследовано поведение пластин с чередованием участков жестко закрепленного и свободного контура.

При решении задач с особенностями в точках изменения граничных условий, приближенное решение позволило определить тип такой особенности и их влияние на изгиб пластики.

Руководитель: Маслов А.П., доцент

## Теплопровідність пластини з внутрішніми джерелами тепла

Ярушина Є.В., студентка  
Сумський державний університет, м. Суми

Необмежена пластина товщиною  $2l$  з початковою температурою  $T_0$  підігривається в середовищі зі сталою температурою  $T_c$ . Джерела тепла сталої потужності  $q_v$  діють у пластині. Потрібно знайти розподіл температурного поля по товщині пластини.

Математична модель задачі має вид:

*диференціальне рівняння*

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{q_v}{c\rho};$$

*початкові умови*

$$T(x, 0) = T_c - T_0;$$

*граничні умови*

$$-\lambda \frac{\partial T}{\partial x} + \alpha(T_c - T) = 0;$$

$$\frac{\partial T(0; \tau)}{\partial x} = 0.$$

Шляхом інтегрального перетворення Лапласа розв'язок задачі отримано у безрозмірних величинах

$$\theta = \frac{1}{2} P_0 \left( 1 - \frac{x^2}{l^2} + \frac{2}{B_i} \right) - \sum_{n=1}^{\infty} \left( 1 + \frac{P_0}{\mu_n^2} \right) \cdot A_n \cdot \cos \left( \mu_n \frac{x}{l} \right) \cdot \exp(-\mu_n^2 F_0).$$

де  $P_0$  – критерій Померанцева,  $B_i$  – критерій Біо,  $F_0$  – критерій Фур'є.

Керівник: Клименко В.А., ст. викл.

1. А.В. Лыков *Теория теплопроводности* (М.: Высшая школа: 1967).
2. М.А. Михеев, И.М. Мехеев *Основы теплопередачи* (М.: Высшая школа: 1977).

## Метод сплайн-інтерполяції для уточнення моделі рельєфу за даними відомих координатно-висотних профілів

Дягілев А.В., студент

Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ

В групі задач екологічного моніторингу використовують інформаційні технології для яких одним з важливих аспектів є низка технологій вимірювання та побудови цифрових рель'єфно-батиметричних моделей (ЦРБМ).

Просторова роздільна здатність сучасних ЦРБМ найбільшого розрізнення становить до 30 кутових секунд для рельєфу. Глобальні ЦРБМ для всієї земної поверхні мають похибки, пов'язані з дискретизацією та квантуванням, накладенням даних від різних джерел, відхиленнями скануючого променя від нормалі до земної поверхні тощо.[1]

Джерелами даних для побудови ЦРБМ аерофотозйомка та радарне сканування земної поверхні з орбітальних супутників та станцій. Зокрема, мова йде про так звану «Радарно-топографічну місію» (SRTM – Shuttle Radar Topography Mission), протягом якої спеціально встановлений у вантажному відсіку шатлу геодезичний радар проводив безпосередні вимірювання рельєфу [2].

Для дослідження була обрана частина дороги Київ – Львів. Деталізація рельєфної моделі проводилася шляхом сплайн-інтерполяції ділянок. З огляду на низьку обчислювальну складність було обрано алгоритм сплайну Катмулла-Рома, який побудований на основі кубічних Ермітових сплайнів:

$$R = \left( \left( \left( \left( M_{41}V_p + M_{42}V_0 + M_{43}V_1 + M_{44}V_s \right) X_{pos} + \right) X_{pos} + \right) X_{pos} + \right) \left( \begin{array}{c} (M_{31}V_p + M_{32}V_0 + M_{33}V_1 + M_{33}V_s) \\ (M_{21}V_p + M_{23}V_1) \\ (M_{12}V_0) \end{array} \right) \quad (1)$$

де  $V_0$ ,  $V_1$  – значення інтерпольованої функції в точках, які обмежують безпосередній відрізок інтерполяції, що обчислюється,  $R$  – значення сплайну в точці  $X_{pos}$  на відрізку  $(V_0, V_1)$ .

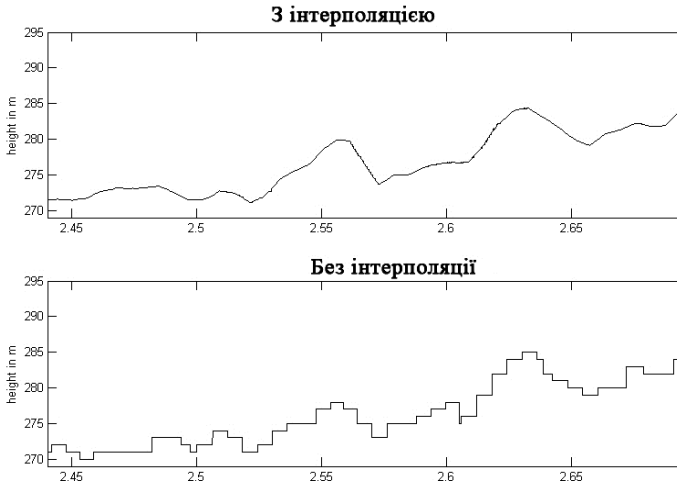


Рисунок 1 – Висотний профіль побудований по реальним значенням і інтерпольованим

Інтерполяція рельєфно- батиметричних даних дає можливість уникнути похибок, пов'язаних з дискретним характером та недостатньою роздільною здатністю вихідних значень. А це, в свою чергу, дозволяє суттєво зменшити кількість задіяної апаратури та персоналу для виконання топографічних зйомок ЦРБМ.

Отриманий результат свідчить про перспективність застосування сплайн-інтерполяції в задачах екологічного моніторингу, логістичного планування маршрутів, генерування тривимірних карт. оскільки перехід до деталізованого рельєфу дозволяє підвищити прогностичну здатність таких моделей.

Керівник: Порєв Г.В., старший науковий співробітник

1. О.И. Демина, А.В. Паршин, А.М. Федоров, С.А. Шестаков *Георесурсы*, №3 (53), 3 (2013).
2. A. Jarvis, J. Rubiano, A. Nelson, A. Farrow and M. Mulligan (2004). *Practical use of SRTM data in the tropics: Comparisons with digital elevation models generated from cartographic data*. Working Document no. 198. Cali, International Centre for Tropical Agriculture (CIAT): 32.

## **СЕКЦІЯ 7**

### **«Прикладна та обчислювальна математика»**

## Чисельний розв'язок задачі про плоску деформацію товстої плити жорстким штампом

Штефан Т.О., *старший викладач.*

Запорізький Національний Технічний Університет, м. Запоріжжя

Розглянуто стаціонарну задачу про деформування жорстким штампом прямокутного паралелепіпеда, котрий закріплено таким чином, що відстань між нижньою та верхньою гранями паралелепіпеда постійна. Бокові сторони плити жорстко зчеплені з тонкими листами – діафрагмами [1]. Якщо штамп в кожному горизонтальному перерізі обмежений однаковою кривою, то під його тиском паралелепіпед деформується так, що вертикальні переміщення точок паралелепіпеда дорівнюють нулю і мають місце умови плоскої деформації.

При розв'язку задачі припускаємо, що нормальні переміщення можуть бути представлені у вигляді рядів Фур'є за синусами [2]. Із урахуванням зроблених припущень та методу Сен-Венана, отримано аналітичний вигляд для компонент тензора напружень і вектора переміщень точок паралелепіпеда при деформації. Обчислені коефіцієнти тригонометричних рядів для напружень та переміщень визначають точний розв'язок сформульованої задачі.

Під час дослідження проведено пошук найнебезпечніших ділянок плити, отримано аналітичні вирази для функції, яка визначає міцність конструкції за енергетичним критерієм міцності Мізеса. Проведено систематичний аналіз впливу форми штампа, розмірів плити й коефіцієнта Пуассона матеріалу плити на поведінку функції, яка описує потенціальну енергію формозміни. Встановлено місцезнаходження глобального максимуму функції потенціальної енергії формозміни (із точністю 0,001).

Оскільки метод тригонометричних рядів можна застосовувати для випадку багат шарових плит, то отримані результати також планується узагальнити на цей випадок.

1. В.З. Власов, Н.Н. Леонт'єв, *Балки, плити и оболочки на упругом основании* (Москва: ГИФМЛ: 1960)
2. О.В. Величко, Т.О. Штефан, *Вісник ХНУ. Секція ІМА №10*, 63 (2013).



**Моделювання тріщини з клейовим наповнювачем у пружній смузі**Антоненко Н.М., *старший викладач*

Запорізький національний технічний університет, м. Запоріжжя

В рамках лінійної теорії пружності, запропоновано спосіб розв'язання задачі про пружну смугу, що містить скінчену прямолінійну тріщину з наповнювачем.

Матеріал смуги вважаємо невагомим однорідним та ізотропним. До верхньої межі смуги прикладене нормальне зосереджене навантаження, а нижня межа смуги жорстко закріплена. Тріщина розміщена симетрично відносно меж смуги. Дія клейового наповнювача моделюється наступним чином [1]: стрибки компонент вектора переміщень на берегах тріщини пропорційні відповідним напруженням у точках її верхнього берега.

Для розв'язання задачі використано інтегральне перетворення Фур'є. Задача зведена до системи інтегро-диференціальних рівнянь відносно функцій пов'язаних з похідними від стрибків переміщень. Розв'язок системи отримано методом механічних квадратур [2]. Отримано формули для обчислення коефіцієнтів інтенсивності напружень  $K_1$  та  $K_2$ .

На підставі проведених чисельних експериментів встановлено такі механічні ефекти: збільшення товщини смуги та коефіцієнта, який характеризує наповнювач, призводить до зменшення  $K_1$  та  $K_2$ ; для тріщини з наповнювачем до збільшення коефіцієнтів інтенсивності напружень призводять збільшення модуля зсуву та коефіцієнта Пуассона смуги; для тріщини, береги якої вільні від навантажень, пружні характеристики смуги майже не впливають на коефіцієнти інтенсивності напружень; наявність наповнювача призводить до зменшення коефіцієнтів інтенсивності напружень, у порівнянні з випадком тріщини, береги якої вільні від навантажень.

1. Н.Н. Антоненко, І.Г. Величко, *Вісник Донецького національного університету. Сер. А: Природничі науки*. No 1, 23 (2013).
2. В.В. Панасюк, М.П. Саврук, А.П. Дацьшин, *Распределение напряжений около трещин в пластинах и оболочках* (Київ: Наук. думка: 1976).

## **Статистические и структурные модели прогнозирования заболеваемости для оценки страховых тарифов**

Базилевич К.А., *аспирант*

Национальный аэрокосмический университет  
им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», г. Харьков

Важнейшим источником знаний для функционирования системы личного страхования являются данные о заболеваемости в конкретном регионе и стране в целом. Личное страхование включает в себя страхование жизни, медицинское и пенсионное страхование. При этом вероятность заболевания для конкретного страхователя и группы страхователей рассчитывается на основе математических моделей актуарной математики.

Сложность использования прогнозируемых значений для оценки тарифов связана с тем, что данные чаще всего являются неполными, имеется большое количество пропущенных значений, что значительно затрудняет их обработку и использование.

Для получения достоверной информации о заболеваниях на длительные периоды времени используют модели прогноза временных рядов.

В данной работе проведен сравнительный анализ применения инструментальных средств проведения аналитических расчетов в личном страховании с использованием полученных данных о заболеваемости, в частности, проанализированы модели и методы прогнозирования временных рядов на основе статистических и структурных моделей.

Основным результатом работы являются разработанные алгоритмические модели прогнозирования некоторых характеристик заболеваемости, необходимых для проведения личного страхования по различным классам болезней. Алгоритмические модели основаны на статистических моделях прогнозирования - альтернативном способе получения данных о заболеваемости в случае неполноты исходных данных. Предложенные алгоритмы протестированы на примере заболеваемости в различных регионах Украины и Российской Федерации.

Руководитель: Мазорчук М.С., *доцент*

## Деформування довгої тонкої циліндричної оболонки еліптичного перерізу як тестова задача

Максимюк В.А., *провідний науковий співробітник*  
Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України, м. Київ

Аналітичні розв'язки мають цінність як тести для чисельних методів. Особливо цінними вони є для задач механіки, яким притаманні явища замикання [1]. Однією з таких є задача про деформування під внутрішнім тиском довгої циліндричної оболонки еліптичного перерізу, що обумовлено великими згинами за малих розтягів. Ця одновимірна задача має півтора столітню історію [2]. Проте перші аналітичні розв'язки були надто спрощені. Коректні результати, очевидно вперше (1933), були отримані Тимошенком і опубліковані в першому виданні монографії [3], де моменти обчислювались за допомогою таблиці деяких коефіцієнтів, процедура отримання яких залишилась невідомою.

В розрахунках варіаційно-різницеvim методом на основі класичного функціонала Лагранжа спостерігалась сповільнена збіжність внаслідок мембранного замикання. Для досягнення збіжності у трьох значущих цифрах максимальних угинів потрібно було чверть напрямої розбити на 2561 вузлових точок. Отримані тоді моменти збігались з результатами, обчисленими за таблицею [3]. Для покращення збіжності застосовувався змішаний функціонал [1], в якому додатково варіювалась мембранна деформація. Тоді для досягнення такої ж збіжності достатньо було 41 вузлів. Отже, дана задача доповнює колекцію так званих патологічних тестів[1].

З погляду явищ замикання двовимірне деформування циліндричної оболонки з закріпленими торцями є простішою задачею за рахунок зменшення згинів через підкріплюючу дію торців.

1. V.A. Maksimyyuk, E.A. Storozhuk, I.S. Chernyshenko, *Int. Appl. Mech.* **48**, 613 (2012).
2. J.A.C.H. Bresse, *Cours de Mecanique Appliquee. Premi?re Partie. Resistance des materiaux et stabilite des constructions* (Paris: Gauthier-Villars: 1866).
3. S. Timoshenko, *Strength of Materials. Part II, Advanced Theory and Problems* (New York: D. Van Nostrand Company: 1941).

## **Чисельно-аналітичний підхід для розрахунку з підвищеною точністю механічних характеристик пластин та оболонок змінної товщини**

Дзюба В.А., *аспірант*

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького,  
м. Черкаси

При проведенні досліджень оболонкових конструкцій, як правило, класифікацію оболонок визначають її серединною поверхнею, яка володіє всіма геометричними та фізичними властивостями, що характерні для її товщини. У науковій літературі накопичений арсенал наближених розрахункових методів для обчислення на міцність, стійкість, жорсткість пружних оболонок. Проте, при чисельному розв'язанні крайових задач можна зіткнутися із так званими крайовими та локальними ефектами, поява яких призводить до швидкого росту розв'язувальних функцій, що приводить до нестійкості обчислювального процесу.

Виходячи з цього, залишаються актуальними питання, які пов'язані із розробкою наближених методів розрахунку для проведення достовірних обчислень. У статті [1] представлено чисельно-аналітичний варіант методу дослідження механічних характеристик пластин та оболонок змінної товщини підвищеної точності. Методика розрахунку зводиться до розв'язання СЛАР, зокрема пропонується до застосування метод Зейделя. Покращити збіжність в методі Зейделя, тобто звести необхідну для шуканої точності кількість ітерацій до мінімальної, пропонується за рахунок введення спеціально розробленої апроксимації похідних, яка дозволяє отримати максимальні діагональні коефіцієнти у вихідній системі алгебраїчних рівнянь у порівнянні з сусідніми елементами.

Запропонована у статті методика розрахунку відкриває нові можливості в плані розв'язання задач відносно оптимізації за товщиною форми тонкостінних пластин та оболонок.

Керівник: Стеблянюк 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).

## Определение коэффициентов интенсивности напряжений в элементах авиационных конструкций

Фильштинский Л.А., *профессор*; Носов Д.Н., *аспирант*;  
Гришко А.Н., *студент*  
Сумский государственный университет, г. Сумы

Рассмотрим упругую анизотропную плоскость, ослабленную в некоторой конечной области множественными трещинами  $\Gamma_n$ , ( $n = \overline{1, M}$ ). Будем считать, что  $\Gamma_n$  ляпуновские дуги и  $\bigcap \Gamma_n = \emptyset$ . На берегах  $\Gamma_n$  имеет место равномерное распирающее давление  $p_0$ , а на бесконечности действуют равномерное поле нормальных и касательных напряжений  $\langle \sigma_{ij} \rangle$ . Целью данного исследования является построение эффективного численно-аналитического алгоритма, позволяющего исследовать напряженно-деформированное состояние в каждой точке тела, а также определять КИН и потоки энергии в вершинах трещин в условиях численного эксперимента. Задача сводится к матричной системе сингулярных интегральных уравнений первого рода относительно вектор функции  $q(\zeta) = (q_1(\zeta), q_2(\zeta))^T$ .

Интегральные уравнения необходимо решать совместно с дополнительными условиями однозначности перемещений. Решение системы находим численно с использованием метода механических квадратур.

После определения значений плотности  $Q$  в узлах интерполяции, получаем формулы для вычисления КИН.

Выражение комплексной комбинации КИН  $K_I$  и  $K_{II}$ .

$$K_I - iK_{II} = \mp \sqrt{\frac{\pi}{s'(\pm 1)}} \{Q_2(\pm 1) + iQ_1(\pm 1)\} e^{i\psi} \quad (1)$$

где верхний знак соответствует вершине  $c = b$ , нижний  $c = a$ , параметризация контуров  $\Gamma_n$ :  $\zeta = \zeta(\beta)$ ,  $\zeta_0 = \zeta(\beta_0)$ ,  $\zeta(-1) = a$ ,  $\zeta(1) = b$ ,  $-1 \leq \beta, \beta_0 \leq 1$ ,  $\psi$  – угол нормали к  $\Gamma_n$  в вершине  $c$ .

## Аналітичне розв'язання крайових задач для довгої циліндричної оболонки овального перерізу

Сторожук Є.А., провідний науковий співробітник  
Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України, м. Київ

Напружено-деформований стан тонкої циліндричної оболонки некругового перерізу описується системою диференціальних рівнянь із змінними коефіцієнтами. Тому розв'язання крайових задач для некругових оболонок пов'язане із значними математичними труднощами. Аналітичні розв'язки для еліптичної циліндричної оболонки не отримані. Авторам вдалося розв'язати деякі задачі статички для нескінченно довгої тонкої циліндричної оболонки овального перерізу. Точні розв'язки отримані для таких видів циліндричної оболонки.

1. Відкритої нескінченно довгої овальної циліндричної оболонки ( $0 \leq \varphi \leq \varphi_k$ ), повздовжній край  $\varphi = \varphi_k$  якої жорстко закріплений, а на краю  $\varphi = 0$  діє рівномірно розподілена поперечна сила  $Q$ , де  $\varphi$  – кут між нормаллю і малою віссю перерізу.

2. Відкритої нескінченно довгої овальної циліндричної оболонки ( $-\varphi_k \leq \varphi \leq \varphi_k$ ) з жорстко або шарнірно закріпленими повздовжніми краями  $\varphi = \pm \varphi_k$ , навантаженої рівномірним тиском  $q$  або рівномірно розподіленою поперечною силою  $Q$  у вершині овалу  $\varphi = 0$ .

3. Замкненої нескінченно довгої овальної циліндричної оболонки, яка знаходиться під дією рівномірного тиску  $q$  або двох діаметрально протилежних рівномірно розподілених поперечних сил  $Q$ .

Зауважимо, що радіус кривини поперечного перерізу овальної циліндричної оболонки задавався неперервною [1] або східчато-змінною функцією кута  $\varphi$  [2].

Отримані аналітичні розв'язки дозволяють оцінити міцність і жорсткість довгої овальної циліндричної оболонки при дії статичних навантажень, а також можуть бути еталонними для наближених і чисельних методів.

1. F. Romano, D. Ramlet, *J. Frankl. Inst.* **284**, 283 (1967).
2. Л.П. Железнов, В.В. Кабанов, Д.В. Бойко, *СО РАН, ПМТФ* **47** No 3, 119 (2006).

**Чисельні дослідження розв'язків характеристичних рівнянь динамічних задач лінеаризованої теорії пружності для тіл з початковими напруженнями**

Глухов Ю.П., доцент

Інститут механіки ім. С.П. Тимошенко НАН України, м. Київ

Однією з цікавих і актуальних проблем, аналіз якої неможливо провести у рамках класичної лінійної теорії пружності, є теорія поширення пружних хвиль в тілах з початковими напруженнями [1].

Дана робота присвячена вивченню динамічних процесів в шаруватій основі з початковими напруженнями при дії рухомого навантаження.

Проаналізований вплив початкових напружень і швидкості руху поверхневого навантаження на значення коренів характеристичних рівнянь, що відповідають рівнянням руху елементів шаруватого середовища.

Аналітичні і чисельні дослідження проведені для тривимірних і двовимірних моделей шаруватого середовища.

Для плоских задач такого класу характеристичні рівняння є біквадратними, для просторових задач – бікубічними.

Чисельні розрахунки виконані в рамках теорії скінчених початкових деформацій для стисливого матеріалу з гармонічним потенціалом і для нестисливого матеріалу з потенціалом типу Бартенєва-Хазановича.

Проведена оцінка можливих значень коренів характеристичних рівнянь.

Аналіз отриманих результатів свідчить про суттєвий вплив початкових (залишкових) деформацій і швидкості руху поверхневого навантаження на значення коренів характеристичних рівнянь.

Результати, отримані у цій роботі, можуть бути використані при дослідженні напружено-деформованого стану елементів багатопарових конструкцій при дії рухомого навантаження.

1. А.Н. Гузь, *Упругие волны в телах с начальными (остаточными) напряжениями.* – (Київ: “А.С.К”, 2004. – 672 с.)

## Краевые задачи газовой динамики

Оскорбина В.И., студент

Сумский государственный университет, г. Сумы

Задача обтекания произвольного профиля сводится к задаче конформного отображения внешности этого профиля на внешность круга. Однако, построение такого конформного отображения часто бывает затруднительным и поэтому приходится довольствоваться приближенными решениями задачи. В качестве примера такого решения рассмотрим решение задачи обтекания двух тонких крыльев. Задача сводится к следующей: найти аналитическую вне отрезков  $I_j = (a_j, b_j)$ ,  $j=1,2$ , и равную нулю на бесконечности функцию, мнимая часть которой  $v(x, y)$  на верхних и нижних берегах этих отрезков принимает заданные значения:  $v = \{v_j^+(x), v_j^-(x)\}$ ,  $j=1,2$ .

Задача решается методом Келдыша – Седова [1]. Найденное решение имеет вид

$$\frac{dw}{dz} = \sum_{j=1}^2 \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2\pi} \int_{I_j} \frac{v_j^+ - v_j^-}{\xi - z} d\xi - \\ \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{z - a_j}{z - b_j}} \int_{I_j} \frac{v_j^+ + v_j^-}{\xi - z} \sqrt{\frac{\xi - b_j}{\xi - a_j}} d\xi \end{array} \right\}$$

Эта формула дает приближенное распределение скоростей в потоке, обтекающем тонкие крылья.

Руководитель: Малютин К.Г., профессор

1. М.А. Лаврентьев, Б.В. Шабат, *Методы теории функций комплексного переменного* (Москва: Наука: 1965).



**Фундаментальные решения магнитоупругости для составной пьезомагнитной плоскости**

Фильштинский Л.А., профессор; Еременко А.А., аспирант;  
 Носов Д.Н., аспирант  
 Сумский государственный университет, г. Сумы

Рассмотрим отнесенную к декартовой системе координат  $Ox_1x_2$  составную электромагнитоупругую плоскость в некоторой точке которой  $z_0$  действуют сосредоточенное усилие  $Q = Q_1 + iQ_2$ , сосредоточенные электрический и магнитный заряды  $Q_3, Q_4$ ,

В работе построены фундаментальные решения для составной полуплоскости, которые имеют вид:

$$\Phi_k^{(1)}(z_k, z_0^{(1)}, z_0^{(2)}) = \frac{A_k^{(1)}}{z_k - z_{0k}^{(1)}} - \sum_{n=1}^4 \frac{\overline{b_{kn}^{(1)}} \overline{A_n^{(1)}}}{z_k - z_{0n}^{(1)}} - \sum_{n=1}^4 \frac{\overline{\alpha_{kn}^{(2)}} \overline{A_n^{(2)}}}{z_k - z_{0n}^{(2)}}, \text{Im } z \geq 0 \quad (1)$$

$$\Phi_k^{(2)}(z_k, z_0^{(1)}, z_0^{(2)}) = \frac{A_k^{(2)}}{z_k - z_{0k}^{(2)}} - \sum_{n=1}^4 \frac{\overline{b_{kn}^{(2)}} \overline{A_n^{(2)}}}{z_k - z_{0n}^{(2)}} - \sum_{n=1}^4 \frac{\overline{\alpha_{kn}^{(1)}} \overline{A_n^{(1)}}}{z_k - z_{0n}^{(1)}}, \text{Im } z \leq 0$$

где  $z_k = \text{Re } z + \mu_k \text{Im } z, z_{0k} = \text{Re } z_0 + \mu_k \text{Im } z_0; \alpha_{kn}^{(j)}, b_{kn}^{(j)}$  определяются из условий сопряжения на оси  $x_2 = 0$ :

$$u_i(x_1, x_2 + 0) = u_i(x_1, x_2 - 0), \sigma_{i2}(x_1, x_2 + 0) = \sigma_{i2}(x_1, x_2 - 0), (i = \overline{1, 2})$$

$$D_2(x_1, x_2 + 0) = D_2(x_1, x_2 - 0), H_2(x_1, x_2 + 0) = H_2(x_1, x_2 - 0), (i = \overline{1, 2})$$

$$E_1(x_1, x_2 + 0) = E_1(x_1, x_2 - 0), H_1(x_1, x_2 + 0) = H_1(x_1, x_2 - 0), (i = \overline{1, 2})$$

$A_k^{(j)}, (j = \overline{1, 2})$ , находим из условий однозначности перемещений, электрического и магнитного потенциалов, статических условий равновесия и условий сохранения электрического и магнитного зарядов.

Эти решения будут использованы при рассмотрении краевых задач о трещинах в составной среде.

## Определение положения источника излучения по данным датчиков, расположенных в одной плоскости

Величко Е.В., *докторант*

Таврический государственный агротехнологический университет,  
г. Мелитополь

Рассматривается задача об определении положения источника излучения в пространстве по данным датчиков, фиксирующих только время прохождения фронта волны, без учета частоты и фазы проходящей волны. Количество датчиков не менее пяти. В специальной литературе подобную задачу называют либо обратной кинематической задачей [1], либо задачей локации решаемой разностно-дальномерным методом [2].

Задача сведена к минимизации нелинейной функции

$$F(x_0, y_0, z_0, t_0, v) = \sum_{i=1}^n \left( \sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2 + z_0^2} - v(t_i - t_0) \right)^2 \rightarrow \min$$

пяти переменных:  $x_0, y_0, z_0$  – координат источника излучения,  $t_0$  – времени его включения,  $v$  – скорости движения волны. Здесь  $M_i(x_i, y_i, 0)$  – координаты  $i$ -го датчика,  $t_i$  – время его срабатывания.

Автором были получены явные формулы для вычисления неизвестных параметров, в отличии от работ, в которых поиск неизвестных параметров осуществляется итерационным методом [1,2]. Ранее в работе [3], удалось построить алгоритм нахождения координат источника излучения для задачи меньшей размерности.

Был проведен численный эксперимент для семи датчиков, который был реализован в системе компьютерной алгебры Maple. Результаты расчетов показали хорошее совпадение с исходными данными. В докладе обсуждаются вопросы точности метода и способы ее увеличения за счет добавления дополнительных датчиков. Другой подход состоит в удалении датчика с самой большой погрешностью.

1. Ф.Д. Шмаков, П.Б. Бортников. *Вестник ЮГУ*. **22** №3, 107 (2011).
2. Е.К. Поздняков, В.Н. Ткаченко, В.В. Коротков. *Известия вузов. Радиоэлектроника*. **57** №. 9, 18 (2014).
3. О.В. Величко, А.Г. Кривохата. *Вісник ТНТУ*. 14 №4, 127 (2009).

## МНED 2 – модифікований метод шифрування даних для їх захисту під час передачі по мережі Інтернет

Товкач І.О., студент; Піддубний В.О., доцент  
Київський політехнічний інститут, м. Київ

Інтернет на сьогоднішній день є найбільш доступним каналом зв'язку для широкого загалу, проте через свою незахищеність, при пересиланні конфіденційних даних потребує застосування різних способів для їх захисту.

Одним з таких способів, який спроможний вирішити проблему ефективного захисту, є використання методу гібридного шифрування – МНED (Multilayer Hibrid Encryption and Decryption), в якому здійснюється комплексна обробка даних за допомогою симетричних алгоритмів AES, Serpent, Twofish (кожен з яких накладається послідовно, шар за шаром), та асиметричного алгоритму RSA [1].

В результаті здійсненого аналізу функціонування кожної комбінації задіяних алгоритмів у даному методі, було з'ясовано, що від послідовності розташування їх в шарі залежить в цілому швидкість роботи МНED. Також встановлено, що послідовність розташування симетричних алгоритмів має бути різною – в залежності від типу даних: текст, графіка (фото), аудіо, відео.

На основі проведених досліджень виконана оптимізація взаємодії алгоритмів шифрування: дані, які мають бути зашифрованими, спочатку надходять до програмного модулю, де відбувається їхня селекція за типом файлу, після цього вони пересилаються на обробку тими симетричними алгоритмами, послідовність розташування котрих є найбільш оптимальною для конкретних типів файлів (текстових, графічних, аудіо та відео). Для кожної такої послідовності (шару), генерується новий випадковий пароль, який зашифровується асиметричним алгоритмом та записується у початок зашифрованих даних.

МНED-2 впроваджено в електронній мережі архівів Київщини.

1. О.М. Ляшук, *Вісник національного технічного університету України «КПІ». Серія Радіотехніка, радіоапаратобудування.* **56**, 144 (2014).

## Application of Nonlinear Stochastic Differential Systems for Data Protection in Audio and Graphics Files

Prykhodko S.B., *Professor*

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Nikolaev

Data protection in audio and graphics files is one of the significant problems in information security area. This problem is usually solved with cryptographic methods in computer systems, but new solutions are still being searched for. Application of nonlinear stochastic differential systems (SDSs) is one of such new methods [1].

The essence of the method is following: audio data (or pixel codes for graphics file) are entered as a parameter of nonlinear SDS and the corresponding output signal of the SDS is used instead of the audio data (or pixel codes), and that protects the latter.

The proposed method is considered for nonlinear SDS, which behavior is described by the following nonlinear stochastic differential equation (SDE) [1, 2]:

$$\ddot{x} + b_1\dot{x} + b_2|\dot{x}| + c_1x + c_3(t)x^3 = n(t), \quad (1)$$

where  $n(t)$  – Gaussian white noise with intensity  $N_0$ ,  $c_3(t)$  – parameter, by means of which normalized audio data (or normalized pixel codes for graphics file) are entered.

Based on numerical solution of SDE (1),  $x$  values are calculated upon the ordinates of the normalized audio signal (or normalized pixel codes) entered by means of coefficient  $c_3$ , are normalized and are written to the audio or graphics file instead of the corresponding ordinates of the original audio signal (or pixel codes).

The ordinates of the original audio signal (or pixel codes) are restored in reverse order.

1. S.B. Prykhodko, *Information Processing Systems* **84**, 75 (2010) (in Ukrainian).
2. S. Prykhodko, K. Basin, in “TCSET’2012” *Conference Proceedings*, February 21-24, 2012, Lviv-Slavske, Ukraine, 425 (2012).

**Механіка руйнування тел з тріщинами в умовах  
електромагнітоупругого взаємодія**

Фильштинский Л.А., *профессор*; Гришко А.Н., *студент*  
Сумський державний університет, г. Суми

В роботі побудовано аналітичний алгоритм визначення характеристик руйнування електромагнітоупругої пластинки, ослабленої тріщиноподібними дефектами. Розглянута 2D-модель зводиться до крайової задачі для чотирьох аналітичних в своїх афінних областях функцій комплексних змінних  $\Phi_k(z_k)$ .

Підстановка предельних значень побудованих інтегральних представлень в крайові умови на берегах тріщин приводить після деяких перетворень до матричному сингулярному інтегральному рівнянню першого роду

$$\operatorname{Re} \int_L K(\zeta, \zeta_0) q(\zeta) ds = \pi N(\zeta_0), \quad \zeta, \zeta_0 \in L = UL_j \quad (j = \overline{1, m})$$

$$K(\zeta, \zeta_0) = \mathbf{R} \mathbf{G}(\zeta, \zeta_0) \mathbf{R}^{-1}$$

$$\mathbf{G}(\zeta, \zeta_0) = \operatorname{diag} \left\{ \frac{a_1(\psi_0)}{\zeta_1 - \zeta_{01}}, \frac{a_2(\psi_0)}{\zeta_2 - \zeta_{02}}, \frac{a_3(\psi_0)}{\zeta_3 - \zeta_{03}}, \frac{a_4(\psi_0)}{\zeta_4 - \zeta_{04}} \right\}$$

$$\zeta_k = \operatorname{Re} \zeta - \mu_k \operatorname{Im} \zeta, \quad \zeta_{0k} = \operatorname{Re} \zeta_0 - \mu_k \operatorname{Im} \zeta_0; \quad a_k(\psi) = \mu_k \cos \psi - \sin \psi$$

де  $\psi, \psi_0$  – кути між осью  $Ox_1$  і нормаллю до  $L$  в точках  $\zeta$  і  $\zeta_0$ ;

$\mathbf{R}$  і  $\mu_k$  – відома числова матриця і відомих характеристическіє числа, зависящіє от фізико-механіческіє параметров матеріала.

Численна реалізація аналітеского алгоритма проводилась ефектесным методом механіческіє квадратур с іпользованием квадратурных формул типа Гаусса для сингулярных інтегралов.

Далее были получены формулы для коэффициентов интенсивности механических, электрических и магнитных величин в вершинах трещин.

## Метод стохастической аппроксимации для идентификации нейросетевых моделей

Меняйлов Е.С., *аспирант*

Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского  
«Харьковский авиационный институт», г. Харьков

Нейросетевые технологии (НТ) нашли применение в экономике, медицине, промышленности, многих других областях науки и техники, они способны решать практически любые задачи, связанные с моделированием, прогнозированием, оптимизацией. НТ обладают свойствами самообучения, самоорганизации, способностью к обработке образной информации в противовес обычным алгоритмам, которые также традиционно считаются жестко заданными и необучаемыми.

Данная работа посвящена исследованию некорректных задач восстановления многомерных статистических зависимостей на основе эмпирических данных, построению нейросетевых моделей (на примерах однонаправленной многослойной и радиально-базисной обучаемых искусственных нейронных сетей) с помощью интеллектуальных информационных технологий. Разработан метод оценивания параметров статистических моделей на основе модели кригинга, это связано с тем, что невозможно получить точные значения параметров технических систем, вместо них используются статистические данные. Поэтому, согласно моделям кригинга в качестве критерия оценивания параметров вводится некоторая вероятность достижения необходимой точности. Представлены примеры практического использования построенных таким образом формальных математических моделей для решения задач анализа параметров технических систем. Создана система поддержки принятия решений «Concept\_Pro\_St», реализующая представленную методологию.

Руководитель: Угрюмов М.Л., *профессор*

**Моделирование эффективных свойств ленточного пьезомагнитного композита**

Фильштинский Л.А., профессор; Бережная И.А., студент  
Сумский государственный университет, г. Сумы

Рассматривается структура, представляющая пьезомагнитную матрицу, армированную двоякопериодической системой анизотропных (изотропных) тонких лент. Считается, что в структуре имеют место средние механические напряжения  $\langle \sigma_{ij} \rangle$ , а также средние значения магнитной индукции  $\langle B_k \rangle (k = 1, 2)$ .

При анализе совместного деформирования матрицы и волокон принимается модель контакта по линии, что приводит к интегро-дифференциальному сингулярному уравнению относительно контактного напряжения  $q_0(x)$

$$\int_A G(x, x_0) q_0(x) dx + \frac{S_{11}^{(1)}}{S_{11} F_1} \int_{x_0}^b q_0(x) dx = N, \tag{1}$$

$$G(x, x_0) = \frac{x}{F_0} + \frac{1}{S_{11}} \operatorname{Re} \sum_{k=1}^3 P_k C_k \left[ \frac{\delta_1^{(k)}}{w_1} x - \zeta_k(x - x_0) \right],$$

$$N = -\langle \sigma_{11} \rangle - \frac{S_{12}}{S_{11}} \langle \sigma_{22} \rangle - \frac{g_{21}}{S_{11}} \langle B_2 \rangle, \quad \delta_1^{(k)} = 2\zeta_k \left( \frac{w_1^{(k)}}{2} \right),$$

где  $\zeta_k(x)$  - дзета-функция Вейерштрасса, построенная на периодах  $w_1^{(k)} = \operatorname{Re} w_1 + \mu_k \operatorname{Im} w_1$  и  $w_2^{(k)} = \operatorname{Re} w_2 + \mu_k \operatorname{Im} w_2$ ;  $\langle \sigma_{ii} \rangle$  и  $\langle B_2 \rangle$  - средние напряжения и магнитная индукция, действующие в структуре;  $F_0$  и  $F_1$  - площади фундаментальной ячейки и поперечного сечения ленты.

1. L. Filshinsky, V. Mityushev, *Mathematical models of elastic and piezoelectric fields in two-dimensional composites* (Springer: Science + Business Media New York VIII: 2014).

## Характеристики разрушения пьезомагнитной пластины с трещиной

Фильштинский Л.А., *профессор*; Дудык И.Ю., *студент*  
Сумский государственный университет, г. Сумы

Рассматривается бесконечная пьезомагнитная пластина, ослабленная дефектом типа трещины. 2D-модель магнитоупругости записывается в терминах функции комплексного переменного, которые являются аналитическими в соответствующих аффинных областях  $F_k$ , ( $k = \overline{1, 3}$ ).

Считаем, что в полостях трещин действует нормальное распирающее давление, а на бесконечности имеют место равномерные поля растяжения и сдвига, а также поля вектора магнитной индукции.

Построены интегральные представления полевых величин при помощи которых краевая задача для тела с трещинами сведена к системе сингулярных интегральных уравнений (СИУ). Для нахождения единственного решения необходимо учитывать дополнительные условия однозначности перемещений.

Решение СИУ получаем численного метода механических квадратур.

Получены формулы для коэффициентов интенсивности механических и магнитных величин.

В настоящее время проводится численная реализация построенного аналитического алгоритма.

1. Д.И. Бардзокас, Л. А. Фильштинский, М. Л. Фильштинский, *Актуальные проблемы связанных физических полей в деформируемых телах. т.1. Математический аппарат физических и инженерных наук. Москва – Ижевск, НИЦ «Регулярная хаотическая динамика», 2010*



## Узагальнена модель Васічека відсоткової ставки. Поведінка довгострокової ставки

Лаврова К.Є., студентка

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ

Досліджується модель Васічека для миттєвої відсоткової ставки

$$dr(t) = a(b - r(t))dt + \sigma dW_t, \quad a, b, \sigma = \text{const} \quad (1)$$

тут  $a$  – параметр, що характеризує швидкість повернення до середнього значення,  $b$  – середній довгостроковий рівень відсоткової ставки,  $\sigma$  – параметр волатильності.

Поставлено задачу: 1) Для такої моделі дослідити довгострокову поведінку середньої відсоткової ставки, тобто необхідно знайти

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T r(s) ds$$

2) Знайти теж саме значення  $\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T r(s) ds$ , за припущень, що в рівнянні (1)  $a(t)$ ,  $b(t)$ ,  $\sigma(t)$  – це не випадкові функції, на які можна накладати умови в ході розв'язку.

В ході розв'язання даної задачі було сформульовано і доведено таку теорему:

Теорема. Нехай стохастичне диференціальне рівняння задовольняє узагальнену модель Васічека :

$$dr(t) = a(t)(b(t) - r(t))dt + \sigma(t)dW_t,$$

де  $a = \text{const}$ , а  $b(t)$ ,  $\sigma(t)$  – не випадкові обмежені функції,  $\exists \bar{b}$ :

$\frac{1}{T} \int_0^T b(s) ds \rightarrow \bar{b}$ , при  $T \rightarrow \infty$ , тоді довгострокова середня відсоткова

ставка дорівнює  $\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T r(s) ds = \bar{b}$  у середньоквадратичному.

## Аппроксимация произведениями Чебышева-Бляшке в полуплоскости

Гук С.С., студент

Сумский государственный университет, г. Сумы

Произведения Чебышева – Бляшке в полуплоскости определяются следующими параметрическими уравнениями

$$f_{n,\tau}(z) = \sqrt{k(n\tau)} cd(nu \omega_1(n\tau), (n\tau)), \quad z = i \frac{1 + \sqrt{k(\tau)} cd(u\omega_1(\tau), \tau)}{1 - \sqrt{k(\tau)} cd(u\omega_1(\tau), \tau)},$$

где  $z \in \mathbb{C}_+ = \{z : \text{Im} z > 0\}$ ,  $n \in \mathbb{N}$ ,  $\tau \in \mathbb{R}_+ i = \{\tau : \text{Re} \tau = 0, \text{Im} \tau > 0\}$ .

Здесь  $cd(u, \tau) = \cos(\phi(u, \tau))$  функция-косинус Якоби,  $k(\tau)$  эллиптический модуль. Обозначим через  $B_n$  множество конечных произведений Бляшке степени  $n$ . Рассматривается следующая проблема. Найти произведение Бляшке  $B_{n,\tau}^* \in B_n$ , которое удовлетворяет соотношению

$$\sigma_{n,\tau} = \min_{B_n \in B_n} \max_{z \in E} |B_n(z)| = \min_{\alpha_1, \dots, \alpha_n \in \mathbb{C}_+} \max_{z \in E} \left| \frac{(z - \alpha_1) \dots (z - \alpha_n)}{(z - \overline{\alpha_1}) \dots (z - \overline{\alpha_n})} \right| \quad (1)$$
$$E = \left[ i \frac{1 - \sqrt{k(\tau)}}{1 + \sqrt{k(\tau)}}; i \frac{1 + \sqrt{k(\tau)}}{1 - \sqrt{k(\tau)}} \right].$$

Теорема. Произведение Чебышева–Бляшке  $f_{n,\tau}$  решает задачу аппроксимации (1) с

$$\sigma_{n,\tau} = \frac{1 + k(\tau)}{1 - k(\tau)}.$$

Руководитель: Малютин К.Г., профессор

1. Tuen Wai Ng, Chiu Yin Tsang, *J. Comput. Appl. Math.* **277**, 106 (2015).

## Застосування нейромереж для задачі класифікування станів економічних систем

Оглобліна О.І., *старший викладач*; М'якаєв О.В., *студент*  
Сумський державний університет, м. Суми

Проведено порівняння нейромережових методів класифікації станів системи з методом лінійного дискримінантного аналізу на прикладі банківської системи кредитування. Розглянута фінансова система, кожний стан якої є позичальник банку, який характеризується 20 ознаками. Для аналізу взята вибірка з 100 позичальників. Вся вибірка експертним шляхом розподілена на 2 навчальні класи за критерієм «надійний позичальник» і «ненадійний позичальник».

На базі навчальних вибірок побудовані 3 класифікатори. Реалізація класифікаторів виконана в програмному середовищі MATLAB 2007 з використанням розширень Statistics Toolbox та Neural Network Toolbox (NNT).

Для отримання класифікуючих функцій лінійного дискримінантного аналізу використана функція `classify`, яка є складовою пакету розширення Statistics Toolbox .

За перший нейромережовий класифікатор розглянуто універсальний нейромережовий апроксиматор залежностей між входами та виходами системи. Для побудови класифікатора обрана двошарова нейронна мережа прямого розповсюдження сигналу. Програмна реалізація мережи виконана з використанням функції `newff` розширення NNT.

Другий нейромережовий класифікатор побудований, як двошарова мережа LVQ (learning vector quantization) класифікації вхідних векторів системи. Реалізована із застосуванням функції `newlvq` розширення NNT.

Порівняння результатів класифікації дозволяє зробити висновок, що нейромережові технології дають можливість розбиття на класи без апріорних навчальних вибірок і дають майже 100% точність розподілення для навчальних вибірок, помилка на тестових виборках досягає приблизно 15%.

В подальшому планується побудова класифікатора на базі ймовірнісної нейронної мережі PNN (probabilistic neural network).

## Диссипация энергии ферромагнитной наночастицы в вязкой жидкости под действием переменного внешнего поля

Заика А.В., студент; Лютый Т.В., докторант  
Сумский государственный университет, г. Сумы

Одним из самых примечательных применений ферромагнитных жидкостей [1] является метод магнитной гипертермии в терапии раковых заболеваний [2]. В данном методе нагревание ткани происходит за счет поглощения энергии переменного поля магнитными наночастицами. Непосредственное превращение в тепловую энергию для достаточно крупных наночастиц ( $> 20$  нм) реализуется посредством трения вращающейся в вязкой среде частицы. При этом тепловыми флуктуациями можно пренебречь для практически интересных временных масштабов.

В данной работе рассмотрено сферическое регулярное движение ферромагнитной наночастицы под действием внешнего поля вида

$$\mathbf{H} = h(\mathbf{e}_x \cos \Omega t + \mathbf{e}_y \sigma \sin \Omega t) + \mathbf{e}_x H_x + \mathbf{e}_z H_z, \quad (1)$$

где  $h$  и  $\Omega$  – амплитуда и частота поля, соответственно,  $\mathbf{e}_{x,y,z}$  – орты декартовой системы координат,  $\sigma = 1$  для циркулярно-поляризованного поля и  $\sigma = 0$  для линейно-поляризованного поля,  $H_{x,z}$  – статические поля вдоль соответствующих осей. Исходное положение магнитного момента относительно системы координат задается углами  $\theta_0$  и  $\varphi_0$ .

Скорость нагревания среды определяется поглощаемой мощностью  $q$  на единицу объема наночастицы, которая зависит от траектории частицы. Были найдены аналитические выражения для величины  $q$  в случае малых частот для циркулярно-поляризованного поля, а также в случае больших частот для циркулярно- и линейно-поляризованного полей. Численно получены данные для произвольных амплитуд и частот переменного поля. Проанализировано влияние параметров  $H_{x,z}$  и  $\theta_0$  на поглощаемую мощность; указаны условия, при которых статические поля могут увеличивать или уменьшать  $q$ .

1. M.I. Shliomis, *Sov. Phys. Usp.* **17**, 153 (1974).
2. Q.A. Pankhurst, J. Connolly, S.K. Jones, J. Dobson, *J. Phys. D: Appl. Phys.* **36**, R167 (2003).

## Сингулярные задачи магнитоупругости про особенности физических полей в вершине составного пьезокерамического клина

Сушко Т.С., *старший преподаватель*; Мельник О.А., *студент*; Зеленский В.В., *студент*

Сумский государственный университет, г. Сумы

В данной работе проводится исследование локальных свойств магнитоупругих полей в окрестности вершины составного клина для различных типов граничных условий на внешних его гранях. Как известно, высокий уровень физических полей вблизи угловых точек граничных контуров вносит нелинейный характер в распределение полевых величин. Определение порядков особенностей в окрестности вершины составного клина представляет интерес в этом исследовании.

В декартовой системе координат рассматривается двумерная клиновидная область бесконечно протяженная вдоль оси  $Ox_3$ , составленная из двух клиньев с углами раствора  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  соответственно. Каждая из клиновидных областей заполнена своим магнитоупругим (магнитопассивным) материалом. На плоской границе раздела клиновидных областей предполагаются условия идеального механического контакта и непрерывной продолжимости магнитных полей. На внешних гранях клина рассматриваются несколько вариантов граничных условий.

Соответствующие граничные задачи сводятся к задачам ТФКП, искомые аналитические функции в окрестности вершины клина имеют асимптотическое представление в виде степенной функции порядка  $\gamma$ . Удовлетворяя условия сопряжения магнитоупругих полей на границе раздела двух сред и граничные условия на внешних гранях клина, приходим (для каждого типа граничных условий) к однородной задаче, условие нетривиальной разрешимости которой дает трансцендентное уравнение относительно порядка степенной особенности  $\gamma$ .

Разрабатывается алгоритм, реализующий нахождение корней (в том числе и комплексных) полученных трансцендентных уравнений. Проводятся исследования зависимостей степенной особенности  $\gamma$  от физических и геометрических характеристик составного клина.

## Моделирование процесса фильтрации в пористой среде со множественными трещинами

Кириченко А.А., *студент*; Пластун Е.А. *студент*;  
Шрамко Ю.В., *старший преподаватель*  
Сумский государственный университет, г. Сумы

К задачам фильтрации жидкости (флюида) в пористых трещиноватых средах последнее время возникает большой интерес и связано это в первую очередь с энергетическими проблемами, а так же с проблемами утилизации отходов, которые возникают в современном обществе.

Среди проектов по созданию альтернативных источников энергии можно выделить направление по использованию тепловой энергии Земли. Как известно, особенностью тектонического строения Земли, особенно в горных районах, есть то, что на глубине 3-5 км ее слои представляют собой достаточно горячую пористую трещиноватую среду с перколирующими магистральными трещинами. Если теперь, тем или иным способом, организовать транспортировку жидкости по такому естественному «трубопроводу», например, пробуриив скважины необходимой длины и закачав воду в горячие слои породы, а затем поднять ее на поверхность, то она будет нагрета в среднем на 70-80°C. В связи с этим возникает ряд важных задач механики сплошных сред, среди которых задачи фильтрации являются одними из актуальных.

Целью работы является построение математической модели фильтрации жидкости (флюида) в пористой среде с множественными трещинами. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

1) методом сингулярных интегральных уравнений [1] построена аналитическую процедуру нахождения потока жидкости (флюида) и давления в пористой среде с множественными трещинами;

2) проведен численный эксперимент по определению компонент потока и давления.

1. Л.А. Фильштинский, Д.И. Бардзокас, М.Л. Фильштинский *Актуальные проблемы связанных физических полей в деформируемых телах.* (М.: Ижевск: НИЦ РХД 2010).

## Моделювання процесу фільтрації у пористому композитному середовищі

Сирєєва В.А., *студент*; Шрамко Ю.В., *старший викладач*,  
Сіренко Ю.В.; *старший викладач*  
Сумський державний університет, м. Суми

У роботі методом регулярних структур [1] розв'язана задача теорії фільтрації флюїду у пористому середовищі. Пори моделюються як циліндричні отвори, які можуть бути заповнені деякими природними матеріалами, що призводить до того, що коефіцієнти фільтрації такого матеріалу є скінченними, але набагато більшими ніж у матриці. Тому в роботі будувалась саме модель багатофазного волокнистого композитного матеріалу з двоперіодичним укладанням волокон. Передбачається, що в структурі задані середні значення компонент вектора швидкості.

Загальне подання розв'язку розшукувалося в класі квазіперіодичних функцій [1]. Гранична задача теорії фільтрації зведена до системи регулярних інтегральних рівнянь, яка розв'язана чисельно. Наведені результати розрахунків.

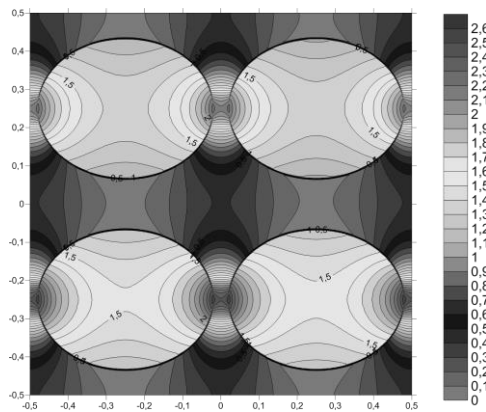


Рис. 1. – Лінії рівня компоненти вектора швидкості  $v_1$ .

1. Л.А. Фильштинский, Д.И. Бардзокас, М.Л. Фильштинский *Актуальные проблемы связанных физических полей в деформируемых телах.* (М., Ижевск, НИЦ РХД 2010).

## Вращения твердого тела, близкие к псевдoreгулярной прецессии

Акуленко Л.Д.<sup>1</sup>, *главный научный сотрудник;*

Лещенко Д.Д.<sup>2</sup>, *профессор;* Козаченко Т.А.<sup>2</sup>, *доцент*

<sup>1</sup> Институт проблем механики РАН, г. Москва, Россия

<sup>2</sup> Одесская государственная академия строительства и архитектуры,  
г. Одесса, Украина

Рассматриваются возмущенные движения твердого тела, близкие к псевдoreгулярной прецессии в случае Лагранжа. Ставится задача исследования поведения решения системы уравнений движения [1] при значениях малого параметра  $\varepsilon$ , отличных от нуля, на достаточно большом промежутке времени. Для решения поставленной задачи уравнения возмущенного движения приводятся к виду, допускающему применение метода усреднения. В отличие от [1,2] в качестве порождающего решения берется не общее решение в случае Лагранжа, выражающееся в эллиптических функциях, а приближенное, представляемое в элементарных функциях. Полученная усредненная система уравнений значительно проще исходной, так как автономна и не содержит быстрых осцилляций.

В качестве примеров развитой методики рассмотрены механические модели возмущений, отвечающие движению тела в среде с линейной диссипацией, а также под действием постоянного момента, приложенного вдоль оси симметрии. Усредненная система уравнений интегрируется и позволяет определить полную энергию тела, проекцию вектора кинетического момента на вертикаль и угловую скорость вращения тела относительно оси симметрии в аналитическом виде. Проведен анализ полученных решений.

1. Л.Д. Акуленко, Д.Д. Лещенко, Ф.Л. Черноусько, *ПММ* **43**, 771 (1979).
2. Т.А. Козаченко, Д.Д. Лещенко, А.Л. Рачинская, *Вісник ОНУ. Математика і механіка* **16** №16, 152 (2011).



Наукове видання

ІНФОРМАТИКА, МАТЕМАТИКА,  
АВТОМАТИКА

**ІМА :: 2015**

**МАТЕРІАЛИ  
та програма**

НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

(Суми, 20–25 квітня 2015 року)

Відповідальний за випуск  
декан ф-ту ЕЛІТ

проф. **С.І. Проценко**

Комп'ютерне верстання  
Дизайн обкладинки

доц. **Т.В. Лютого**  
доц. **Т.В. Лютого**

Відповідальний редактор

доц. **Т.В. Лютий**

Стиль та орфографія авторів збережені.

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 16,25 Обл.-вид. арк. 18,97 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.

