



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**МАТЕРІАЛИ**  
та програма

**IV МІЖВУЗІВСЬКОЇ**  
**НАУКОВО - ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**ВИКЛАДАЧІВ, СПІВРОБІТНИКІВ,**  
**АСПРАНТІВ І СТУДЕНТІВ**

**“ІНФОРМАТИКА, МАТЕМАТИКА,**  
**МЕХАНІКА”**

**ІММ - 2009**

**21-24 квітня 2009 р.**

Суми  
Видавництво СумДУ  
2009

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**МАТЕРІАЛИ**  
**та програма**

IV МІЖВУЗІВСЬКОЇ  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

викладачів, співробітників, аспірантів і студентів

“ІНФОРМАТИКА, МАТЕМАТИКА,  
МЕХАНІКА”

**ІММ - 2009**

21-24 квітня 2009 р.

Суми  
Видавництво СумДУ  
2009

## ***Шановні колеги!***

*Факультет електроніки та інформаційних технологій Сумського державного університету запрошує Вас взяти участь у роботі науково-технічної конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів.*

*Конференція відбудеться з 21 по 24 квітня 2009 року.*

*Час та місце роботи секцій, які Вас цікавлять, наведені у програмі.*

*Адреса університету:*

*40007, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2.*

*Телефон для довідок 33-71-44.*

## **Секції конференції**

1. Інформатика.
2. Інформаційні технології проектування.
3. Моделювання складних систем.
4. Кількісні методи в економіці.
5. Прикладна математика та механіка.

Голова оргкомітету

доцент С.І. Проценко

# ПРОГРАМА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

## СЕКЦІЯ 1 «ІНФОРМАТИКА»

Голова секції – д. т. н., проф. Довбиш А.С.

Секретар секції – асп. Мартиненко С.С.

**Початок:** 22 квітня 2009 р., ауд. Ц 146, 09<sup>50</sup>

1. Розпізнавання електронограм в електронній мікроскопії.

Доповідач – студ. Алтиннікова К.В.

2. Інформаційне та програмне забезпечення системи розпізнавання зображень клітин біологічних об'єктів.

Доповідачі: студ. Андрієнко Н.І.,  
асп. Мартиненко С.С.

Керівник – проф. Довбиш А.С.

3. Метод распознавания искаженного изображения.

Докладчики: студ. Волков Р.С.,  
доц. Авраменко В.В.

4. Адаптивна автентифікація даних.

Доповідач – асист. Дунь О.В.

5. Поисковый робот для портала знаний на основе .Net-технологии.

Докладчики: студ. Емельяненко В.В.,  
доц. Бабий М.С.

6. Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень для діагностування онкопатологій.

Доповідач – студ. Жаловага В.О.

7. Інформаційне та програмне забезпечення системи допомоги прийняття рішення лікарю-травматологу.

Доповідач – студ. Занченко С.А.

Керівник – проф. Довбиш А.С.

8. Інформаційне та програмне забезпечення системи розпізнавання магнітокардіограм.

Доповідач – студ. Івашенко В.А.

9. Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень для керування технологічним процесом.

Доповідач – студ. Ігнатенко С.М.

10. Розроблення системи розпізнавання напівдублікатів та впровадження її у дистанційне навчання.

Доповідачі: студ. Коломієць М.А.,

доц. Шаповалов С.П.,

асп. Кузіков Б.О.

11. Узагальнена модель адаптивної навчальної системи.

Доповідач – асп. Кузіков Б.О.

12. Автоматизація розпізнавання унікальності користувача Інтернет.

Докладчики: доц. Маслова З.І.,

студ. Панасенко К.Н.

13. Комп'ютерний аналіз взаємозв'язку між показниками кредитно-грошової політики.

Доповідачі: доц. Маслова З.І.,

студ. Нілова М.В.

14. Методи комплексного аналізу профільного освітнього порталу.

Доповідачі: студ. Молодець Л.В.,  
доц. Чекалов О.П.

15. Класифікаційне прогнозування валютного курсу в рамках інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології.

Доповідачі: студ. Олійник А.П.,  
асист. Шелехов І.В.

16. Моделирование и компьютерная визуализация обтекания тел жидкостью.

Докладчик – студ. Провозен А.А.,  
Руководители: – доц. Шаповалов С.П.,  
ст. викл. Хатунцев О.Ю.

18. Математическое моделирование и программная реализация эталонного спектра рентгеновского микроанализатора.

Докладчики: студ. Рыбак Р.,  
доц. Проценко Е.Б.

17. Разработка математической модели кондактанса углеродных нанотрубок.

Докладчики: студ. Быстровский А.,  
доц. Проценко Е.Б.

19. Розпізнавання онкологічних захворювань.

Доповідачі: студ. Руденко М.С.,  
асп. Мартиненко С.С.  
Керівник – проф. Довбиш А.С.

20. Інформаційне і програмне забезпечення системи оперативного контролю функціонування безінерційного об'єкта.

Доповідач – студ. Шелегеда Н.П.  
Керівник – доц. Авраменко В.В.

21. Оптимізація кроку дискретизації при побудові системи розпізнавання голосових команд.

Доповідачі: проф. Довбиш А.С.,  
асп. Якушев О.А.

22. Программный инструментарий преподавателя при внедрении болонского процесса.

Доповідач – доц. Яценко В.В.

23. Властивості та використання префіксної та суфіксної форми запису математичних виразів.

Доповідачі: студ. Руденко О.Г.,  
асп. Петров С.О.

24. Прогностичне навчання системи підтримки прийняття рішень.

Доповідач – асп. Тронь В.А.

## СЕКЦІЯ 2 «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ»

Голова секції – к. т. н., доц. Баранова І.В.

Секретар секції – асист. Кузнєцов Е.Г.

**Початок** 24 квітня 2009 р., ауд. Г 1302, 15<sup>00</sup>

1. Разработка программы технологических расчетов гранулятора-сушилки для производства органоминеральных удобрений.

Докладчик – студ. Винниченко Л.М.  
Руководитель – доц. Баранова И.В.

2. Реализация программы расчета основных параметров змеевиковых элементов.

Докладчик – студ. Петрівна О.О.  
Руководитель – доц. Баранова И.В.

3. Вибір методології для розроблення програмного забезпечення для реалізації блочно-модульного проектування відцентрових насосів в розподілених комп'ютерних мережах.  
Доповідач – асп. Зінченко Н.О.  
Керівник – доц. Неня В.Г.
4. Узагальнена математична та інформаційна моделі гідравлічної мережі системи теплопостачання житлового будинку.  
Доповідачі: асп. Парфененко Ю.В.,  
студ. Захарченко В.П.  
Керівник – доц. Неня В.Г.
5. Розроблення графічного ядра геоінформаційної системи.  
Доповідачі: асп. Парфененко Ю.В.,  
студ. Положій В.В.  
Керівник – доц. Неня В.Г.
6. Реалізація інтерактивних засобів навчання для дисципліни «Інформатика».  
Доповідач – студ. Бобрун Л.В.  
Керівник – доц. Алексенко О.В.
7. Разработка САПР шаровой арматуры компрессорной станции.  
Докладчик – студ. Коломиец И.А.  
Руководитель – доц. Алексенко О.В.
8. Розроблення керуючого модуля для побудови 3D-моделей валів редуктора у системі AUTOCAD.  
Доповідач – студ. Пономаренко Г.О.  
Керівник – доц. Алексенко О.В.
9. Дослідження конструкторських можливостей майстра проектування програми INVENTOR 11.  
Доповідачі: студ. Новак О.В.,  
студ. Хмаренко Є.В.  
Керівник – доц. Бубнов І.В.



10. Підвищення ефективності дистанційного навчання за допомогою відеоуроків.

Доповідач – студ. Красноусов М.М.

Керівник – ст. викл. Ващенко С.М.

11. Підвищення точності на виході розрахункового модуля САПР через вибір методу інтерполяції в базі даних.

Доповідач – студ. Грибова О.В.

Керівник – асист. Жиленко Н.О.

12. Робоче місце інженера з розрахунку струменевого ежектора утилізаційної установки з використанням COSMOS FLOW WORKS.

Доповідач – студ. Єжова Г.В.

Керівник – асист. Жиленко Н.О.

13. Виготовлення та випробування діючої моделі безмуфтового кривошипного преса

Доповідачі: заст. директора Іванов В.В.,  
студ. Іванов Є.В.

Керівник – доц. Запорожченко В.С.

14. Застосування комп'ютерних технологій для проектування безмуфтового обладнання.

Доповідачі: студ. Леус П.О.,  
студ. Лазоренко О.В.,  
студ. Іванов Є.В.

Керівник – доц. Запорожченко В.С.

15. Развитие системного мышления на примере использования MS ACCESS

Докладчики: студ. Мерзликина Ю.И.,  
студ. Денисенко Т.Л.

Руководитель – доц. Концевич В.Г.

16. Дослідження напрямів провадження методології PROJECT MENEAGEMENT в проектну діяльність наукоємних підприємств.

Доповідач – студ. Гайдабрус Б.В.

Керівник – доц. Концевич В.Г.

17. Расчетные модули INVENTOR как инструмент реализации технологии параллельного инжиниринга.

Докладчик – студ. Чернишова Д.А.

Руководитель – доц. Концевич В.Г.

18. Комп'ютерне моделювання математичних моделей нелінійних коливальних систем.

Доповідач – студ. Ткач П.Ю.

Керівники: асист. Кузнецов Е.Г.,

доц. Пузько І.Д.

19. Параметрична ідентифікація нелінійних коливальних систем.

Доповідач – студ. Назаров М.С.

Керівники: асист. Кузнецов Е.Г.,

доц. Пузько І.Д.

20. Методологія застосування чисельного експерименту для дослідження робочого процесу у проточних частинах відцентрових насосів.

Доповідач – студ. Фостенко Б.А.

Керівник – асист. Неня А.В.

21. Автоматизация исследовательских работ при проектно-конструкторских разработках на примере расчета деталей пластинчатого насоса.

Докладчик – ассист. Омеляненко Е.А.

22. Застосування паттернів проектування при розробленні складних систем.

Доповідач – студ. Давидов Д.О.

Керівник – ст. викл. Салтикова О.І.

23. Створення віртуального конструкторського бюро на основі GRID-технологій

Доповідач – студ. Дикун Є.М.

Керівник – доц. Шендрик В.В.

24. Реалізація підвищення ефективності роботи сервера та локальної мережі

Доповідачі: студ. Ткаченко В.В.,  
студ. Зайков Д.О.,  
студ. Дзигуненко Д.О.

Керівник – доц. Шендрик В.В.

25. Групповая IP-адресация и технологии, её поддерживающие.

Докладчик – студ. Заговора О.В.

Руководитель – асист. Щеглов С.А.

### **СЕКЦІЯ 3 «МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ»**

Голова секції – к. ф.-м. н., доц. Карпуша В.Д.

Секретар секції – асп. Дворніченко А.В.

**Початок** 21 квітня 2009 р., ауд. Ц 220, 15<sup>00</sup>

1. Моделирование транспортных потоков методом клеточных автоматов.

Докладчики: студ. Дмитриев А.В.,  
ст. преп. Князь И.А.

2. Восстановление вида модельных уравнений динамических систем по их временному ряду.

Доповідачі: студ. Чеманов Д.О.,  
ст. викл. Князь І.О.

3. Застосування методу глобальної реконструкції динамічних систем до задачі захисту інформації при передачі її по лініям зв'язку.

Доповідачі: студ. Артюшенко А.В.,  
ст. викл. Князь І.О.

4. Индуцированные шумом переходы в генетической модели с цветным шумом.

Докладчики: студ. Антоненко О.А.,  
ст. преп. Князь И.А.

5. Применение стохастических методов в задачах обучения нейронных сетей.

Докладчики: студ. Михайленко Р.И.,  
ст. преп. Князь И.А.

6. Моделирование эволюции и фазовых переходов в социальных системах на примере модели Парсонса.

Докладчики: студ. Мироненко О.С.,  
доц. Карпуша В.Д.

7. Моделирование динамики функционирования малых социальных групп.

Докладчики: студ. Волохова О.С.,  
доц. Карпуша В.Д.

8. Амплитудное распределение фотоэлектронов при регистрации некогерентного излучения идеальным детектором.

Докладчики: студ. Сокол Ю.Е.,  
проф. Мазманишвили А.С.

9. Імовірнісна модель розрахунку надійності системи з відновленням.

Доповідачі: студ. Давидова Н.О.,  
доц. Супрун В.Н.

10. Вивчення біомеханічних параметрів довгих кісток скелета після перелому.

Доповідачі: студ. Купіна М.В.,  
асист. Швець У.С.

11. Прогнозирование состояния здоровья больных ишемической болезнью сердца пожилого и старческого возрастов на основании анализа системы факторов риска.

Докладчики: студ. Бороденко А.А.,  
ассист. Швець У.С.

12. Влияние внутреннего мультипликативного шума на процессы формирования стационарных структур в стохастических системах реакционно-диффузионного типа.

Докладчики: асп. Дворниченко А.В.,  
проф. Харченко Д.О.

13. Вероятность образования иерархической структуры.

Докладчики: студ. Борисов С. С.,  
проф. Олемской А.И.

14. Фазове розшарування в бінарних стохастичних системах з балістичною дифузією.

Доповідачі: студ. Чмирьов В.М.,  
асп. Лисенко І.О.

15. Численное моделирование движения частицы методом молекулярной динамики.

Докладчики: студ. Сайко І.Н.,  
проф. Харченко Д.О.

16. Определение спектров фундаментальных переходов

Докладчики: студ. Резніченко О.И.,  
ст. препод. Шовкопляс О.А.

**СЕКЦІЯ 4 «КІЛЬКІСНІ МЕТОДИ В ЕКОНОМІЦІ»**

Голова секції – к. ф.-м. н., доц. Назаренко О.М.  
Секретар секції – асп. Фільченко Д.В.

**Початок:** 21 квітня 2009 р., ауд. Ц 225, 15<sup>00</sup>

1. Построение регрессионных моделей финансового рынка.

Докладчики: студ. Листунова Л.В.,  
доц. Назаренко А.М.

2. Прогнозне та імітаційне моделювання розвитку макроекономічної системи.

Доповідачі: студ. Загряжська П.І.,  
доц. Назаренко О.М.

3. Застосування марковських процесів для моделювання механізму формування рівноважної ціни.

Доповідачі: студ. Новіков О.В.,  
доц. Назаренко О.М.

4. Лінійно-квадратична оптимізація макроекономічних систем.

Доповідачі: студ. Карпуша М.В.,  
доц. Назаренко О.М.

5. Использование релейных управлений для построения траекторий с изломами.

Докладчики: асп. Васильев А.А.,  
доц. Назаренко А.М.

6. Построение моделей временных рядов с помощью Фурье-анализа.

Докладчики: студ. Ковтун С.В.,  
асп. Васильев А.А.

7. Формирование эффективного портфеля при фиксированном значении ожидаемой доходности.

Докладчики: студ. Пахилова А.С.,  
асп. Васильев А.А.

8. Мультикритеріальна ідентифікація LQ-моделей з невідомими управліннями у тривимірному фазовому просторі.

Доповідачі: асп. Фільченко Д.В.,  
доц. Назаренко О.М.

9. Економетрико-диференціальний підхід до моделювання макроекономічних систем.

Доповідачі: студ. Яворський П.А.,  
асп. Фільченко Д.В.

10. Ідентифікація та аналіз динаміки бізнес-процесів, поданих різницевиими моделями з лагом другого порядку.

Доповідачі: студ. Таран І.М.,  
асп. Фільченко Д.В.

11. Економетричний аналіз енергетичної ефективності виробництва.

Доповідачі: студ. Поляченко С.С.,  
доц. Брюханов М.В.

12. Економетричний аналіз зростання ефективності підприємств.

Доповідачі: студ. Ткаченко Г.В.,  
доц. Брюханов М.В.

13. Економетричний аналіз економічних детермінант результативності національної футбольної збірної.  
Доповідачі: студ. Загорулько С.О.,  
доц. Брюханов М.В.
14. Аналіз впливу ставки та бази оподаткування на частку надходжень податку на прибуток підприємств у ВВП.  
Доповідачі: студ. Гльоза В. В.,  
асп. Захаркіна Л.С.
15. Оптимізація енерговитрат у технологічних процесах.  
Доповідачі: студ. Шандиба Н.О.,  
доц. Юхименко М.П.
16. Синергетичне моделювання економіко-екологічних процесів сталого водокористування території.  
Доповідачі: студ. Прокопенко О.О.,  
асп. Маценко О.М.
17. Визначення показників ефективності інвестиційної діяльності та оцінка інвестиційного проекту.  
Доповідачі: студ. Васильєва О.А.,  
студ. Сірік Ю.А.,  
ст. викл. Андрієнко В.І.
18. Создание видеопрограмм для использования в учебном процессе на примере транспортной задачи линейного программирования.  
Докладчики: студ. Чернякова М.Г.,  
доц. Литвиненко О.А.
19. Моделювання задач лінійного програмування з використанням програмних комплексів.  
Доповідачі: студ. Забіяка А.М.,  
студ. Атаманюк Р.О.,  
ст. викл. Шовкопляс О.А.



20. Застосування систем масового обслуговування типу м/м/п/т у задачах економічного характеру.

Доповідачі: студ. Балковий В.А.,  
доц. Супрун В.М.

21. Імовірнісна оцінка економічних систем за допомогою теорії масового обслуговування.

Доповідачі: студ. Гетьман О.В.,  
доц. Супрун В.М.

22. Численное сравнение параметров доступа к  $n$ -арным и бинарным отношениям.

Докладчики: студ. Гуреев Д.С.,  
доц. Панченко Б.Е.

23. Построение универсальной логической модели данных.

Докладчики: студ. Шаповалов В.Н.,  
доц. Панченко Б.Е.

24. Аналіз внутрішнього ринку країни за допомогою марковських процесів.

Доповідачі: студ. Сердюк Л.В.,  
доц. Назаренко О.М.

25. Побудова моделі інвестиційного розвитку трисекторної економіки

Доповідачі: студ. Манько Н.М.,  
доц. Назаренко О.М.

26. Моделирование динамики ВВП в трехсекторной экономике

Докладчики: студ. Бондарь Н.В.,  
доц. Назаренко А.М.

27. Дослідження стану інформаційної безпеки в Україні.

Доповідачі: доц. Базиль О.О.,  
студ. Дахно В.М.,  
студ. Журба Т.С.,  
студ. Кекух Ю.О.

28. The research of information technologies influence on culture of lawyers in Ukraine.

Доповідачі: доц. Базиль О.О.,  
студ. Маньківський Д.В.,  
студ. Луцик А.С.

29. Розв'язання задачі оптимізації портфеля цінних паперів простої та змішаної структур.

Доповідачі: студ. Кашин А.В.,  
доц. Назаренко О.М.

## **СЕКЦІЯ 5 «ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА І МЕХАНІКА»**

Голова секції – д. ф.-м. н., проф. Фильштинський Л.А.

Секретар секції – к.ф.-м.н., ст. викл. Сушко Т.С.

**Початок:** 22 квітня 2009 р., ауд. Г 807, 15<sup>00</sup>

1. Создание клиент-серверного продукта, реализующего сетевые приложения на портативных устройствах.

Докладчики: студ. Безпальый А.В.,  
ст. преп. Сушко Т.С.

2. Застосування методу регулярних структур до усереднення магнітних властивостей волокнистих феромагнітних композитів.

Доповідачі: студ. Коваленко Д.С.,  
доц. Шрамко Ю.В.

3. Крайова задача для дробово-диференціального рівняння теплопровідності.

Доповідачі: асп. Мукомел Т.В.,  
асист. Кірічок Т.А.,  
проф. Фильштинський Л.А.

4. Методика визначення похибок у багатofакторних експериментах.

Доповідачі: доц. Брацихіна Л.І.,  
с.н.с. Брацихін В.М.

5. Дослідження зв'язних теплових та пружних хвильових полів для ізотропної пластини із стороннім включенням.

Доповідачі: асп. Москаленко О.І.,  
Кобзар В.М.,  
проф. Фильштинський Л.А.

6. Механічні властивості вуглецевих нанотрубок залежно від кількості шарів трубки.

Доповідачі: асп. Бойко М.В.,  
проф. Фильштинський Л.А.

7. Особенности криптографии, базирующейся на эллиптической кривой над конечным полем.

Докладчики: студ. Николаенко Р.С.,  
доц. Фильштинский В.А.

8. Исследование несущей способности сжатой упругой многослойной пластины из композиционного материала с межслоевым расслоением.

Докладчик – доц. Долгих В.Н.

9. Основные конечноэлементные соотношения собственных колебаний пакета круглых пластин с учетом асимметрии мембранных усилий.

Докладчик – доц. Кунцев С.В.

**СЕКЦІЯ 1**

**«ІНФОРМАТИКА»**

## РОЗПІЗНАВАННЯ ЕЛЕКТРОНОГРАМ В ЕЛЕКТРОННІЙ МІКРОСКОПІЇ

Алтиннікова К.В., студентка

Розпізнавання електронограм різних матеріалів, одержаних у режимі мікродифракції в електронній мікроскопії, є важливою задачею якісного експрес-аналізу в металургії, кристалографії, геології, медицині та інших галузях.

Більшість відомих алгоритмів розпізнавання орієнтовано на розв'язання модельних задач, які виключають перетин. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є розв'язання задачі за допомогою методів інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІТ) [1], що ґрунтується на максимізації інформаційної спроможності системи розпізнавання.

Об'єктом дослідження є процес розпізнавання електронограм матеріалів. Предметом дослідження є математична модель, оцінка функціональної ефективності та оптимізація параметрів функціонування здатної навчатися системи прийняття рішень (СПР) для розпізнавання електронограм. Мета роботи – інформаційного і програмного забезпечення здатної навчатися системи прийняття рішень для розпізнавання електронограм

Розроблено алгоритм та програмне забезпечення електронно-оптичної системи розпізнавання електронограм в рамках ІЕІТ.

Як критерій оцінки функціональної ефективності системи розпізнавання було обрано інформаційний критерій Кульбака, який є функціоналом від точнісних характеристик для двохальтернативної системи рішень.

Було реалізовано алгоритм механічного стиснення графічної інформації та визначено кількість ознак розпізнавання, при якій критерій функціональної ефективності (КФЕ) досягає максимального значення. Також було реалізовано оптимізацію контрольних допусків за паралельним алгоритмом.

1. Краснопоясовський А.С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування: Суми: Видавництво СумДУ, 2004. 261 с.

## ІНФОРМАЦІЙНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ КЛІТИН БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Андрієнко Н.І., *студентка*; Мартиненко С.С., *аспірант*

На сьогоднішній день проблема діагностики ракових захворювань постає особливо гостро. Рання діагностика забезпечує зростання шансів одужання та допомагає виявити злоякісність пухлини. Саме тому цей процес залучає якомога більше методів: рентгенологічний, томографічний, ультразвуковий, гістологічний, цитологічний і багато інших. Цитологічний метод досліджень є простим і доступним, дозволяє діагностувати рак на ранніх стадіях. Але діагностування на ранніх стадіях захворювання є проблематичним через багатовимірність навчальної вибірки.

Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є створення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень (СППР) на основі машинного навчання [1], що дозволить спростити процес діагностування раку, використовуючи зображення клітин.

У рамках інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІ-технології) аналізу та синтезу систем розпізнавання, що ґрунтується на максимізації інформаційної спроможності системи шляхом введення на етапі навчання додаткових інформаційних обмежень, планується розробити інтелектуальну СППР для розпізнавання ракових клітин, що характеризують різні функціональні стани клітин людини.

Багатовимірна навчальна матриця формувалася за допомогою дискретних значень, одержаних в полярних координатах, кольорових складових кожного пікселя зображень клітин. Алгоритм навчання СППР у рамках ІЕІ-технології полягав в оптимізації геометричних параметрів гіперсферичних контейнерів класів розпізнавання.

Подальше вдосконалення розробленої системи полягає в оптимізації, у рамках ІЕІТ, інших параметрів функціонування СППР.

Керівник: професор Довбиш А.С.

1. Краснопопосовський А.С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування: Суми: Видавництво СумДУ, 2004. 261 с.

## МЕТОД РАСПОЗНАВАНИЯ ИСКАЖЕННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Волков Р.С., *студент*; Авраменко В.В., *доцент*

При малых входных напряжениях статическая характеристика многих каналов связи описывается полиномиальной зависимостью. Поэтому при передаче слабого сигнала через канал связи происходит его искажение. Обычно коэффициенты полинома неизвестны. Как правило, передаваемые изображения отличаются от эталонных на неизвестный масштабный множитель.

Ставится задача, по принятому искаженному сигналу и заданному множеству эталонных изображений распознать, фрагмент какого изображения было передано по каналу связи при заданном значении аргумента.

Для решения поставленной задачи авторами была создана компьютерная программа, в основу которой было положено вычисление так называемых  $m$  - непропорциональностей [1].

Принятое искаженное изображение и каждый из эталонов представляются функциями яркости, полученными в процессе строчного сканирования. По функции, представляющей принятое изображение, и по каждой из эталонных функций вычисляются  $m$  - непропорциональности. Если для каких-либо значений аргумента найденная для определенного эталона  $m$  - непропорциональность равна нулю, делается вывод о том, что соответствующие фрагменты этого эталона присутствуют в передаваемом изображении.

На конкретных примерах, для канала связи с искажающим полиномом  $p(x) = 0.009x^2 + 1.5x$  было установлено, что программа успешно восстанавливает искаженные фрагменты эталонов. Это свидетельствует об эффективности использования метода непропорциональности функции для распознавания искаженных изображений.

1. Авраменко В.В. Характеристики непропорциональности числовых функций. Деп. в ГНТБ Украины 19.01.1998 №59 – Ук98.

## АДАПТИВНА АВТЕНТИФІКАЦІЯ ДАНИХ

Дунь О.В., *асистент*

Найважливішою послугою мережевої безпеки є забезпечення автентифікації даних. В умовах інтенсивного розвитку засобів передачі даних, традиційні методи автентифікації не забезпечують необхідні швидкості автентифікації для високошвидкісних мереж, хоча вони й забезпечують високий рівень безпеки. У доповіді пропонується метод автентифікації, що деякою мірою знімає дане протиріччя.

Суть методу адаптивної автентифікації полягає в застосуванні для цілей автентифікації одного з алгоритмів деякого набору, які є не досить безпечними, але забезпечують прийнятну швидкість обчислень MAC кодів. Вибір механізму автентифікації ґрунтується на ряді факторів, таких як завантаження процесора, число помилок автентифікації, число атак на систему тощо. Такий метод називається методом адаптивної автентифікації . Пропонується метод, що підтримує три основних алгоритми автентифікації : HMAC-SHA1-96, HMAC-MD5-96, групові MAC схеми й схеми ймовірнісної автентифікації.

Особливістю групових MAC схем є те, що при обчисленні теґу автентифікації використовується набір з MAC функцій: внутрішньої й зовнішньої. Внутрішня MAC функція є слабкою функцією, але в теґ час вона швидко обчислюється, на противагу зовнішньої MAC функції, що є стійкою, але обчислювально ємною. Ймовірнісна автентифікація ґрунтується на тому факті, що при обчисленні теґу автентифікації включаються не всі слова повідомлення, і в такий спосіб досягається ще більша швидкість обчислення, чим при використанні групових MAC схем, однак за рахунок ослаблення безпеки. Для зменшення повідомлення пропонується використовувати ключову псевдовипадкову ймовірнісну функцію, щоб визначити, чи буде кожне індивідуальне слово даних використовуватися при обчисленні автентифікаційного теґу.

Використання комбінацій вищезгаданих методів, може забезпечити прийнятний рівень безпеки й швидкості автентифікації для більшості високошвидкісних мережевих додатків.



## ПОИСКОВЫЙ РОБОТ ДЛЯ ПОРТАЛА ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ .NET-ТЕХНОЛОГИИ

Емельяненко В.В., студентка; Бабий М.С., доцент

Автоматизированный сбор информации достаточно широко используется в современных поисковых системах Google, Яндекс, Рамблер для создания индексных баз существующих ресурсов Интернет. В настоящей работе рассматривается задача поиска Интернет-ресурсов относительно конкретной тематики. Авторами предложена схема поиска релевантных страниц и разработана программа поискового робота на С#, которая, в отличие от известных реализаций для Unix, ориентирована на более распространенную систему Windows и использует преимущества .Net-технологии.

Поисковый робот, начиная с некоторой страницы, обходит Интернет, извлекая ссылки на новые ресурсы из полученных страниц. При поиске на конкретной странице сайта робот отфильтровывает ссылки, не являющиеся html-ссылками, выполняет рекурсивный обход по внутренним ссылкам, а внешние ссылки помещаются в отдельный список для последующего перехода на другие сайты. При обработке текста используется аппарат регулярных выражений.

Главной целью поиска является обнаружение максимального количества тематически релевантных ресурсов. Для вычисления оценок близости документа заданной тематике предварительно создается тематический фильтр, представляющий собой вектор пар  $(t, w_t)$ , где  $t$  – терм,  $w_t$  – значимость термина для данной тематики. Тематическая релевантность документа  $r(d)$  вычисляется по формуле  $r(d) = \sum_t f_t w_t$ , где  $f_t$  – частота появления термина  $t$  в документе.

Так как окончательное решение о релевантности документа остается за клиентом, в дальнейшем предполагается задачу поиска дополнить процедурой обучения тематического фильтра, при которой в документах с назначенной оценкой релевантности отбираются наиболее часто используемые термины и пересчитывается их значимость.

## ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ОНКОПАТОЛОГІЙ

Жаловага В.О., студент

За даними медичної статистики, онкологічні захворювання займають друге місце (після серцево-судинних) серед причин смертності населення. Таким чином є актуальним створення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень (СППР) з метою підвищення достовірності та оперативності діагностування онкопатологій як в режимі моніторингу населення, так і при гістологічному аналізі безпосередньо в процесі онкологічної операції.

У рамках інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІТ) [1] розроблено метод розпізнавання гістологічних векторів-реалізацій класів розпізнавання. З метою підвищення достовірності діагностування на другому етапі здійснюється розпізнавання морфологічних зображень тканин пацієнтів, одержаних за методом біопсії. За навчальною матрицею гістологічних ознак проведено оптимізацію параметрів плану навчання; імітаційне моделювання, побудова ієрархічної структури даних, розроблено алгоритм навчання СППР за ІЕІТ для розпізнавання гістологічних реалізацій образу.

Як критерій оптимізації параметрів навчання СППР використовувався модифікований інформаційний критерій Кульбака, який є функціоналом від точнісних характеристик для двохальтернативної системи рішень.

На рис. 1 наведений графік залежності усередненого інформаційного критерію Кульбака від параметра контрольного поля допусків на ознаки розпізнавання при реалізації алгоритму паралельної оптимізації контрольних допусків на ознаки розпізнавання. Темною ділянкою графіка позначено робочу (допустиму) область визначення функції інформаційного критерію Кульбака, в якій здійснюється пошук глобального максимуму критерію оптимізації.

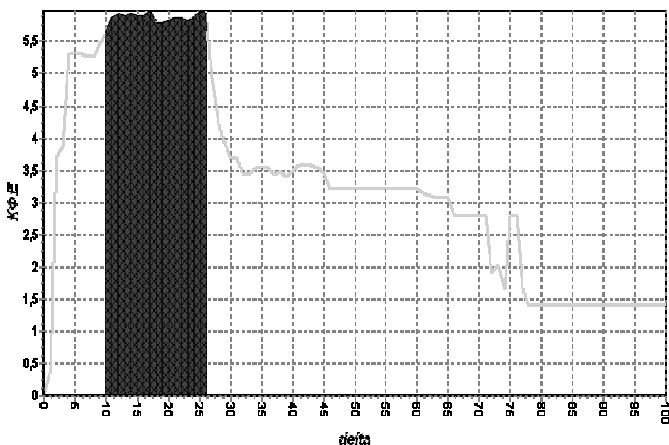


Рисунок 1 – Графік паралельної оптимізації СКД:

У результаті проведення паралельної оптимізації [2] знайдено максимальне значення КФЕ, яке дорівнює 5,969, при значенні параметра delta 17. Для підвищення точності обчислення інформаційного критерію використано послідовну оптимізацію СКД й одержано максимальне значення КФЕ, що дорівнює 6,78.

Таким чином, розроблене інформаційне та програмне забезпечення дозволило реалізувати здатну навчатися в рамках інформаційно-екстремального методу систему підтримки прийняття рішень для діагностування онкопатологій. Результати контрольного прикладу в режимі екзамену СППР, тобто безпосереднього розпізнавання, підтвердили достовірність розпізнавання гістологічних векторів-реалізацій класів розпізнавання і морфологічних зображень.

Подальшим кроком вдосконалення даної інтелектуальної системи є оптимізація інших параметрів функціонування СППР у рамках ІЕІТ.

1. Краснопоясовський А.С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування: Суми: Видавництво СумДУ, 2004. 261 с.
2. Краснопоясовський А.С. Оптимізація контрольних допусків на ознаки розпізнавання за МФСВ // Штучний інтелект. 2003. – №1.– С.53 – 62.

## ІНФОРМАЦІЙНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ДОПОМОГИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ЛІКАРЮ-ТРАВМАТОЛОГУ

Занченко С.А., *студент*

Своєчасна діагностика перелому різного роду кісток людини допомагає лікарю більш ретельно вивчити травму та забезпечує зростання шансів правильного з'єднання кісток. На сьогоднішній день існує два способи діагностики перелому це: рентген і візуальне обстеження. Рентген дає зображення лише двомірного зображення, що не забезпечує повного бачення травми.

Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є тривимірна комп'ютерна візуалізація перелому кісток людини, що суттєво зменшить вірогідність помилки лікаря та надасть рекомендації щодо оптимальних дій (рухів) зламаних частин кісток для їх правильного суміщення.

Побудова система допомоги прийняття рішення є складною через такі основні проблеми [1]:

1. Велика потужність класів розпізнавання;
2. Велика дисперсія реалізацій одного класу, що значно збільшує ступінь перетину класів розпізнавання.

На даному етапі було реалізовано тривимірну геометричну модель.

Програмна реалізація виконана в середовищі Delphi 7 з використання графічного інтерфейсу OpenGL. Вона дозволяє побудувати тривимірну геометричну модель, інтерактивно дослідити послідовність дій, що необхідні для правильного суміщення зламаних кісток. Це досягається за допомогою математичного апарату перетворення координат об'єкту, що вбудований в бібліотеку OpenGL. Перевагою цього методу візуалізації є багата функціональна база бібліотеки та швидкість виконання коду програми.

Подальше вдосконалення розробленої системи полягає в оптимізації послідовності дій для отримання потрібного результату.

Керівник: професор Довбиш А.С.

1. Краснопопосовський А. С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування: Суми: Видавництво СумДУ, 2004. 261 с.

## ІНФОРМАЦІЙНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ МАГНІТОКАРДІОГРАМ

Іващенко В.А., студент

Магнітокардіографія – це сучасний метод реєстрації стану електромагнітного поля серця. Серед існуючих способів реєстрації найбільш інформативним є спосіб, що ґрунтується на розпізнаванні векторних карт розподілу щільності струму. Метод магнітокардіографії має значні переваги над методом електрокардіографії, тому що він більш інформативний при визначенні паталогій. Так, наприклад, кількісний аналіз магнітокардіограм (МКГ), а саме параметрів реполяризації шлуночків може виявити міокардіальну ішемію у пацієнтів за умови нормальної електрокардіограми [1].

Оскільки аналіз МКГ вручну займає багато часу і залежить від досвіду лікаря, то актуальним є створення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень (СППР) на основі машинного навчання та розпізнавання образів. Відомі результати розпізнавання МКГ характеризуються невисокою достовірністю ( $p \leq 0,8$ ) [2], що обумовлено апріорною невизначеністю через довільні початкові умови формування МКГ та відмінні антропологічні параметри пацієнтів.

У рамках інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІТ) аналізу та синтезу систем розпізнавання, що ґрунтується на максимізації інформаційної спроможності системи шляхом введення на етапі навчання додаткових інформаційних обмежень, розроблено інтелектуальну СППР для розпізнавання магнітокардіограм, що характеризують чотири функціональні стани (класи розпізнавання) серцево-судинної системи людини.

Багатовимірною навчальною матрицею складалася з векторів-реалізацій класів розпізнавання, координати яких склалися з ознак розпізнавання. При цьому словник ознак включав дискретні значення, одержані в полярних координатах RGB – спектри та геометричні характеристики векторів магнітокардіограм. Алгоритм навчання СППР у рамках ІЕІТ полягав в оптимізації геометричних параметрів гіперсферичних контейнерів класів розпізнавання і системи контрольних допусків на ознаки розпізнавання.

На рис. 1 наведено приклад оптимізації системи контрольних допусків на ознаки розпізнавання.

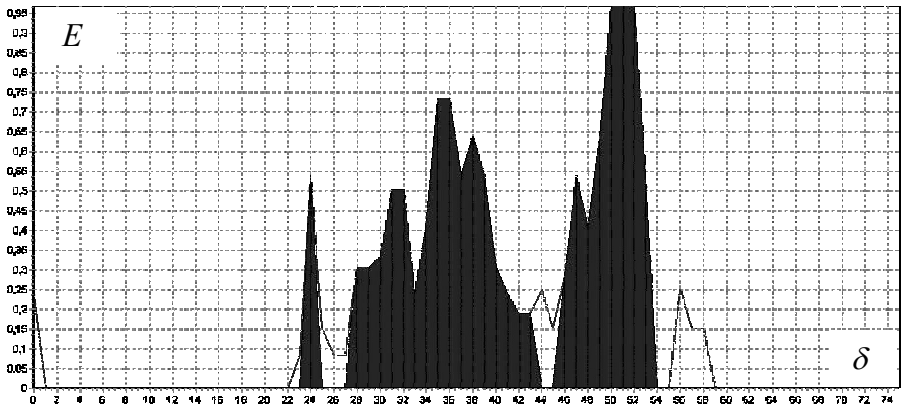


Рисунок 1 – Графік залежності Критерію Кульбака від параметра поля контрольних допусків

Аналіз рис. 1 показує, що оптимальне(екстремальне) значення параметру поля контрольних допусків дорівнює  $\delta = \pm 50$  градусів яскравості. При цьому повна ймовірність правильного прийняття рішень на екзамені дорівнює  $P_t = 0,875$ .

Подальше вдосконалення розробленої системи полягає у виборі оптимального методу центрування магнітокардіографічних зображень при їх обробленні в полярних координатах і в оптимізації у рамках ІЕІТ інших параметрів функціонування СППР.

1. M. Embrechts, B. Szymanski, K. Sternickel, T. Naenna, R. Bragaspathi, "Use of Machine Learning for Classification of Magnetocardiogram", IEEE 2003.
2. Краснопоясовський А.С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування: Суми: Видавництво СумДУ, 2004. 261 с.

## ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ

Ігнатенко С. М., студент

Керування технологічним процесом, у якому відсутній вхідний контроль сировини, здійснюється через аналіз якості кінцевого продукту. Аналіз якості рідко здійснюється за невеликий проміжок часу, внаслідок чого адаптація технологічного процесу до вхідної сировини здійснюється повільно. Прикладом може слугувати технологічний процес з виробництва фосфорної кислоти на ВАТ “Суміхімпром”, корегуючи дії у ньому відбуваються лише через годину після взяття проби кінцевого продукту. Проблему вирішує створення адаптивної автоматизованої системи керування, в яку інтегрована система підтримки прийняття рішень(СППР), що здатна навчатись в режимі кластер-аналізу.

У рамках інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІТ) [1] розроблено алгоритм навчання СППР за ІЕІТ для розпізнавання функціональних станів технологічного процесу. Як критерій оптимізації параметрів навчання СППР використали модифікований інформаційний критерій Кульбака, який, для двох альтернативної системи, є функціоналом від точнісних характеристик. Робоча формула критерію оптимізації наведена нижче:

$$E = \log_2 \left( \frac{2 - (\alpha + \beta)}{\alpha + \beta} \right) \cdot (1 - (\alpha + \beta)) \quad (1)$$

де  $\alpha$  – помилка першого роду;  $\beta$  – помилка другого роду.

В результаті інформаційного аналізу станів функціонування технологічного процесу виробництва фосфорної кислоти за 3 місяці, було розроблено інформаційне та програмне забезпечення СППР для розпізнавання функціональних станів, що здатна навчатися. Вірогідність правильного прийняття рішення створеної СППР становить 83%. Для забезпечення такої вірогідності було застосовано два контури оптимізації системи контрольних допусків: паралельна та послідовна оптимізації.

Для подальшого підвищення достовірності розпізнавання даної СППР можна використати оптимізацію поля контрольних допусків, рівня селекції та інші.

1. Краснопопсовський А.С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування: Суми: Видавництво СумДУ, 2004. 261 с.

## **РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ НАПІВДУБЛІКАТІВ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ЇЇ У ДИСТАНЦІЙНЕ НАВЧАННЯ**

Коломієць М.А., *студент*; Шаповалов С.П., *доцент*;  
Кузіков Б.О., *аспірант*

В умовах реального дистанційного навчання не можливо навчити студента, подаючи останньому теоретичний матеріал в електронному вигляді, і контролюючи знання тестами та інтерактивними тренажерами. Студенти денної форми навчання добре знайомі з обов'язковим домашнім завданням, лабораторними роботами, рефератами, курсовими роботами тощо.

Так в програмі будь-якої дисципліни існують і реферати, і курсові роботи, і обов'язкові домашні завдання. Після виконання такого виду роботи, результат відправляється на сервер лабораторії дистанційного навчання, де й чекає на перевірку викладачем.

Зазвичай, результат роботи є документом MS Word, але бувають також і випадки з MS Excel, JPG та інші формати. Виконуючи письмову роботу, студентові нічого не заважає користуватися результатами більш вдалих студентів. Простіше кажучи, просто копіювати (повністю або частково) письмові роботи інших студентів, якщо завдання однакове або дещо схоже. Тому в лабораторії було поставлено задачу створити таку систему, яка б контролювала процес плагіату письмових робіт, враховуючи не лише повне копіювання а й часткове. Звичайно задача перевірки схожості двох документів на предмет повного копіювання (copy-paste) зводиться до звичайного порівняння двох контрольних сум документів. Але досить вставити (видалити) лише 1 слово в один із документів, і контрольні суми будуть зовсім різними. Про такі документи вже не можна буде сказати вони унікальні чи ні. Тобто задача зводиться до відстеження плагіату документів з урахуванням їх модифікації.

Оскільки дана система буде впроваджена в дистанційне навчання на базі СумДУ, то предметом порівняння буде база даних документів, які було отримано раніше (на сьогодні це близько 8 тис документів). Оскільки необхідно порівнювати тексти, а на вході маємо документи MS Word, то необхідно конвертувати їх у звичайний текст. Для цього було обрано Apache POI – Java API To Access Microsoft Format Files.



Даний інструмент дозволяє отримувати звичайний текст із документів MS Word (текст у таблицях та діаграмах зберігається). Отриманий текст приводиться до канонічного виду (нижній регістр, видалення непотрібних слів, видалення символів та цифр). Далі текст розбивається на шингли по 10 слів. Розбиття проводиться внахлест через 1 слово. Це значно збільшує кількість шинглів, але забезпечує цілісність текст. Тобто при ставленні (видаленні) 1 слова руйнується лише 1 шингл.

Як було вже зазначено основна база документів складає близько 8 тис. І кожного разу, порівнюючи новий документ зі зразками, перекодування документа з MS Word в текст, приведення його до канонічного виду, розбиття на шингли (і так 8 тис документів) займає забагато часу. Таким чином порівняння одного документа займатиме стільки часу, що не є допустимим у використанні. Таким чином рутинну роботу по підготовці документів було зроблено одноразово і збережено в базі даних в новій таблиці. Дана «підготовлена» таблиця містить лише ID документа та його шингли (його хеш-код). Один запис – для одного шингла. Таким чином при перевірці нового документа не потрібно виконувати більшу частину роботи. Але маючи 8 тис документів в середньому по 1000 тис шинглив в кожному порівняння зведеться до циклу в  $8 \cdot 10^9$  ітерацій порівняння. Але аналогічний результат можна отримати за допомогою одного SQL запиту, який буде виконуватися в лічені секунди.

В результаті роботи було отримано програмний продукт, який реалізовано об'єктно-орієнтованою мовою програмування Java. Дана програма може працювати в двох режимах:

- на вхід подається номер, то програма перевіряє за даним ID документа з бази його схожість з іншими документами.
- без вхідних даних, то буде проведено підготовку нових документів і занесено їх до «підготовленої» таблиці. Це дає змогу виконувати підготовку документів у вільний час, коли сервер дистанційного навчання не навантажений, запускати періодично по декілька хвилин.

Результати виконаної роботи адаптовано до системи керування дистанційним навчанням (СКДН) СумДУ і впроваджено в дію.

## УЗАГАЛЬНЕНА МОДЕЛЬ АДАПТИВНОЇ НАВЧАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Кузіков Б.О., *аспірант*

Вочевидь, що традиційне навчання є адаптивним процесом. Отже, автоматизована навчальна система (НС) також має бути адаптивною. Результатом адаптації є зміна навчальної траєкторії учня. Результатом адаптації є зміна навчальної траєкторії учня. Модель адаптивної НС спирається на модель навчального матеріалу, модель учня та модель адаптації [1]. Розглянемо їх.

Нехай  $G$  – множина елементарних фрагментів навчального матеріалу. Кожному елементу матеріалу відповідає набір понять. Поняття можна розділити на базові – ті які необхідні для вивчення матеріалу та підсумкові – ті які студент повинен засвоїти в результаті вивчення фрагменту матеріалу.

Тоді досяжними фрагментами будуть ті, множина базових понять яких включається в множину вивчених користувачем понять. Мета вивчення теоретичного матеріалу дисципліни – включити всі поняття визначені викладачем, як підсумкові. При цьому необхідно мінімізувати функцію часу вивчення матеріалу.

Поняття не можна вважати вивчені тільки на підставі факту перегляду фрагменту матеріалу, що містить ці поняття. Тому модель запропоновану в роботах Брусиловського [2] необхідно розширити блоком контролю знань (в найпростішому випадку тестуванням). Тестові питання співвідносяться з фрагментами навчального матеріалу через поняття, на які вони спираються. Після ітерації «фрагмент матеріалу-тестування» серед фрагментів навчального матеріалу вибираються ті, що відповідають критеріям досяжності.

Адаптивна НС може спиратися на ряд моделей учня. Так зберігання множини вивчених користувачем понять найбільш зручно на базі оверлейної моделі учня. Урахування особистісних рис як-то особливості сприйняття, пам'яті, уваги тощо вимагає застосування когнітивної моделі учня. До урахування уподобань, сфери інтересів, рівня знань найбільш пристосована стереотипна модель. Співвідношення наведених моделей у адаптивній НС є предметом наукового пошуку.

1. Karampiperis, P., Sampson, D. (2005). Adaptive Learning Resources Sequencing in Educational Hypermedia Systems // Educational Technology & Society.- 2005.- №8 (4). с 128-147.
2. Yudelso M., Brusilovsky P., Sosnovsky S. Accessing interactive examples with adaptive navigation support. // Proceedings of International Conference on Advanced Learning Technologies.- 2004 .- с.842-843.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСПОЗНАВАНИЯ УНИКАЛЬНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ИНТЕРНЕТ

Маслова З.И., *доцент*; Панасенко К.Н., *студент*

Существует два подхода к продаже рекламы: либо оплачивается каждый показ (клик) банера, либо рекламодатель выплачивает держателю сайта некую фиксированную сумму, зависящую от его посещаемости. Последний способ считается более предпочтительным, однако он требует подсчета реальных пользователей. Отсутствие надежных средств идентификации пользователя – одна из центральных проблем современного Интернета. Именно анонимность позволяет злоумышленникам совершать атаки, оставаясь ненаказанными. Вручную контролировать огромное количество ресурсов физически невозможно, поэтому необходимо прибегать к автоматизированным средствам.

Актуальной и важной является задача распознавания уникальности пользователей. Ее решением занимаются многие разработчики. Анализ существующих методов определения уникальности пользователя показал, что каждый из них имеет свои недостатки: ограниченность возможностей, несовершенство реализации и обработки. Поэтому для решения поставленной задачи предлагается интегрировать достоинства известных методов, в результате чего получится более устойчивый метод с расширенными возможностями. Для распознавания пользователя анализируются следующие данные:

- параметры соединения клиент-сервер – ip-адрес и порт, с которого пришел запрос серверу, и порт сервера, на который пришел запрос;
- пользовательские данные: версия браузера, с которого был выполнен запрос и версия операционной системы;
- временные параметры входа и выхода со страницы рекламодателя;
- повторное посещение пользователя некоторого ресурса.

Учет портов при подключении практически исключает возможность использования злоумышленником ftp-сервера как инструмент скрытия ip-адреса. Определение временных параметров исключает возможность использования автокликов и фреймов нулевого размера, так как учитывается активность пользователя на страничке, а именно передвижение курсора по страничке.

Для решения поставленной задачи разработан программный модуль, который реализован на скриптовых языках JavaScript и PHP. Опирируя полученными данными, можно определить параметры для фильтрации уникальных пользователей, обратившихся к некоторой информации из общего числа просмотров.

## КОМП'ЮТЕРНИЙ АНАЛІЗ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ МІЖ ПОКАЗНИКАМИ КРЕДИТНО-ГРОШОВОЇ ПОЛІТИКИ

Маслова З.І., доцент; Нілова М.В., студентка

Сучасна грошово-кредитна політика країни будується на базі аналізу макроекономічної та фінансової ситуації, моделювання процесів, які відбуваються на грошово-кредитному ринку, і прийняття на цій основі монетарних рішень.

Метою даної роботи є математичне обґрунтування і комп'ютерне моделювання аналізу взаємозв'язку між емісійними, інфляційними процесами, сеньйоражем.

Точність результатів моделювання значною мірою залежить від правильно сформульованих вхідних параметрів моделі, які здебільшого визначаються майбутньою поведінкою суб'єктів економіки та впливом зовнішніх факторів. Це дуже суттєво ускладнює формування моделі і робить результати моделювання менш визначеними та більш неточними. Тому у математичній постановці задачі зроблені припущення відносно інфляційних очікувань, які не впливають на точність результатів. Математична модель розроблена з використанням методів кореляційного аналізу і апроксимації.

У якості екзогенних змінних у моделі береться грошова база та індекс цін, а умовою стабільності інфляційних очікувань - рівність очікуваної та існуючої інфляції. Результатом проміжних розрахунків є значення реальних грошей та сеньйоражу. Темпи зростання грошової маси підраховуються за статистичними даними. Комп'ютерна програма повинна аналізувати взаємозв'язок між грошовою масою, індексом цін та реальними грошима; між сеньйоражем, грошовою масою та реальними грошима; грошовою масою, інфляцією та інфляційними очікуваннями; грошовою масою, попитом на гроші та сеньйоражем.

Таким чином, використовуючи розроблену програму, ми можемо:

- провести попередній аналіз емісійних показників, тобто розрахувати темпи зростання грошової маси і реальних грошей;
- проаналізувати їх вплив на сеньйораж;
- отримати параметри оптимального сеньйоражу, і навпаки, виходячи зі змушеного сеньйоражу визначити показники темпів зростання грошової маси, реальних грошей та інфляції.

Практичним результатом роботи є дослідження взаємозв'язку відповідних показників України. Для розрахунків були взяті статистичні дані НБУ. Проведений графічний аналіз підтвердив якість отриманих результатів. Розроблена комп'ютерна модель може бути використана при формуванні кредитно-грошової політики країни.

## МЕТОДИ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛІЗУ ПРОФІЛЬНОГО ОСВІТНЬОГО ПОРТАЛУ

Молодець Л. В., *студентка*; Чекалов О.П., *доцент*

Підвищення ефективної діяльності і скорочення витрат за рахунок інтеграції інформації і спрощення доступу до неї - важлива задача сьогодення. Портали є ключем до її рішення.

Системи, що розробляються, повинні включати гнучку технологію розгортання, що забезпечує отримання максимальної вигоди від порталу при мінімальних витратах.

Одним із ефективних проектувальних засобів є матриця Александера. Саме призначення матриці говорить про її корисність при дослідженні і регулюванні морфізмів, а отже, ентропії інформаційних систем.

Головним досягненням методу є можливість простої і суворої перевірки відповідності контенту однієї системи або підсистеми по відношенню до іншої з можливістю кількісно оцінити ефективність виконаної роботи по гармонізації інформаційного ресурсу як в окремо взятій системі, так і в результаті дуплексних змін.

Мета функціонування інформаційних систем – це задоволення потреб в забезпеченні надійного і своєчасного представлення повної, достовірної і конфіденційної інформації для її подальшого функціонального використання. Сукупність властивостей інформаційної системи, для задоволення цих потреб, характеризує якість функціонування інформаційної системи.

В контексті проблеми, що розглядається під якістю розуміють сукупність властивостей, що визначають можливість використання інформаційної системи за призначенням.

Основні показники якості ІС: продуктивність, надійність, відмовостійкість, масштабованість, сумісність, мобільність, адаптивність, ефективність, час відповіді.

В даний роботі був проведений комплексний аналіз порталу, який включає в себе наступні задачі:

- проведений вибір конкретної технології, яка дозволяє найбільш точно реалізувати можливість системи, що розробляється. Такою технологією являється «клієнт-сервер-клієнт» технологія;

- вибір мови програмування. Всі Internet сервери обробляються Apache Сервером, а Apache Server найкраще всього взаємодіє з PHP;
- проведений розрахунок математичного очікування і дисперсії на початковому рівні (для каталожних сторінок) і на предметному рівнях.

Розрахунки проводились за наступною формулою:

$$E_{\zeta} = \sum_i^N \frac{W_i}{N}, \quad (1)$$

де  $W_i$  – об'єм  $i$ -ї інформаційної одиниці,  $N$  – загальне число інформаційних одиниць в базі даних;

- проведений розрахунок і забезпечення надійності інформаційної системи. Надійність характеризується вірогідністю відмови в обслуговуванні. В цілому визначається відповідно до рівняння:

$$p_{\Sigma} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - p_i), \quad (2)$$

де  $p_{\Sigma}$  – надійність системи;  $p_i$  – надійність  $i$ -го елемента;  $n$  – число елементів;

- проведений розрахунок загальної продуктивності інформаційної системи. Продуктивність можна зміряти або числом оброблених в одиницю часу запитів, або часом, що витрачається на обробку одного запиту. Загальну продуктивність системи можна охарактеризувати формулою:

$$E_{заг} = E_{озн} \cdot 80\% + E_{пр} \cdot 20\% \quad (3)$$

Тобто основну частину часу користувач витрачає на пошук необхідної інформації в інформаційній системі.

Завдяки впровадженню профільного освітнього порталу в діяльність системи додаткової освіти, користувач отримує своєчасну і впорядковану інформацію в зрозумілому і доступному вигляді для застосування. Портал являє впорядкований керований масив даних, який містить всю необхідну інформацію для швидкого пошуку необхідних даних, з організацією доступу по трьом різним призначеним для користувача рівням: адміністратор, модератор, користувач.

## КЛАСИФІКАЦІЙНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ВАЛЮТНОГО КУРСУ В РАМКАХ ІНФОРМАЦІЙНО-ЕКСТРЕМАЛЬНОЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

Олійник А.П., студент; Шелехов І.В., асистент

Соціально-економічне прогнозування є одним з вирішальних наукових факторів формування стратегії і тактики суспільного розвитку. Актуальність даної теми як в умовах розвиненої ринкової економіки, так і перехідної економіки визначається тим, що рівень прогнозування процесів обумовлює ефективність планування та управління економікою та іншими спорідненими сферами.

В даній роботі розглядається задача класифікаційного прогнозування (КП) динаміки зміни валютного курсу. Для її розв'язання використано алгоритми та методи інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІТ), можливості та ефективність якої підтверджено на прикладі багатьох задач технічного, технологічного та соціального спрямування. Основна ідея методів КП полягає в тому, що потрібно прогнозувати не точні числові значення параметрів, які описують стан об'єкта, а лише клас функціонального стану об'єкта у рамках деякої структури досліджуваної множини функціональних станів.

Постановка задачі формування класифікаційних правил в рамках основних принципів та означень ІЕІТ сформована таким чином. Для відомої навчальної матриці типу об'єкт-властивість  $\|y^{(j)}_{m,i}\|$ ,  $i = 1..N$ ,  $j = 1..n$ , де  $N$  – кількість ознак розпізнавання і  $n$  – кількість реалізацій образу одного класу визначено структурований вектор параметрів функціонування інтелектуальної системи  $g = \langle g_1, \dots, g_\xi, \dots, g_\Xi \rangle$  з відповідними обмеженнями на ці параметри  $R_\xi(g_1, \dots, g_\Xi) \geq 0$ . Треба на етапі навчання побудувати деяким оптимальним способом розбиття простору ознак на класи еквівалентності за умови, що критерій функціональної ефективності (КФЕ) навчання системи досягає глобального максимуму функції

$$E^* = \max_{G_E} E_m,$$

де  $E_m$  – КФЕ процесу навчання класифікації  $m$ -того класу. Оптимальне значення параметру при цьому визначається як

$$g^*_\xi = \arg \max_{G_E} E_m,$$

де  $G_E$  – область значень критерію.

Така постановка задачі вказує на можливість зведення задач КП динаміки зміни валютного курсу до базових задач ІЕІТ. Математичні моделі, що

використовуються для розв'язання подібних задач, були сформовані раніше [1], і, незважаючи на те, що вони враховували специфіку неекономічних предметних галузей, можна застосовувати для поставленої задачі без суттєвих змін.

Основною проблемою задачі КП динаміки зміни валютного курсу є формування і оптимізація вхідного математичного опису і, зокрема, навчальної та екзаменаційної матриць. Дана проблема вирішувалася з урахуванням можливостей сучасних систем накопичення, аналізу та моніторингу даних економічного характеру. Тут для формування навчальної матриці використовувалася інформація про курси валют з торгового терміналу *MetaTrader*. Цей пакет дозволяє не тільки оперувати інформацією про поточний стан курсів валют, але і, використовуючи внутрішню мову програмування *MQL4*, обчислювати в реальному часі значення додаткових вторинних ознак, які наділі можна використовувати для формування навчальної та екзаменаційної матриць. Особливістю таких ознак є їх бінарність, що дозволяє створювати навчальні матриці в двійковому вигляді без тривалого процесу оптимізації такого параметру функціонування інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень, що навчаються в рамках ІЕІТ, як систем контрольних допусків. Для побудови бінарної матриці використовувались стандартні індикатори, що входять у комплект торгового терміналу *MetaTrader*, всього 34 ознаки, які використовують дані історії та відображають поточний стан (силу тренду, напрямок тренду, волатильність ринку тощо). Зняття параметрів проводилися в точках перегину графіка ціни курсу валюти в час  $T$ , а також  $T - \Delta$  і  $T - 2\Delta$ , де  $\Delta$  дорівнює 4-м годинам, на 4-х годинному графіку ціни курсів валют. Таким чином потужність словника ознак дорівнювала 102 ознаки. Якщо перегин відбувався у верхній точці, то формувалася клас  $X_0$  – «ріст тренду», якщо в нижній  $X_1$  – «спад тренду». Кількість реалізацій образу 200.

Оптимізація геометричних параметрів класів розпізнавання за базовим алгоритмом ІЕІТ з використанням ентропійного критерію Шеннона для двох альтернативного рішення при рівноймовірних гіпотезах як інформаційного КФЕ системи дозволила сформувати гіперсферичні контейнери класів розпізнавання, що визначалися радіусами  $d_1^* = 43$  та  $d_2^* = 45$  при міжцентровій відстані  $d_c = 85$ . При чому максимальні значення КФЕ для класу  $X_1$  складає 0,76, для класу  $X_2$  складає 0,71; значення першої та другої достовірності для класу  $X_1$ :  $D_1 = 0.95$ ,  $D_2 = 0.97$ ; для класу  $X_2$ :  $D_1 = 0.96$ ,  $D_2 = 0.94$ .

Аналіз одержаних результатів вказує на можливість інформаційного синтезу інтелектуальної системи, що здатна виконувати класифікаційне прогнозування економічних процесів, в рамках ІЕІТ.

1. Краснопопсовський А.С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування. – Суми: Вид-во СумДУ, 2004. – 261 с.



## МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ОБТЕКАНИЯ ТЕЛ ЖИДКОСТЬЮ

Провозен А.А., *студент*

С отрывом потока от поверхности обтекаемого объекта приходится иметь дело во всех отраслях техники, связанных с течением жидкости или газа: гидротехнике, транспортировке жидкостей и газов, гидравлических и газовых машинах, судостроении, авиации и ракетной технике. В большинстве случаев отрыв – явление, приводящее к вредным последствиям: увеличению сопротивления движению твердого тела в жидкости, уменьшению подъемной силы, появлению нестационарных нагрузок и т.п. При отрыве потока также происходят потери энергии.

Приведенный, далеко не полный, перечень проблем указывает на большую практическую важность работ по компьютерному моделированию обтекания тел, направленных на более точное определение полей скоростей и давления возле обтекаемого тела.

Численные методы расчета нестационарного отрывного течения жидкости позволяют на стадии проектирования с достаточной для практических целей точностью решать такие важные проблемы, как определение нагрузок на обтекаемых объектах, оценить взаимное влияние объектов друг на друга и определить величину потерь энергии на обтекаемом теле.

На основе метода гидродинамических особенностей [1,2] создана программа, предназначенная для расчёта, анализа и визуализации структуры потока жидкости возле исследуемого объекта с учётом вихревого следа за ним, сил влияющих на объект. Программа разработана в среде VisualC++.Net с использованием архитектуры «Документ/ Представление».

Руководители: Шаповалов С.П., Хатунцев А.Ю.

1. Белоцерковский С.М. и др. Отрывное и безотрывное обтекание тонких крыльев идеальной жидкостью. М.:Наука, 1978.
2. Косторной С.Д. та ін. Розв'язування задачі обтікання в плоскому потоці методом гідродинамічних особливостей. Вісник СДАУ. Випуск 9, 2002 р. ст. 17-20.

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ЭТАЛОННОГО СПЕКТРА РЕНТГЕНОВСКОГО МИКРОАНАЛИЗАТОРА

Рыбак Р., студент; Проценко Е.Б., доцент

В век быстро развивающейся техники ученому необходимо наблюдать, исследовать и правильно объяснять явления, происходящие на микронном и субмикронном уровнях. Рентгеновский микроанализатор – это прибор, позволяющий на таком уровне изучать неоднородные органические и неорганические материалы. Анализ характеристического рентгеновского излучения, возникающий под действием электронной бомбардировки образца, может дать как качественную, так и количественную информацию об областях образца диаметром в несколько микрометров.

Химический анализ в растровом электронном микроскопе-микроанализаторе осуществляется путем измерения длины волны и интенсивности рентгеновского излучения, генерируемого при бомбардировке образца сфокусированным электронным пучком.

Длина волны  $\lambda$  линий характеристического спектра согласно закону Мозли определяется только порядковым номером  $Z$  в периодической системе элементов:

$$\lambda = a/(Z - b)$$

где:  $a, b$  – константы.

На практике это означает, что каждый элемент обладает строго определенным набором линий, не повторяющийся для других элементов.

Регистрация линий характеристического спектра, определение их длины волны позволяет произвести идентификацию химических элементов, т.е. провести качественный рентгеновский микроанализ.

Измерение интенсивности регистрируемого рентгеновского излучения, которое пропорционально эффективной площади отражения кристалла-анализатора (площади «креста» Дицмана), позволяет осуществить количественный рентгеновский микроанализ.

Площадь эффективного отражения кристалла вычисляется как разность площадей под кривой с отрицательной расфокусировкой  $\Delta\theta^{hl}$ , и под кривой с положительной расфокусировкой  $\Delta\theta^{hl}$ .

Площадь под кривыми вычисляется по формуле трапеций

$$P = \int_0^l h dl = \frac{l}{n} \left[ \frac{h_0 + h_n}{2} + h_1 + h_2 + \dots + h_{n-1} \right]$$

где

$$h = \pm \frac{2R \cdot \cos \theta \cdot \sin\left(\theta \pm \frac{l}{2R}\right)}{\operatorname{tg}\left(\theta \pm \Delta\theta^{hl}\right)} \sqrt{\operatorname{tg}^2 \theta^l - \operatorname{tg}^2\left(\theta \pm \Delta\theta^{hl}\right)}$$

$R$  – радиус круга Роуланда;

$\theta$  – угол Брэгга,  $\theta = \arcsin(\lambda/2R)$

$h$  – полувысота кристалла;

$l$  – полудлина кристалла;

$\theta^l$  – угол, определяющий расфокусировку, связанную с длиной кристалла (отличием радиуса изгиба кристалла от радиуса круга Роуланда);

$\theta^{hl}$  – угол, определяющий расфокусировку в произвольной точке на рабочей поверхности кристалла (связанную с конечной высотой кристалла и отличием радиуса изгиба от радиуса круга Роуланда).

В результате выполнения данной работы была создана математическая модель симуляции главных рентгеновских пиков эталонных образцов от  ${}^4\text{Be}$  до  ${}^{92}\text{U}$  и разработана программа ее реализации. Визуальное сравнение симулированных пиков с измеренными показало хорошее их совпадение.

Модель позволяет выбрать оптимальные параметры спектрометра и кристаллов.

## РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОНДАКТАНСА УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Быстровский А., студент; Проценко Е.Б., *доцент*

Углеродные нанотрубки, обладающие металлическим типом проводимости, рассматриваются в настоящее время в качестве перспективного конструкционного материала микро- и нанoeлектроники, поскольку уже в ближайшем будущем предполагается их широкое использование в качестве соединительных дорожек между различными элементами интегральных схем.

В данной работе предложена модель однослойных углеродных нанотрубок (ОСУНТ) с металлическим типом проводимости, описан метод расчета электронной структуры и электрической проводимости (кондактанса).

Модель ОСУНТ представляет собой цилиндрический слой пространства бесконечной длины с внутренним радиусом  $a$  и внешним радиусом  $b$ . Число свободных электронов считается равным числу атомов нанотрубки, так как предполагается, что из четырех внешних электронов атома углерода три участвуют в химических связях с ближайшими атомами, а оставшийся один электрон в химических связях не участвует и является общим для всей нанотрубки. Таким образом, вклад в число «обобщенных» электронов от каждого атома составляет один электрон.

«Обобщение» электронов, принятое для описанной модели, характерно для веществ с металлическим типом проводимости, поэтому описанная модель может быть использована для расчетов электронных характеристик нанотрубок структурного типа «armchair».

В основе математической модели лежит величина электрической проводимости, которая определяется зависимостью:

$$C = C_0 N_S,$$

где  $C_0$  – квант проводимости, равный  $1/12906 \text{ Ом}^{-1}$ ;  $N_S$  – число зон, пересекающих уровень Ферми.

Для структурного типа «armchair»  $m = n$ , поэтому связь между диаметром нанотрубки  $D$  и индексом хиральности взаимно однозначная.

В работе приведено моделирование кондактанса ОСУНТ типа «armchair» с использованием среды Delphi.

## РОЗПІЗНАВАННЯ ОНКОЛОГІЧНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ

Руденко М. С., *студент*; Мартиненко С. С., *аспірант*

Сьогодні важливість діагностики в онкології важко недооцінити. Відомо, що на початкових стадіях онкологічне захворювання доволі легко піддається лікуванню. Проте виявлення пухлин на цьому етапі потребує від медиків високого професіоналізму. Саме тому актуальним є створення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень (СППР) на основі інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІ-технології) [1]. Використовуючи ІЕІ-технологію, розроблено інтелектуальну СППР для розпізнавання трьох видів захворювань молочної залози за їх графічним зображенням. Навчальна матриця складається з векторів-реалізацій класів розпізнавання, значення яких формуються з RGB-спектрів пікселів зображення, отриманих в полярних координатах. Оброблення зображень у полярних координатах робить навчальну вибірку інваріантною до зсуву, повороту і масштабу, воно відбувається за формулою:

$$\Theta_j = \sum_{i=1}^N \theta_i / 2\pi R,$$

де  $\Theta_j$  – числове значення спектру у  $j$ -му радіусі,  $j = \overline{0, R}$ ;  $\theta_i$  – значення кольорової складової у  $i$ -му пікселі;  $N$  – загальна кількість пікселів в  $j$ -му колі;  $R$  – радіус кола зчитування.

Після формування навчальної матриці було реалізовано базовий алгоритм навчання, він не забезпечив високої асимптотичної достовірності. Тому для побудови безпомилкових, за навчальною матрицею, вирішальних правил було здійснено оптимізацію контрольних допусків на ознаки розпізнавання. У загальному випадку для забезпечення високої достовірності діагностування необхідно здійснювати оптимізацію інших параметрів функціонування.

Керівник: професор Довбиш А.С.

1. Краснопоясовський А.С. Класифікаційний аналіз даних: Навчальний посібник.– Суми: Видавництво СумДУ, 2002.– 159 с.

## ІНФОРМАЦІЙНЕ І ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ ФУНКЦІОНУВАННЯ БЕЗІНЕРЦІЙНОГО ОБ'ЄКТА

Шелегеда Н.П., *студент*

Забезпечення надійної роботи різних машин неможливе без широкого використання на всіх стадіях їхнього життєвого циклу технічних засобів діагностування. Аварійні ситуації на АЕС, ТЕС, нафто і газопроводах можуть бути значно зменшені або зовсім виключені, якщо ефективно застосовувати автоматизовану діагностичну техніку.

Існує клас об'єктів, параметри яких під час експлуатації можуть змінюватися, що може привести до зміни їхніх статичних характеристик. До таких об'єктів, зокрема, можна віднести підсилювачі постійного і змінного струму, деякі датчики та перетворювачі.

Так, наприклад, для підсилювача постійного струму часто спостерігається так званий «дрейф нуля», а також зміна його коефіцієнта підсилення при перевищенні вхідної напруги вище певного граничного значення. Те ж саме властиво для різного роду перетворювачів.

Як правило, порушення пропорційної залежності між вхідним і вихідним процесами для контрольованих об'єктів приводить до погіршення якості їхньої роботи або ж до зниження коефіцієнта корисної дії. Тому встає необхідність створення системи оперативного контролю функціонування об'єкту в умовах, коли його можна вважати безінерційним, безпосередньо під час експлуатації без зупинки для одержання статичних характеристик.

Таким чином, необхідно за поточними значеннями вхідного і вихідного процесів, а також їх похідним виявити факт виходу режиму роботи об'єкта на непропорційну ділянку його статичної характеристики. Крім того, потрібно визначити причину відхилення залежності між вхідним і вихідним процесами від пропорційної.

Поставлену задачу пропонується вирішити за допомогою функцій непропорційності [1,2].

Зокрема, для виявлення факту відхилення залежності між вхідним  $x(t)$  і вихідним  $y(t)$  процесами від пропорційної пропонується

обчислювати непропорційність за похідною першого порядку для функцій, заданих параметрично:

$$z(t) = \frac{y(t)}{x(t)} - \frac{dy/dt}{dx/dt},$$

де:  $t$  – час;

$z(t)$  – значення непропорційності;

$x(t)$ ,  $y(t)$  – вхідний і вихідний процеси.

Факт відхилення залежності між  $x(t)$  і  $y(t)$  від пропорційної визначається по тому, що непропорційність  $z(t)$  стає не рівною нулю.

Виявити зв'язок між непропорційністю  $z(t)$  і деяким режимним параметром  $p(t)$  можна двома способами.

У випадку, якщо  $z(t)$  і  $p(t)$  стаціонарні, ергодичні випадкові процеси, для них можна використати взаємну кореляційну функцію (ВКФ) на поточному інтервалі  $T$ .

Якщо  $z(t)$  і  $p(t)$  не відповідають зазначеним умовам або їх реалізації недостатньої довжини для обчислення ВКФ, пропонується виявляти зв'язок за допомогою  $m$ -непропорційності [2].

Розглянутий метод дозволить вчасно змінити режимні параметри для того, щоб відновити пропорційну залежність, тобто поліпшити якість функціонування об'єкта або підвищити коефіцієнт корисної дії.

Працездатність методу перевірена на контрольних прикладах і підтверджена отриманими результатами. Запропонована система діагностики може бути використана для контролю функціонування зазначених об'єктів безпосередньо під час їх безперервної експлуатації без зупинки для одержання статичних характеристик.

Керівник: доцент Авраменко В.В.

1. Авраменко В.В. Характеристики непропорциональности числовых функций. Деп. в ГНТБ Украины 19.01.1998 №59 – Ук98.
2. Авраменко В.В. Характеристики непропорциональности числовых функций и их применения при решении задач диагностики // Вісник СумДУ, – 2000, – №16.

## ОПТИМІЗАЦІЯ КРОКУ ДИСКРЕТИЗАЦІЇ ПРИ ПОБУДОВІ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ГОЛОСОВИХ КОМАНД

Довбиш А.С., *професор*; Якушев О.А., *аспірант*

Проблема розпізнавання голосу все ще залишається невирішеною через її складність, оскільки функціональна ефективність системи розпізнавання мови визначається багатьма параметрами, серед яких важливу роль відіграють точність розпізнавання, стійкість системи до шумів, ступінь залежності від диктора та акустичної апаратури та інше. Одними із найбільш широко застосованих методів на практиці виявились методи, побудовані на основі марковських процесів і на основі штучних нейромереж, але і вони не забезпечують достатньо високої достовірності розпізнавання. Одним із перспективних напрямів підвищення функціональної ефективності усномовних систем розпізнавання є використання ідей і методів інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІ-технологія), що ґрунтується на максимізації інформаційної спроможності системи шляхом введення в процесі навчання додаткових інформаційних обмежень.

Один із шляхів підвищення достовірності автоматичної класифікації полягає в адаптації математичного опису на вході з метою досягнення на екзаміні достовірності розпізнавання, близької до асимптотичної. У рамках ІЕІ-технології розглянемо оптимізацію такого важливого параметру функціонування системи як крок дискретизації реалізацій акустичного образу на вході системи, що навчається.

Нехай дано вектор параметрів функціонування гіперсферичного класифікатора  $g_m = \{d_m, x_m, \delta, \tau\}$ , де  $d_m$  – радіус контейнера  $K_m^0 \in X_m^0$ ;  $x_m$  – двійковий еталонний вектор-реалізація класу  $X_m^0$ ,  $x_m \in \Omega_B$ ;  $\delta$  – параметр контрольного поля допусків  $\delta \leq \delta_H/2$ ;  $\tau$  – крок квантування вхідної реалізації.

Треба визначити оптимальні значення параметру  $\tau^*$  – кроку дискретизації (квантування в часі) реалізацій образу:

$$\tau^* = \arg \max_{g \in G} E_m,$$



де  $G$  – область допустимих значень параметрів функціонування.

Результат фізичного моделювання, графік залежності критерію функціональної ефективності (КФЕ) від кроку дискретизації, наведено на рис. 1.

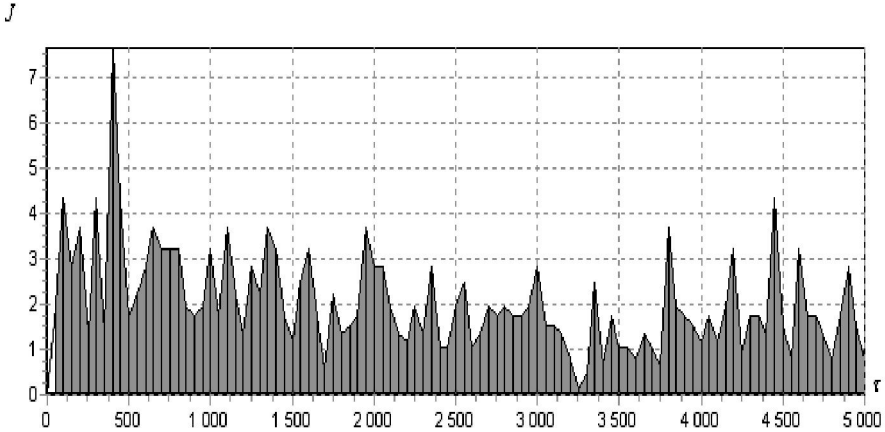


Рисунок 1 – Залежність кроку дискретизації від критерію Кульбака.

Темною ділянкою на рис. 1 позначено робочу область. За результатами, зображеними на рисунку, робимо висновок, що оптимальне значення кроку дискретизації  $\tau^* = 400$ , що відповідає  $400/dH = 400/16000 = 0,025$  с, де  $dH$  – початкова частота дискретизації сигналу. Значення КФЕ  $J = 7.65105$  досягає свого максимального значення, тому що  $D_1 = 1, \beta = 0$ .

Завдяки процесу оптимізації кроку дискретизації побудовано чіткий в інформаційному сенсі гіперсферичний класифікатор, який забезпечує високу вірогідність розпізнавання голосових команд під час алгоритму екзамену. За допомогою даного класифікатора можливо побудувати високоточну систему розпізнавання голосу.

## ПРОГРАММНЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ПРИ ВНЕДРЕНИИ БОЛОНСКОГО ПРОЦЕССА

Яценко В.В., *доцент*

ГВУЗ «Украинская академия банковского дела НБУ», г. Сумы

Продолжающийся процесс внедрения положений Болонской декларации в высших учебных заведениях Украины имеет различные составляющие – организационные, учебные, методические, технические. В настоящей работе делается акцент на разработку и использование информационных технологий преподавателем для обеспечения успешности данного процесса, рассматривается опыт внедрения кредитно-модульной системы преподавателями кафедры высшей математики и информатики Украинской академии банковского дела Национального банка Украины в г. Сумы.

С целью формирования прозрачных отношений между студентом и преподавателем, обеспечения студентов актуальной учебной информацией в течение всего курса обучения, а также обеспечения надлежащей подготовки студентов к текущим и итоговому контролю знаний, преподавателями разработаны собственные веб-ресурсы по каждой дисциплине кафедры. Собранные вместе в интранет-сети и доступные с любого ПК академии методические материалы позволяют студентам иметь всегда "под рукой": учебную программу курса, календарные графики выполнения практических и лабораторных работ, зачетных мероприятий, непосредственно задания практических и лабораторных работ за весь курс обучения, вопросы к промежуточным модульным контрольным работам и экзамену, учебную карту самостоятельной работы студентов, примеры типовых заданий, выносимых на экзамен, образец экзаменационного билета, систему текущего и итогового оценивания знаний по дисциплине (сколько баллов из 100 получит студент за различные виды учебной деятельности), список рекомендуемой печатной литературы, а так же электронные учебные пособия по изучаемому курсу, в том числе и написанные преподавателем. Электронная форма подачи методических материалов дает ряд преимуществ по сравнению с печатным изданием – обеспечение учебником каждого студента, а так же предоставление преподавателю возможности поддерживать учебную и справочную информацию в актуальном состоянии.

Для автоматизации проведения текущих модульных контролей по дисциплинам кафедры преподавателями разработаны комплекты тестов, которые реализуются программными средствами системы *Microsoft Class Server*. Система имеет соответствующий инструментарий конструирования и проведения тестов, обработки результатов, проста в использовании преподавателями и студентами, имеет дружественный интерфейс пользователя и позволяет оперативно оценивать уровень подготовки студентов по различным темам изучаемой дисциплины.

Переход к новой системе оценивания учебной деятельности студентов, вызванный внедрением кредитно-модульной системы, предусматривает дополнительные объемы работы преподавателя по текущему оцениванию в баллах уровня подготовки студентов, проведению промежуточных и итоговых контролей приобретенных знаний, умений и навыков. В контексте внедрения Болонского процесса для поддержки учетно-оценочной деятельности преподавателя на кафедре создана и активно используется система автоматизированного учета успеваемости студентов. Назначение системы: обработка возросшего объема учебных данных (суммирование баллов, полученных студентами на практических занятиях, семинарах, результатов индивидуальной и самостоятельной работ, текущих модульных контрольных работ, итогового модульного контроля, экзамена и др.), автоматический перевод оценок (баллов) по шкалам – национальная четырехбалльная и ECTS, оперативный мониторинг текущей успеваемости студентов и обновление базы данных оценок, статистическая обработка оценок и, как следствие, значительное сокращение времени преподавателя на ведение учетной документации, например, заполнение ведомостей деканата.

Переход к Болонским принципам обучения требует значительных временных затрат преподавателя на подготовку, проведение и учет результатов учебных мероприятий. Использование разработанного на кафедре программного инструментария позволяет преподавателям кафедры осуществлять внедрение кредитно-модульной системы с меньшими временными потерями и на качественно новом уровне.

## ВЛАСТИВОСТІ ТА ВИКОРИСТАННЯ ПРЕФІКСНОЇ ТА СУФІКСНОЇ ФОРМИ ЗАПИСУ МАТЕМАТИЧНИХ ВИРАЗІВ.

Руденко О.Г., студент; Петров С.О., аспірант

Після створення математичних процесорів, які дозволяли виконувати різноманітні операції над числами, та похідними від них структурами (матриці, табличні функції), з'явилась необхідність у потужних математичних процесорах, які б могли виконувати операції не тільки над виразами, які містять лише числові данні, а й над виразами які містять невідомі, параметри, інтегральні складові, диференціали.

Наступним етапом було створення математичних процесорів, які дозволяли виконувати ці операції.

Складним питанням стало правильне представлення виразів пам'яті комп'ютера.

Невід'ємною частиною логіки математичних редакторів стали суфіксна та префіксна форма запису виразу.

Наприклад нехай є вираз  $(a + b) * c * d - e * f$

У суфіксній формі запису він буде виглядати так:  $ab+c*d*ef*-$

У суфіксній формі запису обов'язковим є те, що знак операції стоїть після аргументів. Це дозволяє швидко обчислювати значення виразу за один прохід.

У префіксній формі цей вираз має вигляд:  $-**+abcd*ef$

Ця форма запису не зручна для обчислення значення виразу, так як при лінійному проході по виразу першою зустрічається операція, яка повинна обчислюватись в останню чергу, та для неї ще не обчислені аргументи. Але ця форма запису зручна для виконання такої операції як диференціювання.

Для верхньої операції – аргументами будуть вирази  $**+abcd$  та  $*ef$ . Для того, щоб взяти диференціал необхідно визначити результат для кожної функції.

$$(U - V)' = U' - V' \quad (U + V)' = U' + V' \quad (U * V)' = U' * V + U * V'$$

Таким чином

$$\begin{aligned} (-**+abcd*ef)' &= -(**+abcd)'(*ef)' = \\ &= -*(*+abc)'d**+abc(d)'+*(e)'f*e(f)' = \\ &= -*(*+ab)'c*+ab(c)'+d**+abc(d)'+*(e)'f*e(f)' = \\ &= -*+*+a'b'c*+abc'd**+abcd'+*e'f*ef' \end{aligned}$$

В результаті отримаємо вираз, який містить диференціали від однієї змінної. Остаточний вигляд буде мати в залежності від змінної, по якій диференціюється вираз.

## ПРОГНОСТИЧНЕ НАВЧАННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Тронь В.А., *аспірант*

Одним із перспективних підходів до збільшення функціональної ефективності систем підтримки прийняття рішень (СППР), що навчаються, є створення детерміновано-статистичних методів класифікаційного прогнозування на основі самонавчання та розпізнавання образів. Основними причинами відсутності широкого застосування класифікаційного прогнозування на практиці є модельний характер та відсутність алгоритмів побудови безпомилкових вирішальних правил.

На усунення цих недоліків спрямовані методи класифікаційного прогнозування, розроблені у рамках інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІ - технології), в основу якої покладено максимізацію кількості інформації шляхом введення додаткових інформаційних обмежень у процесі навчання СППР [1].

Ідея класифікаційного прогнозування в рамках ІЕІ – технології така. У процесі зміни функціонального стану системи відбувається дрейф вершин еталонних векторів-реалізацій образу в просторі ознак розпізнавання, що призводить до зниження достовірності розпізнавання функціональних станів внаслідок утримування незмінними в пам'яті СППР геометричних параметрів контейнерів класів розпізнавання, які сформовано на попередньому етапі навчання. Крім того, внаслідок переміщення в часі вершин векторів-реалізацій зменшується ймовірність знаходження поточних значень ознак розпізнавання у своїх контрольних допусках. При цьому також змінюються статистичні властивості реалізацій образу, що впливають на значення екстремальних порядкових статистик (ЕПС), інваріантних до широкого сімейства законів розподілу ймовірностей. Таким чином, у процесі прогнозування система повинна слідкувати за зміною як детермінованої складової переміщення вершин еталонних векторів-реалізацій образу, так і статистичної складової, що спричиняє зміну значень ЕПС. Для підтримки належної ефективності функціонування СППР здійснюється її перенавчання. Таким чином, достатньо оцінити ступінь наближення значення поточної ЕПС до межі відповідного довірчого коридору для визначення моменту перенавчання СППР. Коли будь-яка статистика виходить за межі свого коридору, то це призводить до статистичної однаковості вибірових послідовностей, що робить необхідним перенавчання СППР.

На підприємстві „Сумихімпром” одержані результати знайшли своє експериментальне підтвердження при прогнозуванні функціональної ефективності системи керування хімічним технологічним процесом.

1. Краснопоясовський (Довбиш) А.С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування. – Суми: Видавництво СумДУ, 2004. – 261 с.

## **СЕКЦІЯ 2**

# **«ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ»**

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ ГРАНУЛЯТОРА-СУШИЛКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Винниченко Л.Н., *студентка*

Современное сельскохозяйственное производство невозможно представить без использования минеральных удобрений. Применение удобрений дает возможность увеличить урожайность и улучшить качество продукции.

В данной работе рассчитана конструкция вихревого гранулятора в виде вертикального аппарата. Корпус аппарата представляет собой цилиндроконическую обечайку, нижняя часть гранулятора – коническое днище. Гранулятор проектируется для обмена материальными потоками между другими агрегатами в производстве.

Существующая методика технологического расчета вручную допускала ошибки в счете и округлении, и не позволяла выполнять расчет с высокой скоростью вычисления.

Разработанная программа устраняет эти недостатки и повышает качество проектирования. В программе реализованы расчеты материальных потоков, скорости теплоносителя в аппарате, размера решетки и сепарационного пространства в виде соответствующих процедур.

Предусмотрена также возможность формирования отчета по результатам расчета.

Тестирование программы осуществлялось на примере существующей методики технологического расчета, выполненного вручную. Исходные значения были заданы одинаковыми для программного и аналитического расчетов. Полученные программно результаты соответствуют аналитическим, но точность и скорость расчета намного выше.

Параметрическая твердотельная модель решетки гранулятора и сепарационного пространства была реализована в Solid Works 2007. При изменении исходных данных меняются результаты расчета программы, связанные с соответствующими параметрами модели и, соответственно, изменяются размеры модели.

Руководитель: доцент Баранова И.В.

## РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗМЕЕВИКОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Петривна Е.А., студентка

В агрегатах химической и нефтехимической промышленности широко применяют змеевиковые системы. В настоящее время прогрессивные конструкции змеевиковых систем содержат преимущественно оребренную трубу, которую подвергают изгибу в плоский змеевиковый элемент.

Расчет геометрических параметров змеевиковых элементов – сложная и трудоемкая задача. Для сокращения времени и автоматизации расчетных работ была написана программа для расчета параметров змеевиковых элементов из оребренной трубы. Отличие данной программы от существующих методик расчета состоит в том, что было получено выражение минимального радиуса гибки оребренной трубы в зависимости от геометрических размеров оребрения (высоты, толщины и шага оребрения)  $R_{0min} = \Delta \cdot D_{нi} / (2(S - \Delta)) + D_{нi} / 2$ .

Разработанная программа позволяет выполнить геометрические и прочностные расчеты проектируемых змеевиковых систем, а также проводить дополнительные исследования. Созданные параметрические модели труб позволяют установить распределение напряжений по сечению оребренной трубы и закономерности влияния подкрепляющего эффекта оребрения и жесткости ребра трубы. Установлено, что для оребренных труб максимальное напряжение в стенке трубы уменьшилось на 4-26% по сравнению с гладкой трубой соответствующего типоразмера.

Также установлено, что при заданных ограничениях при увеличении металлоемкости змеевикового элемента на 10% за счет формирования оребрения его прочность повышается на 30-40%. Таким образом, формирование оребрения позволяет повысить эксплуатационные характеристики змеевиковых систем и уменьшить их металлоемкость в 3-4 раза.

Анализ результатов вычислений позволяет установить оптимальное соотношение габаритов и эксплуатационных характеристик змеевиковых систем.

Руководитель: доцент Баранова И.В.



## **ВИБІР МЕТОДОЛОГІЇ ДЛЯ РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ В РОЗПОДІЛЕНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ**

Зінченко Н.О., *аспірантка*

При проектуванні об'єктів насособудування існують особливості виробництва, що викликають деякі перешкоди. Виготовлення деталей пов'язано з наявністю взаємозв'язаної системи ВПД – верстат, пристосування, інструмент, деталь. Виготовлення кожної нової деталі пов'язане з можливим створенням виробництва однієї або декількох її частин і контрольно-вимірювальних приладів. У зв'язку з цим доцільніше випускати якомога більшу кількість деталей, для яких готова технологічна складова у вигляді пристосувань.

Це має особливе значення для насособудівного виробництва. Насоси відносяться до типу рідше одиничного, частіше – дрібносерійного виробництва, однак насосів необхідна велика кількість, зважаючи на потребу різних параметрів. У зв'язку з цим була запропонована концепція блочно-модульного проектування, де насос розглядається як набір готових блоків. Ця методика дозволить підвищити ефективність власне виробництва.

При цьому слід враховувати, що певними показниками доведеться жертвувати. Всі елементи насоса зв'язані в проточну частину і неузгодження течій більш допустимої норми в елементах підводу, робочого колеса і відводу знижуватимуть енергетичні показники. Завдання полягає у тому, щоб при блочно-модульному проектуванні добитися мінімального зниження коефіцієнта корисної дії у порівнянні із одиничним оригінальним виготовленої машини.

Особливості блочно-модульного проектування принципу повинні добре вписатися в інформаційну комп'ютерну систему їх проектування. Коли математична модель конструкції буде створюватись з фіксованого, бібліотечного набору елементів, але при необхідності який може бути розширеним. Це дозволить використовувати на єдиній інформаційно-методичній основі розробку інформаційного програмного забезпечення для проектування насосних агрегатів.

У зв'язку з цим проведено аналіз різних методів синтезу конструкції машин взагалі і насосів зокрема. Для блочно-модульного їх проектування

найбільш доцільним вважаємо морфологічний метод. Його методична сторона співпадає із морфологічним методом пошуку технічних рішень, що розроблений в теорії рішення винахідницьких задач. Методологічно цей підхід полягає у переборі усіх вибраних варіантів реалізації кожного із факторів, або, як у розглядуваному випадку, варіантів конструктивного виконання елементів функціональної схеми проектованого насоса.

На етапі технічної пропозиції пропонується застосувати методи мета моделювання для відбору перспективних конструктивних схем насосів за узагальненими показниками їх якості, із яких на етапі ескізного проекту буде відібрана найбільш доцільна в умовах заданого виробництва та обслуговування (життєвого циклу).

Для забезпечення даного підходу до проектування обраного класу машин необхідно мати бібліотеку типових елементів, які є у розпорядженні проєктанта, що фактично оформлена у вигляді бази даних. Після обрання декількох варіантів конструктивної схеми насоса, обраної результатами метамодельювання, виконується у інтерактивному режимі підбір найбільш підходящих елементів кожної із складових конструктивної схеми із їх бази даних. Особливістю цього кроку є наявність використання засобів штучного інтелекту, які за обраними показниками якості дозволяють пропонувати головному конструктору проекту, який власне і відповідає за принципові моменти вибору конструкції, не усі із наявних елементів даного типу, а тільки ті, що відповідають показнику якості конструкції або знаходяться за цим показником в допустимих межах, вибір і обґрунтування яких знаходиться в межах його компетенції.

На відміну від традиційного морфологічного методу, у якому передбачено відсікання «неперспективних» варіантів, запропонована методика проектування передбачає перебір усіх можливих варіантів конструкції на основі застосування до кожної із них оцінки якості аналізованого варіанту за методом макромодельювання, який на цей час достатньо розроблений для практичного застосування. За його результатами формується множина допустимих проектних рішень Паретто, із якої для аналізу вибираються декілька варіантів для подальшого більш детального аналізу на основі застосування параметричної оптимізації і більш детального опису конструкцій.

Керівник: доцент Неня В.Г.

## УЗАГАЛЬНЕНА МАТЕМАТИЧНА ТА ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛІ ГІДРАВЛІЧНОЇ МЕРЕЖІ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

Парфененко Ю.В., *аспірантка*; Захарченко В.П., *студентка*

Обґрунтування розробки. Розробка геоінформаційної системи теплопостачання міста передбачає в межах її реалізації моделювання робочого режиму для аналізу ефективності її функціонування. Повна мережа системи теплопостачання включає до свого складу як трубопровідну систему міста, так і трубопроводи кожного із будинків. Їх особливість полягає у тому, що трубопровідні системи будинків хоч і мають більшу кількість елементів, ніж основні трубопроводи, але при цьому вони мають упорядковану структуру із типових блоків.

Для підвищення точності та швидкості розв'язання загальної задачі пропонується виконати узагальнення математичних та інформаційних моделей трубопровідних систем будинків та використовувати їх як макроеlementи у загальній моделі системи теплопостачання.

Результати дослідження. В якості методичної основи для реалізації даного підходу вибрано правила еквівалентування елементів мережних систем. Згідно до них послідовно розташовані елементи замінюються одним із загальною для них потоковою змінною (витратою теплоносія  $Q$ ) та сумарною змінною типу потенціалу (втрати напору рідини  $h$ ), а при паралельному з'єднанні – навпаки. Мережні закони Кірхгофа та вирази для коефіцієнтів втрат напору  $\zeta$  для одноманітних фрагментів розрахункової схеми мережі мають вигляд

для послідовного з'єднання:

$$Q = \text{const}, h = \zeta Q^2,$$

$$\zeta_1 = \sum_{i=1}^n \zeta_i ; \quad (1)$$

для паралельного з'єднання:

$$h_2 = \text{const}, Q = \sum_{i=1}^n Q_i ;$$

$$\zeta_2 = \sqrt{\sum_{i=1}^n \prod_{j=1, j \neq i}^n \zeta_i} / \sqrt{\prod_{j=1}^n \zeta_j} . \quad (2)$$

У тому випадку, коли усі елементи однакові, формули для коефіцієнтів втрат напору суттєво спрощуються і для відносного значення  $\zeta' = \zeta/\zeta$  і набувають вигляду для послідовного з'єднання:

$$\zeta'_1 = n\zeta'; \quad (3)$$

для паралельного з'єднання:

$$\zeta'_2 = n\sqrt{\zeta'}/\zeta'^2. \quad (4)$$

Аналіз формул (3) та (4) показує, що сумарний опір  $n$ -ї кількості елементів у обох випадках наростає лінійно. При цьому при паралельному з'єднанні елементів при  $\zeta < 1$  опір випереджає опір при послідовному з'єднанні, а при  $\zeta > 1$  – навпаки. Тобто, при  $\zeta < 1$  елементи в систему доцільніше поєднувати послідовно, а при  $\zeta > 1$  – паралельно. Також даний результат показує, які прилади обігрівання квартири слід використовувати при наявності тієї чи іншої системи трубопроводів у будівлі.

Відповідно до типу будівлі до складу інформаційної моделі включають  $k_{nv}$  – кількість поверхів,  $k_{nd}$  – кількість під'їздів,  $k_{cm}$  – кількість стояків,  $\{l_i, d_i\}$ ,  $i = 1 \dots m$  – довжину та діаметр кожного трубопроводу,  $\zeta_i$  – коефіцієнти опору за типами приладів опалення. При обчисленні сумарного значення коефіцієнту опору використовуються формули (1) та (2), при цьому динамічний напір при кожному опорі приводиться до динамічного напору у підвідному до будівлі трубопроводі.

Вказана інформація в уніфікованому вигляді заноситься до реляційної бази даних. Дані групуються по будівлям, кожна з яких через зовнішній ключ пов'язується з відповідним трубопроводом.

Висновки. Використання даного підходу дозволяє суттєво зменшити розмірність задачі розрахунку поточкорозподілення у трубопровідних системах, підвищити точність отриманих результатів, а також точність самого моделювання робочого процесу за рахунок можливості експериментальної перевірки гідравлічного обору трубопровідної системи будинків і відповідного його коригування. Застосування баз даних для зберігання даних дозволяє компактно зберігати інформацію, підвищити надійність та розширити можливості виконання різних модифікацій.

Керівник: доцент Неня В.Г.

## РОЗРОБЛЕННЯ ГРАФІЧНОГО ЯДРА ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Парфененко Ю.В., *аспірантка*; Положий В.В., *студент*

Обґрунтування розробки. Основою будь-якої геоінформаційної системи (ГІС) є картографічний матеріал. При приведенні топографічних карт місцевості та схем теплопостачання до електронного вигляду виникає питання геометричного опису базових елементів.

Важливим етапом моделювання інженерних систем теплопостачання, водопостачання та водовідведення є визначення їх геометричних параметрів на місцевості. Для забезпечення більш точного та швидкого звернення до елементів систем теплопостачання необхідно розробити геометричну модель об'єктів топографічної карти. При вирішенні цієї задачі доцільно використати теорію параметризації.

Результати досліджень. Перш за все слід відмітити, що з геометричної точки зору об'єкти на топографічних картах і планах можна подати моделями трьох типів: точкові об'єкти, положення яких доцільно фіксувати за допомогою декартових координат, лінійні, положення і форма яких фіксується набором базових точок, та площинні, положення і форма яких також визначається набором базових точок.

Існує декілька підходів до параметризації геометричних елементів. У загальному випадку застосовується по елементний параболічний опис двовимірних лінійних та площинних об'єктів. З огляду на довільну орієнтацію елементів, раціональним є застосування параметричного опису до кожного із  $i$ -го координатного напрямку, номери яких змінюються циклічно, причому у якості параметру завжди приймаються номери базових точок, тобто між базовими точками завжди нормована одинична відстань:

$$x_i = a_i + b_i + c_{i2}.$$

Формування лінії, що буде моделювати лінійний об'єкт або буде слугувати контуром площинного об'єкту, розпочинається з початкової точки, далі формується прямолінійний відрізок, а вже потім третя точка параболи. Обчислення за цих умов вимагає чотири операції типу додавання та дві операції типу множення.

Альтернативу описаному вище методу метод опису параболи через дві точки та дотичну у початковій точці, який є більш прийнятним при електронній обробці картографічного матеріалу.

З точки зору об'єму збереженої інформації даний метод переваги не має, оскільки також зберігаються три параметри, тобто як при першому, так і при другому методі, необхідно формувати масив з трьох координат. Однак цей метод дозволяє виконувати лише три операції типу додавання та одну типу множення, тобто скорочує кількість обчислень для досить великого об'єму інформації. Іншою перевагою такого опису є можливість більш спрощеного визначення необхідного елемента лінії за допомогою операцій порівняння без арифметичних операцій над індексами (номерами точок та елементів).

Застосування наведеного вище аналітичного опису елемента лінії дозволяє отримати рівняння дотичної з параметром  $\tau$  та нормалі з параметром  $n$ , які використовуються як для вирішення самостійних задач, так і входять до складу інших більш складних алгоритмів:

$$x_{\tau} = x_0 + x'_i(t) \tau = x_0 + (b_i + 2c_i)\tau.$$

$$x_{ni} = x_0 + (-1)^i x'_{i+1}(t_0)n = x_0 + (-1)^i (b_{i+1} + 2c_{i+1}t_0)\tau.$$

Задачі на знаходження точок перетину двох елементів вирішуються шляхом послідовних наближень. З початковим наближенням вибираємо значення параметрів, що відповідають перетину хорд, які стягують крайні точки парабол. Зважаючи на простоту визначення похідних, застосовується метод Ньютона, що має другий порядок точності. Процес послідовних наближень припиняємо після досягнення точності 0,1 м.

Ще однією із алгоритмічно складних геометричних задач є визначення висоти поверхні землі у заданій точці. Для вирішення цієї задачі застосовуємо метод підобластей квадратної форми, на кожній із яких на рівномірній сітці задано матрицю висот. Для зменшення множини елементів, що підпадають під процес відбору, всю площу карти розбиваємо на квадрати однакового розміру та нумеруємо їх на кшталт електронних таблиць. Такі адреси як обов'язкові атрибути надаємо кожному із елементів, що розміщується на електронній карті. Це дозволяє істотно прискорити процес роботи з картою.

Висновки. Проаналізована інформація на географічних картах та вибрано мінімальний набір геометричних об'єктів для проектування. З огляду на велику кількість об'єктів на карті та довільний характер їх форми та напрямку запропоновано використовувати їх параметричний опис. Для вибіркового опрацювання поверхні землі довільної форми запропонована кластеризація матриці висот.

Керівник: доцент Неня В.Г.

## РЕАЛІЗАЦІЯ ІНТЕРАКТИВНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ ДЛЯ ДИСЦИПЛІНИ «ІНФОРМАТИКА»

Бобрун Л.В., студентка

Стрімкий розвиток сучасних інформаційних технологій відкриває реальні перспективи для підвищення ефективності освітнього процесу, у тому числі з використанням інтерактивних курсів як принципово нового й зовсім самостійного напрямку в сфері освіти. Інтерактивність – ключовий момент, що забезпечує імітацію взаємодії викладача безпосередньо з об'єктами і явищами, що моделюються.

В роботі вирішувалась задача створення інтерактивного курсу з дисципліни «Інформатика». Курс повинен мати чітку структуру та доступний інтерфейс для будь-якого користувача. Під час вивчення структури навчальної дисципліни було вирішено виділити в інтерактивному курсі наступні розділи: «Лабораторні роботи», «Тестування», «Глосарій», «Реєстрація», а також інформативний розділ про дисципліну в цілому.

Інформативна частина курсу містить повні відомості про структуру навчальної дисципліни, семестровий навчальний план, структуру залікового кредиту, організацію модульного контролю та про призначення рейтингових балів.

В розділі «Реєстрація» користувач вводить необхідну інформацію про себе для однозначної його ідентифікації в процесі проходження курсу.

«Глосарій» – це словник визначень з дисципліни, котрий має алфавітну навігацію.

Наступний розділ містить лабораторні роботи. Кожна робота чітко структурована, вона має тему, мету, теоретичні відомості і практичні завдання. В середині лабораторної роботи передбачений зв'язок теоретичної частини з практичною, що сприяє кращому засвоєнню матеріалу.

Розділ «Тестування» дозволяє студенту провести самоконтроль знань. Саме на цьому етапі проходження курсу і виникає необхідність ідентифікації користувача для збору й систематизації інформації про його досягнення. Даний розділ дає можливість проводити контроль знань по кожній темі окремо, або охоплювати матеріал цілого розділу і навіть курсу в цілому. Тест складається з певної кількості варіантів,

що формуються випадковим чином. Час, виділений на проходження тесту, є обмеженим, що сприяє максимально ефективному та об'єктивному оцінюванню знань. Результат тестування зберігається, тому подальше проходження цього тесту нестиме ознайомлювальний характер і його результати ніде не зафіксуються.

Всі основні та необхідні дані для коректного функціонування інтерактивного курсу з дисципліни «Інформатика» зберігаються в базі даних. В таблицях міститься інформація про лабораторні роботи та тести (блоки тестів), визначення глосарію, користувачів курсу, їх результати та досягнення, дата та час проходження тесту. Таблиці пов'язані між собою.

Найважливішими особливостями описуваної підсистеми, що відрізняють її від більшості існуючих, можна вважати відкритість, універсальність і простота використання. Відкритість системи полягає в тому, що для використання ресурсів системи студентами і управління системою викладачами достатньо рівня знань користувача комп'ютера. Крім того її легко інтегрувати в інформаційну систему будь-якого навчального закладу. Універсальність забезпечується широкими можливостями для розробки і розвитку навчальних курсів по будь-яких дисциплінах за допомогою інструментів автоматизованої системи контролю знань. Простота використання полягає в тому, що кінцевому користувачу не потрібно для підключення до системи встановлювати спеціалізоване програмне забезпечення – достатньо на комп'ютері налагодити підключення до Internet та встановити графічний візуальний браузер. Використання універсальної інтегрованої бази даних дозволяє легко нарощувати систему і забезпечувати навчання по індивідуальних навчальних планах для кожного студента.

Таким чином, функціонування системи відбувається по ефективній, але досить простій схемі. Робота користувача із системою здійснюється за допомогою стандартних візуальних браузерів HTML-сторінок. Це єдиний програмний продукт, що має бути встановлений на персональних комп'ютерах студентів і викладачів. Додатки (RHP-сценарії) забезпечують інтерактивну взаємодію системи з користувачами, а саме формування тестових завдань, автоматизований контроль знань.

Керівник: доцент Алексенко О.В.



## РАЗРАБОТКА САПР ШАРОВОЙ АРМАТУРЫ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ

Коломиец И.А., студентка

Автоматизированное проектирование в настоящее время является неотъемлемой частью процесса создания любых технических объектов. Принципиально новое оборудование теперь может быть создано значительно быстрее, чем традиционными «ручными» методами. Создав трехмерное представление модели, мы с легкостью можем создать чертежи изделия, проверить правильность и эффективность принятых технических решений. При этом значительно улучшается качество получаемой проектной документации, а значит и выпускаемой продукции.

В процессе работы создана параметрическая модель шарового крана в программном продукте Autodesk Inventor. Для управления параметрами модели используется таблица параметров, созданная в Microsoft Office Excel. Заполнение таблицы осуществляется с помощью приложения, разработанного в Borland Delphi.

Модель шарового крана состоит из корпуса, шара, двух уплотнений, прокладок, исполняющих роль крышек корпуса, шпинделя, уплотняющих колец и гайки, фиксирующей кольца на вале.

Пользователь программы указывает основные параметры модели крана, такие как диаметр проходного отверстия  $D_y$ , создаваемое на корпус давление  $P_y$ , размеры шпинделя. Далее программа самостоятельно рассчитывает зависимые переменные, создает файл в приложении MS Excel и заносит в него все данные. После этого открытой в Autodesk Inventor модели шарового крана передаются заданные пользователем и рассчитанные значения, и она перестраивается в соответствии с новыми параметрами. Связь программных продуктов MS Excel и Autodesk Inventor происходит при помощи API-интерфейсов.

В результате получаем наглядную трехмерную модель шарового крана, из которой легко можно получить чертежи изделия с высокой точностью исполнения. В результате этого значительно сокращается время, потраченное на решение поставленной задачи. Конструктор может рассмотреть множество вариантов реализации изделия и еще до начала его изготовления исключить возможные ошибки.

Руководитель: доцент Алексенко О.В.

## РОЗРОБЛЕННЯ КЕРУЮЧОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ПОБУДОВИ 3D-МОДЕЛЕЙ ВАЛІВ РЕДУКТОРА У СИСТЕМІ AUTOCAD

Пономаренко Г.О., студентка

Останнім часом широко розповсюджується підхід до автоматизації конструкторської діяльності на основі створення тривимірних геометричних представлень проєктованих виробів. Сучасний рівень розвитку комп'ютерних технологій дозволяє створювати просторові моделі різноманітних об'єктів, а розв'язок геометричних та інших задач для просторової моделі забезпечує велику достовірність і дозволяє перейти на якісно новий рівень проєктування. Це скорочує часові, кадрові і матеріальні витрати на розробку проєктів.

Задача розробки керуючого модуля для побудови 3D-моделей валів редуктора у системі AutoCAD реалізується за допомогою створення у середовищі програмування Borland Delphi програми, яка має такі функціональні можливості проєктування валів редукторів: розрахунок на міцність за деформаціями згинання та обертання із використанням епюр згинаючих та обертаючих моментів; розрахунок геометричних параметрів; побудова тривимірної моделі вала. Програма також містить базу даних з інформацією про розміри підшипників та шпонкових пазів.

Для отримання повноцінної моделі об'єкту проєктування користувачеві надано можливість порівнювати та аналізувати отримані моделі, зберігати результати розрахунків на міцність (у вигляді таблиці Excel), створювати та поповнювати базу готових моделей (у форматі dwg). Програмний продукт зв'язується, з продуктами MS Office із середовища Borland Delphi, використовуючи API-інтерфейси та з Autodesk AutoCAD - за допомогою об'єктної моделі.

У результаті роботи з керуючим модулем користувач отримує тривимірну модель вала редуктора. Проведені розрахунки зберігаються у вигляді електронної таблиці MS Excel, яку зручно передавати до інших підрозділів для подальшої обробки.

Таким чином параметризація валу редуктора надає можливість ще до початку виготовлення виробу проглянути можливі варіанти конструкції, що сприяє усуненню конструкторських помилок. У свою чергу це значно скорочує час виготовлення валу.

Керівник: доцент Алексенко О.В.

## ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКТОРСЬКИХ МОЖЛИВОСТЕЙ МАЙСТРА ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМИ INVENTOR 11

Новак О.В., *студент*; Хмаренко Є.В., *студент*

Autodesk Inventor — це система тривимірного машинобудівного конструювання, в яку вбудовані адаптивна технологія і можливості моделювання тіл. У програмі є набір засобів, необхідних на всіх стадіях роботи над проектом, починаючи з побудови ескізів і закінчуючи випуском конструкторської документації. Її можна з успіхом застосовувати як для індивідуальної роботи, так і для колективів, які розроблюють складні вузли і вироби, але дана програма відповідає закордонним стандартам.

Inventor 11 має автоматизований модуль «Майстер проектування», який підтримує проектування по функціях і додає в процес проектування механічний зміст і інтелект. «Майстер проектування» реалізує набір обчислень, що відображають стандартні математичні формули і фізичні теорії, які визначають придатність проектів і модифікацій. Але програма Inventor відповідає стандартам зарубіжних країн. Ціллю роботи було підтвердити можливість використання програми Inventor для вітчизняного машинобудування з урахуванням сучасних вимог стандартів України

Майстер проектування виконує інтелектуальне управління функціональним призначенням виробів та включає два підмодулі: генератори і калькулятори. За допомогою генераторів проектування і використовуючи вхідні параметри, такі як потужність, швидкість і властивості матеріалу, виконано розрахунок вузлів та елементів болтового з'єднання та зубчастої передачі.

В процесі аналізу використання генератора зубчастих передач для розрахунків косозубих, конічних і черв'ячних зачеплень отримані результати, які підтвердили можливість в повній мірі використовувати Inventor 11 на підприємствах без додаткової адаптації до вимог ДСТУ. Ці дані також слугують підґрунтям для використання «Майстра проектування» у навчальному процесі в рамках профілюючих дисциплін.

Керівник: доцент Бубнов І.В.

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ВІДЕОУРОКІВ

Красноусов М.М., студент

У зв'язку з розвитком інформаційних технологій, зростанням кількості користувачів комп'ютерів, які мають доступ до мережі Internet, з'явилася й якісно нова форма навчання – дистанційна. Значною перевагою такої форми навчання є те, що студент отримує знання «не виходячи з дому». Отже, він сам має можливість планувати час, який витрачається на опрацювання начального матеріалу, узгоджуючи його зі своїм власним розпорядком дня або робочим часом. Здійснюється це за допомогою спеціального web-сайту, користувачем, а отже студентом, може стати мешканець будь-якого населеного пункту України. На ньому, за допомогою групи програмістів, викладач розташовує необхідний для вивчення матеріал, в процесі навчання проводить консультації, пояснює розділи, які викликали у студентів питання, а також виконує оцінювання студента.

СумДУ має можливість навчати студентів дистанційно. Для цього створено відповідний сайт дистанційного навчання, на якому розміщено теоретичний матеріал у вигляді лекцій. Для покращення сприйняття студентом навчального матеріалу до окремих розділів викладачі розробляють тренажери – спеціальні програмні засоби, які сприяють формуванню у студента певних практичних навичок розв'язання задач. Контроль рівня знань студента виконується за допомогою комплексу лабораторних робіт, передбачених викладачем, або за допомогою тестового контролю. Проте останнім часом розробники дистанційних курсів використовують нову форму організації навчального процесу – відео уроки. Ідея використання відео уроків робить навчальний курс більш зрозумілим. Особливо цей підхід актуальний для інженерних дисциплін, де потрібно не лише прочитати про якість устаткування, а й наглядно побачити його, зрозуміти, як воно працює.

Для створення такого роду навчальних матеріалів була обрана програма Camtasia Studio. Отриманий відеозапис дій викладача з докладним коментарем проаналізували. В результаті було виявлено моменти, які потрібно відредагувати. Таким чином, «чернетку» уроку було піддано ретельній обробці: видалено паузи, непотрібні дії, недоречні фрази. На даний час матеріал ще раз перевіряється, виконуються отанні виправлення. Потім матеріал буде зконвертовано в потрібний відеоформат, і готовий відеоурок розмістять на сторінці відповідного курсу.

Така організація процесу навчання і матеріалів віртуального світу дистанційного навчання сприяє більш продуктивному поглинанню людиною нових знань.

Керівник роботи ст. викладач Ващенко С.М.

## ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ НА ВИХОДІ РОЗРАХУНКОВОГО МОДУЛЯ САПР ЧЕРЕЗ ВИБІР МЕТОДУ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ В БАЗІ ДАНИХ

Грибова О.В., студентка

У сучасній вітчизняній хімічній та добувній промисловості можна констатувати як факт наявність невикористаних вторинних енергетичних ресурсів – пари, води, газів та факельних збросів, що викидаються. Найбільш перспективним напрямком утилізації збросів є їх компримування, що у свою чергу вимагає включення до утилізаційної установки стискуючого пристрою – компресору. Струминний компресор є гарним рішенням завдяки відносній простоті виготовлення, монтажу та обслуговування, а також дешевизні [1]. Створення САПР-системи проектування таких установок приведе до прискорення та здешевлення їх створення, більш поширеному їх впровадженню, що у кінцевому рахунку веде до збереження енергетичних ресурсів України.

Необхідною складовою такої інформаційної системи є база термодинамічних властивостей робочої речовини, у даному випадку – води та водяної пари, що є, звичайно, дискретною, з рівними інтервалами між значеннями [2]. Але при розрахунку конструктивних параметрів струминного компресору на деяких інтервалах значень параметрів робочої речовини навіть порівняно невелика зміна одного параметру (наприклад, тиску) веде до суттєвого зміщення залежного параметру (наприклад, температури) і в результаті – до інших значень конструктивних параметрів компресору та ін. Тому для підвищення точності розрахунків важливим є метод інтерполяції, що використовується.

Для вирішення поставленої задачі у першому наближенні програмно реалізовані два методи: лінійна та кубічна сплайн-інтерполяція (див. рис. 1) [3], причому використання останньої, більш наближеної до фізичних реалій, займає суттєво більше часу і машинних ресурсів. І хоча в абсолютному значенні ці показники незначні, однак, зважаючи на те, що при ітераційному розрахунку, особливо коли поставлена задача оптимізації, число звертань до бази властивостей на одному колі досягає багатозначних чисел, то економія ресурсів стає важливою.

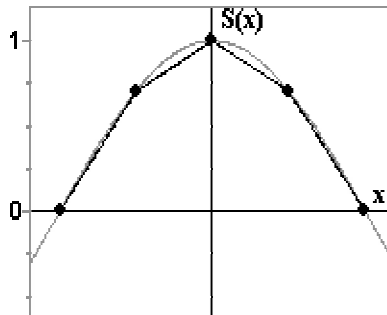


Рисунок 1. Графічне порівняння видів інтерполяції

Спочатку були отримані результати роботи розрахункового модулю на опорних точках – даних бази, що не є результатами інтерполяції, та закладена еталонна крива. Далі до програми був доданий статистичний модуль, що порівнював результати роботи з використанням двох видів інтерполяції з еталоном. На основі стандартних статистичних показників [4] зроблений висновок: метод інтерполяції є суттєвим для підвищення точності розрахунку і ресурсоемність інтерполяції сплайном є виправданою.

Поставлена задача вирішена з використанням програмного середовища Borland Delphi, СУБД Borland InterBase [5]. Результати дослідження покладені в основу створення інформаційної системи розрахунку та оптимізації утилізаційної установки для високоентальпійної водяної пари з включеним струминним компресором.

1. Соколов Е. Я., Зингер Н. М. Струйные аппараты. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 352 с.
2. Ривкин С. Л., Александров А. А. Теплофизические свойства воды и водяного пара. – М.: Энергия, 1980. – 424 с.
3. Бронштейн И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов.
4. Боярский А.Я. Теоретические исследования по статистике: Сб. Науч. Трудов.– М.: Статистика, 1974. С. 19–57.
5. В.Фаронов. Программирование баз данных в Delphi 6». – СПб.: Питер 2003.

Керівник: асистент Жиленко Н.О.

## РОБОЧЕ МІСЦЕ ІНЖЕНЕРА З РОЗРАХУНКУ СТРУМЕНЕВОГО ЕЖЕКТОРА УТИЛІЗАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ З ВИКОРИСТАННЯМ COSMOS FLOW WORKS

Єжова Г.В., студентка

Установка, що є об'єктом дослідження, призначена для утилізації збросів водяної пари. Основною складовою такої установки є паровий струминний компресор (ежектор), робочим середовищем якого є водяна пара. Розрахунок конструктивних параметрів ежектору – складна інженерна задача, хоча і достатньо рутинна, завдяки відпрацьованому алгоритму. В умовах існування широкого спектру спеціалізованих інженерних інформаційних систем не є доцільним вирішувати поставлену задачу «з нуля», а вигідніше використати вже існуючу систему у якості платформи. З точки зору доповідачів Cosmos Flow Works – інженерний модуль системи Solid Works, призначений для гідравлічних розрахунків – підходить найліпше через: а) інтегрованість з поширеним графічним препроцесором, б) підтверджену інженерну точність використовуваних математичних моделей; в) широкі можливості відображення та експорту результатів, що дозволяють передати гідравлічні розрахунки до модулю розрахунку конструктивних параметрів; г) існування варіантів програмної реалізації модулю автоматизації конкретної інженерної задачі та створення комфортного інтерфейсу користувача.

Створена у SolidWorks параметрична розрахункова модель ежектору у ітераційному циклі передається до Cosmos Flow Works разом з параметрами перекачуваного середовища, що надходять з підключеної бази даних. За розрахованими енергетичними показниками до моделі вносяться зміни, і цикл триває, доки задані параметри енергоефективності (з обумовленою похибкою) не будуть досягнуті. Кінцеві базові конструктивні характеристики передаються до авторського розрахункового модулю, за результатами роботи якого створюється виробнича твердотільна модель ежектору та (засобами Solid Works) необхідна конструкторська документація.

Програмний код, що відіграє у системі роль управляючої ланки, під'єднує базу даних, реалізує діалог з користувачем та документообіг, створений у програмному середовищі Visual Basic for Application, цілком інтегрованому у SolidWorks та модулі системи.

Керівник: асистент Жиленко Н.О.

## ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ ДІЮЧОЇ МОДЕЛІ БЕЗМУФТОВОГО КРИВОШИПНОГО ПРЕСА

Іванов В.В., *заступник техн. директора НПО “Гідромаш”*;  
Іванов Є.В., *студент*

Для перевірки роботоспроможності створеного і запатентованого безмуфтового обладнання виготовлено у металі діючу модель кривошипного преса. Такий прес складається зі станини, ексцентрикового вала, поворотного ексцентрика, шатуна та повзуна. На зовнішній поверхні шатуна встановлено пересувний упор, а до поверхні поворотного ексцентрика прикріплено рухомий упор. Взаємодія рухомого й пересувного упорів приводить до вмикання чи вимикання робочого ходу повзуна преса. Такі відповідальні деталі моделі, як шатун ексцентриковий вал та повзун, виготовлені з вуглецевої сталі 45, ексцентрикова втулка й опорні підшипники – з бронзи ОЦС-5-5-5, напрямні повзуна і пересувного упора – з чавуну СЧ 18, інші невідповідальні деталі – зі сталі звичайної якості Ст 3. Для приводу преса встановлено електродвигун змінного струму типу РД–09 з короткозамкненим ротором та вбудованим редуктором потужністю 200 Вт і частотою 50 обертів на хвилину. Виготовлена діюча модель працює наступним чином. Обертання від електродвигуна РД–09 через клинопасову передачу передається на маховик, який жорстко з’єднано шпонкою з ексцентриковим валом. Разом з останнім обертається поворотний ексцентрик. Таке сумісне обертання вала з поворотним ексцентриком відбувається при нерухомому повзуні. Після підйому висувного упора вгору рухомий упор упирається через пружну прокладку в нього і разом з поворотним ексцентриком зупиняється. Подальше обертання вала приводить до пересування повзуна униз, штампування та підйому вгору. Далі цикл роботи повторюється.

Випробування діючої моделі безмуфтового кривошипного преса довело його роботоспроможність, простоту в керуванні та надійність в експлуатації. Це дозволяє рекомендувати таке безмуфтове обладнання до впровадження у виробництво завдяки простій конструкції, низькій вартості, відсутності значних втрат енергії та екологічній безпечності.

Керівник: доцент Запорожченко В.С.



## ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ БЕЗМУФТОВОГО ОБЛАДНАННЯ

Леус П.О., *студент*; Лазоренко О.В., *студентка*;  
Іванов Є.В., *студент*

Сьогодні неможливе життя без новітніх цифрових технологій та сучасних комп'ютерних засобів. Тому кваліфіковані спеціалісти ери ЕОМ мають чудову допомогу у розробці нових процесів і машин у вигляді програмних систем CAD, CAE, CAM, пристосованих спеціально для створення нової техніки. При використанні комп'ютерних технологій процес створення нової техніки значно спрощується та прискорюється. Вони дозволяють конструктору виконувати багатоваріантне проектування твердотільної моделі майбутнього об'єкту з легкою зміною його параметрів, здійснювати потрібні розрахунки, отримувати складальні й робочі креслення відповідно до вимог Державних стандартів. Комп'ютерний варіант простіше допрацювати і вдосконалити, передати на великі відстані, наочно представити для обговорення та затвердження.

Для створення твердотільної 3D-моделі безмуфтового кривошипного преса була застосована система автоматизованого проектування SolidWorks. При використанні стандартних функцій виконано розрахунок на міцність основних вузлів і розроблено тривимірні моделі кожної деталі. Після цього усі деталі складені у діючу модель. За допомогою системи моделювання руху COSMOSMotion, яка є стандартною системою в SolidWorks Premium, вдалося наочно продемонструвати робочий хід преса з рухом усіх виконавчих частин. Модель можна розглядати з різних сторін, зробити розріз у необхідному місці, виконати переріз будь-якої деталі або усієї моделі. Також було застосовано функцію захвату відео робочого ходу Animator і зроблено декілька якісних кольорових зображень необхідних видів. Крім того, виконано наочне збирання та розбирання моделі преса на всі складові деталі. Креслення як самого преса, так і деталювання є стандартною функцією пакету SolidWorks, застосованого у повному обсязі. На підставі комплексу розроблених креслень на одному з підприємств міста Суми було виготовлено у металі діючу модель безмуфтового кривошипного преса.

Керівник доцент Запорожченко В.С.

## РАЗВИТИЕ СИСТЕМНОГО МЫШЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ MS ACCESS

Мерзликина Ю.И., *студентка*; Денисенко Т.Л., *студентка*,

Системно-логическое мышление специалистов в области информационных технологий наиболее важно при разработке эффективно действующих ИС. Оно обеспечивает способность к синтетическому восприятию объектов реальной действительности и осознанному пониманию многообразия информации, свойственной целостной картине мира. Причем, информация об объекте рассматривается и как атрибутивные свойства (параметрическое описание), и как функциональные (целевые функции), и как коммуникационные (связи и отношения в системе). Задачей проводимого исследования являются способы формирования системного мышления в большей мере на основе ПО, изучаемого студентами кафедры информатики, чем на основе гуманитарных дисциплин.

Процесс создания ИС обязательно включает изучение предметной области и разработку технического задания. Это требует использования принципа абстракции (выделение важных свойств объекта и игнорирование несущественных). Именно разработка БД в MS Access состоящей из взаимосвязанных таблиц, требует системного мышления при описании структуры, что позволит исключить затраты времени на корректировку БД в дальнейшем. При этом одной из главных проблем, возникающих у студента, является умение справиться с потоком информации о предметной области и определение этапа, на котором данная информация может понадобиться.

Анализ информации в литературных источниках и Интернет показал, что хотя методам развития системного мышления и посвящено множество книг, статей и тренингов, все они касаются в основном психологии личности, в то время как ПО, развивающее системное мышления в процессе его изучения, не рассматривается как таковое. То есть, для повышения эффективности подготовки ИТ-специалистов целесообразно предусмотреть применение MS Access в дисциплинах профильной подготовки, таких как ОАПТДМ, Сети Интернет, Защита информации, Основы БД. Такое построение учебного процесса позволяет обеспечить подготовку бакалавров как специалистов, владеющих системным подходом при проектировании ИС.

Руководитель: доцент Концевич В.Г.

## ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРЯМІВ ПРОВАДЖЕННЯ МЕТОДОЛОГІЇ ПРОЄКТ MANAGEMENT В ПРОЄКТНУ ДІЯЛЬНІСТЬ НАУКОЄМНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Гайдабрус Б.В., студент

В умовах ринкової економіки та нових положень Світової організації торгівлі [1] перед підприємствами машинобудівної галузі стоять завдання з отримання максимальних конкурентних переваг та просування продукції на світові ринки. Шлях до вирішення цих завдань лежить у перерізі впровадження сучасних міжнародних стандартів по управлінню проектами ISO серії 9000, 10006, 10007 [2,3,4]. Стандарти вимагають розглядати створення нової техніки у вигляді мережі процесів розробки, виробництва, контролю, випробувань, управління якістю, удосконалення системи якості підприємства, реалізації заходів щодо зниження проявлення ризиків й усунення їх наслідків, а також бізнес процесів у рамках підприємства і його зовнішньої діяльності.

Постановкою завдання є розробка методів вирішення викладених вище аспектів. Методи вирішення завдань повинні бути основані на системному аналізі сучасних тенденцій, міжнародних, державних і галузевих нормативних документів в області управління якістю та вартістю проектів і програм розвитку систем якості підприємств. Зменшення витрат на підтримку життєвого циклу наукоємного виробу ефективно вирішуються в результаті впровадження процесів управління проектами.

Напрями впровадження процесів управління проектами лежать у двох площинах [5]:

1. групи процесів управління проектами (групи процесів ініціації, планування, виконання, моніторингу й управління та завершальні процеси);

2. процеси в області знань (інтеграція управління проектами, управління змістом, термінами, вартістю, якістю, людськими ресурсами, комунікаціями, ризиками проектів, а також управління постачанням проекту).

Організація процесу проектування наукоємної продукції повинна проводитися із застосуванням системного підходу на базі CALS-методології, що забезпечує комплексну інтеграцію процесів на всіх етапах життєвого циклу виробу [6].

CALS – методологія може бути реалізована при створенні та впровадженні системи управління проектними роботами, як єдиного інструментарію здійснення планування, контролю та координації всіх учасників проектних робіт та науково-дослідних розробок.

Об'єктами дослідження є процеси планування проектно-пошукових робіт, контролю термінів їх виконання та формування звітних форм про хід виконання робіт. Проектно-пошукові роботи, що підзвітні системі управління проектами, – це проектні роботи та наукові дослідження, які виконуються за рахунок власних ресурсів.

Роль автора полягає у визначенні напрямів впровадження системи управління проектними роботами, що забезпечить вирішення наступних завдань:

- розробку та актуалізацію календарно-сіткових графіків виконання проектних робіт та наукових досліджень;
- аналізу інформації щодо проектних робіт у режимі on-line;
- автоматизований збір та формування звітної інформації про хід виконання проектних робіт на основі фактичних даних, що зберігаються в системі управління, з необхідним рівнем деталізації;
- ведення та зберігання інформації що стосується проектних робіт в єдиній інформаційній базі;
- обмеження доступу до інформації проектних робіт, відповідно функціям учасників системи управління;
- створення оптимізованих графіків проектних робіт на підставі нормативної бази проектів що повинні бути уніфіковані;
- накопичення нормативної бази по уніфікованим проектним роботам для використання при плануванні майбутніх проектних робіт.

Результатом проведеного аналізу літературних джерел є визначення перспективних напрямів дослідження у галузі впровадження управління проектами у діяльність машинобудівних підприємств.

1. Світова організація торгівлі. Українська торговельна політика – аналітика, статистика. <http://wto.in.ua/index.php?get=21> –
2. ISO strategy and policies. [www.iso.org/iso/about.htm](http://www.iso.org/iso/about.htm)
3. Міжнародний стандарт по управлінню проектами ISO/TR 10006 Guidelines to quality in Project Management.
4. Старченко Г.В. Моделі і методи управління якістю організаційних проектів (на прикладі машинобудівних підприємств). Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.13.22: «Управління проектами і програмами»/Національний університет будівництва і архітектури. – Київ, 2008. – 20с.
5. Руководство к своду знаний по управлению проектами (PMBOK Guide 2004). – М.: Project Management Institute.
6. В.И. Воропаев, Г.И. Секлетова (СОВНЕТ). Системное представление управления проектами – [http://www.iteam.ru/publications/project/section\\_36/article\\_2338/](http://www.iteam.ru/publications/project/section_36/article_2338/)

Керівник: доцент Концевич В.Г.

## РАСЧЕТНЫЕ МОДУЛИ INVENTOR КАК ИНСТРУМЕНТ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ИНЖИНИРИНГА

Чернышева Д.А., *студентка*

На сегодняшний день основными требованиями к промышленному производству являются сокращение срока выхода продукции на рынок, снижение ее себестоимости и повышение качества. Выполнить эти требования невозможно без широкого использования методов и систем CAD/CAM/CAE.

Для САПР одной из характерных основных черт современной научной методологии является реализация параллельного инжиниринга (concurrent engineering), который предполагает выполнение процессов разработки и проектирования одновременно с моделированием процессов изготовления и эксплуатации. При параллельном инжиниринге многие проблемы выявляются и решаются на стадии проектирования. Преимуществом такого подхода есть улучшение качества изделия, сокращение времени его разработки, снижение затрат на изготовление.

В качестве исследования был выбран пакет программ для автоматизированного проектирования Inventor 2009 компании AutoDesk и его встроенный модуль «Мастер проектирования».

Целью изучения встроенного программного модуля «Мастер проектирования» было рассмотрение возможности его применения при проектировании компрессорного оборудования.

По результатам проведенного исследования при помощи генераторов и калькуляторов был осуществлен расчет и подбор страховочных подшипников качения, устанавливаемых на ротор центробежного компрессора, определены их посадки. Также рассчитано и спроектировано шлицевое соединение для установки полумуфты.

Использование мастера проектирования при разработке машиностроительного оборудования в условиях параллельного инжиниринга обеспечит сокращение финансовых и временных затрат, а также повысит качество выпускаемого оборудования.

Руководитель: доцент Концевич В.Г.

## КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕЛІНІЙНИХ КОЛИВАЛЬНИХ СИСТЕМ

Ткач П.Ю., студент

Проведено комп'ютерне моделювання математичної моделі у вигляді однорідного дисипативного диференціального рівняння типу Дуфінга. Розглянуто два випадки – з малим і великим коефіцієнтами демпфування. Застосовано асимптотичний метод Крилова-Боголюбова-Митропольського (КБМ) у вигляді рівнянь першого наближення для амплітуди і фази, для визначення інерційно-жорсткісних параметрів (коефіцієнтів диференціального рівняння).

Сформовано інформаційні масиви множин часових інтервалів, відповідних цим часовим інтервалам інформаційних чисел циклів коливань при заданні амплітудних значень коливань щонайменше у вигляді трьох значень.

Із рівнянь першого наближення для амплітуди і фази отримано регресійну залежність для формування системи нормальних рівнянь.

Формування інформаційного масиву часових інтервалів застосовується при різних величинах випадкових похибок вимірювань, що мають значення 2%, 5%, 10%. При комп'ютерному формування системи випадкових похибок застосовано підпрограму генератора випадкових чисел.

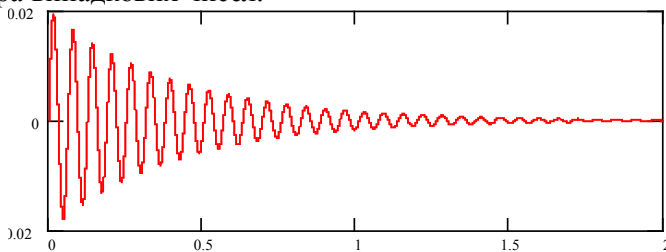


Рисунок 1. Моделювання натурального експерименту

Отримано значення частоти вільних коливань лінійної породжувальної системи в залежності від числа членів суми ряду.

Отримано також залежність похибок визначення резонансної частоти лінійної породжувальної системи від похибок вимірювань інформаційного масиву часових інтервалів.

Керівники: асистент Кузнєцов Е.Г., доцент Пузько І.Д.

## ПАРАМЕТРИЧНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ НЕЛІНІЙНИХ КОЛИВАЛЬНИХ СИСТЕМ

Назаров М.С., *студент*

Для рішення задач вібродіагностики, випробувань на віброміцність, вібростійкість, вібронадійність, при розробці нових вібраційних технологій виникає необхідність проведення досліджень і аналізу динамічних амплітудно-частотних характеристик (АЧХ) елементів випробуваних конструкцій, зокрема, визначення типів АЧХ, визначення резонансних частот і параметрів статичних резонансних піків.

Методи ідентифікації для деяких класів нелінійних коливальних систем при урахуванні інформації, що формується із експериментальних частотних характеристик та часових даних вже розглянуто в багатьох роботах. Наприклад, при застосуванні асимптотичного методу Крилова-Боголюбова-Митропольського (КБМ) визначені інерційно – жорсткісні параметри одного класу нелінійних коливальних систем на підставі рівнянь першого наближення для амплітуди і фази. Також відомий алгоритм для визначення власної частоти коливань породжувальної коливальної системи, що відповідає нелінійній коливальній системі, при застосуванні асимптотичного методу на підставі рівнянь першого наближення для амплітуди і фази і реалізації режимів вільних коливань.

Однак, відомі дослідження проведені без урахування похибок при проведенні вимірів, фіксації та запам'ятовуванні інформаційних масивів часових інтервалів та чисел циклів при зміні амплітудних значень коливань. В проведеному дослідженні ставиться задача забезпечити урахування похибок при визначенні інерційно-жорсткісних параметрів нелінійних коливальних систем при застосуванні асимптотичного методу КБМ.

Алгоритм реалізовано за допомогою програми MathCAD 2000, яка моделює проведення натурального експерименту та використовує отримані дані для подальших розрахунків. Завдяки оптимізації алгоритму з'явилася можливість отримувати велику кількість даних та проводити оцінку адекватності запропонованого метода ідентифікації.

Керівники: асистент Кузнецов Е.Г., доцент Пузько І.Д.

## МЕТОДОЛОГІЯ ЗАСТОСУВАННЯ ЧИСЕЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ У ПРОТОЧНИХ ЧАСТИНАХ ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ

Фостенко Б.А., студент

Проаналізувавши апробовані результати застосування комерційних програмних продуктів для розрахунку течії рідини та газу у каналах складної форми доцільним вважаю проводити чисельне моделювання робочих процесів у проточних частинах лопатевих насосів, зокрема відцентрових, у кілька етапів.

На першому етапі створюється твердотільна геометрична модель, що імітує об'єм рідини у каналах ПЧ за допомогою сучасних САД - систем. З метою економії ресурсів ЕОМ та часу можливо використовувати геометричну модель, що є лише частиною повного об'єму рідини, що дозволяється деякими програмними продуктами.

На другому етапі отримана твердотільна модель передається у програмний продукт для побудови розрахункової сітки. Кромки цих осередків створюють лінії розрахункової сітки, вершини – вузли. Саме в цих вузлах в результаті розрахунку ми отримуємо значення параметрів течії.

На третьому етапі розрахункова модель розбивається на підобласті. Задаються граничні умови у вхідних та вихідних, періодичних границях.

В розглянутих програмних продуктах розрахунок течії рідини виконується шляхом чисельного розв'язання системи рівнянь Рейнольдса та нерозривності. Для замикання рівнянь використовується ряд моделей турбулентності. Обрання моделі турбулентності дуже важливий і зумовлює якість та достовірність отриманих на виході результатів.

На завершальному етапі виконується аналіз та вивід результатів. Розрахунок у розглянутих програмних продуктах дозволяє отримати значення гідродинамічних параметрів у кожній точці контрольного перерізу у фіксований момент часу, інтегральні параметри проміжного ступеня, та окремо робочого колеса. Застосування чисельного моделювання дозволяє прогнозувати характеристики проточних частин на стадії проектування та прийняття проектних рішень.

Керівник асистент Неня А.В.



## АВТОМАТИЗАЦІЯ ІССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ПРИ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РАЗРАБОТКАХ НА ПРИМЕРЕ РАСЧЕТА ДЕТАЛЕЙ ПЛАСТИНЧАТОГО НАСОСА

Омелянченко Е.А., *ассистент*

Основными расчетами, которые выполняются при проектировании насоса, являются гидравлические расчеты рабочих органов и прочностные расчеты деталей и узлов насоса. Традиционно гидравлическим расчетам уделяется больше внимания, поэтому эта область больше изучена. В связи с этим автоматизация прочностных расчетов является важной задачей.

В работе рассматривается разработка программы проведения таких расчетов применительно к пластинчатому насосу. На величину сил, действующих на пластину, влияет угол установки пластины в роторе насоса, а также отношение наибольшей длины выступающей из ротора части пластины к наименьшей длине части пластины, находящейся в пазу ротора ( $l_1/l_2$ ).

Разработана программа для автоматического исследования конструктивных условий установки пластин пластинчатого насоса, реализованная с помощью программной оболочки Delphi 7 и программы построения трехмерных графиков исследования Serfer.

Были произведены расчеты на разные входные параметры. В результате автоматически построены графики зависимости величины сил, действующих на пластину и выявлена следующая зависимость: с увеличением отношения  $l_1/l_2$  и с уменьшением угла установки пластины силы, действующие на пластину, увеличиваются, что, в свою очередь, приводит к увеличению износа деталей насоса (пластин и пазов ротора). Также исследование графиков показывает, что с увеличением ширины пластины и давления нагнетания значения сил, действующих на пластину, увеличиваются.

Разработанная программа обладает интуитивно-понятным интерфейсом, требует ввода минимального числа исходных данных с проверкой их корректности при вводе. Результаты исследования представлены в текстовом виде, а также в виде графиков, анализ которых является наглядным подтверждением результатов автоматического исследования.

## ЗАСТОСУВАННЯ ПАТТЕРНІВ ПРОЕКТУВАННЯ ПРИ РОЗРОБЛЕННІ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

Давидов Д.О., студент

При проектуванні складних систем надзвичайно актуальним є питання повторного використання коду. Це в окремих випадках дозволяє значно скоротити час на проектування, виключивши можливість перепроєктування частин системи, що мають однакові або подібні риси у структурі, поведінці чи зовнішньому відображенні.

Застосування паттернів проектування дозволяє відокремити модель від реалізації та дизайну, що дає змогу замінити будь яку з цих складових без перепроєктування інших, більш того – надає унікальну можливість виконувати цю заміну безпосередньо під час виконання коду. Зокрема використання паттерну MVC (Model – View – Control) дозволяє вирішувати біля 70% прикладних задач при проектуванні. Його суть полягає у розділенні блоків коду, що відповідають за стан проєктованого об'єкту, його вигляд та поведінку. Це надає конструктору не тільки можливість економити час при проектуванні, а і створює надзвичайно гнучкий засіб для побудови складних систем керування та обробки даних.

Стосовно розробки веб-програми, якою є інформаційно-методичний комплекс підтримки дипломного проектування, застосування об'єктно-орієнтованої моделі надало можливість оптимізувати роботу ресурсу, зокрема тим, що елементи, які не використовуються під час поточної сесії доступу, не завантажуються у сценарій, що дещо пришвидшило роботу програми та зекономило системні ресурси.

При реалізації даної схеми були виділені та абстраговані базові складові системи чи окремих її елементів (створення базових класів та інтерфейсів), та побудовано на основі цих елементів розгалужену систему моделей конкретних об'єктів, що мають конкретні механізми їх реалізації (наслідування базових класів та інтерфейсів). Окрім того, така об'єктно-орієнтована модель системи дозволяє виключити повторюваність коду, а відтак – його повторного перевантаження, що є актуальним у системах, критичних за обсягом пам'яті.

Саме використання базових інтерфейсів надало змогу подальшого проектування без знання конкретних подробиць реалізації та врахування їх особливостей. Таким чином реалізується, наприклад, незалежність системи від платформи, на яку вона встановлюється.

Саме така розмежованість коду дозволяє змінювати структуру, поведінку чи зовнішній вигляд системи прямо під час її роботи за рахунок інтерактивної заміни відповідних складових (Just In Time Compilation), що робить систему надзвичайно гнучкою, та підвищує її пристосовуваність та ефективність.

Керівник: ст. викладач Салтикова О.І.

## СТВОРЕННЯ ВІРТУАЛЬНОГО КОНСТРУКТОРСЬКОГО БЮРО НА ОСНОВІ GRID-ТЕХНОЛОГІЙ

Дикун Є.М., студент

Вирішити проблеми складних інженерних та наукових обчислень можна вдосконалюючи обладнання або використовуючи розподілену обчислювальну інфраструктуру основі GRID-технології. Основною ідеєю GRID-технології є централізований розподіл ресурсів, прямий доступ до обчислювальних потужностей, програмного забезпечення, даних, периферійного устаткування. GRID-технології дозволяють економити кошти на експлуатації систем та використання в якості її елементів дешевих комп'ютерів та операційних систем.

Віртуальне конструкторське бюро виконано у вигляді GRID-порталу. Цей програмний комплекс реалізує систему масового обслуговування (СМО) потоку замовлень.

Метою даної роботи є аналіз ефективності функціонування GRID-порталу та програмна реалізація паралельних обчислень.

В результаті виконання роботи вирішені такі задачі:

- проаналізовані та описані підходи до крупноблочного розпаралелювання обчислювального методу;
- виконана оптимальна декомпозиція СМО на підзадачі;
- проведений аналіз показників швидкості роботи застосування на «тонкому» клієнті;
- виконано оптимізацію роботи та підготовку застосування порталу до глобальної мережі;
- визначено оптимальну кількість багатопоточних каналів,
- визначено вузькі місця в роботі багатопоточного застосування та усунути їх;
- перевірено точність та ефективність програмної реалізації.

У розробленому програмному комплексі завдяки відкритій об'єктно-орієнтованій архітектурі можна змінювати та доповнювати властивості його компонентів.

Керівник: доцент Шендрик В.В.

## РЕАЛІЗАЦІЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СЕРВЕРА ТА ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

Ткаченко В.В., *студент*; Зайков Д.О., *студент*;  
Дзигуненко Д.О., *студент*

На основі аналізу роботи локальної мережі та серверного обладнання секції ІТП виявлені проблеми, пов'язані з захистом інформації від несанкціонованого доступу до локальних та мережевих дисків; створенням оптимальної конфігурації комп'ютерної мережі; захистом мережі від можливості зараження комп'ютерними вірусами; розподілом доступу до мережевих ресурсів та Інтернет-трафіку між користувачами локальної мережі; налаштуванням автоматичного оновлення операційної системи та програмного забезпечення; забезпечення можливості використання персонального робочого місця для доступу великою кількістю користувачів.

Метою даної роботи є підвищення ефективності роботи локальної мережі секції ІТП з урахуванням існуючих проблеми та обрання оптимальних шляхів їх вирішення.

В ході виконання роботи авторами були скореговані та оптимізовані параметри локальної мережі та серверу, а саме:

- виконано налагодження серверу DHCP, що дозволяє комп'ютерам у мережі автоматично отримувати параметри мережевого підключення;
- виконано налаштування WINS серверу для можливості використання NET BIOS імен у локальній мережі;
- виконано налаштування DNS серверу, що дозволяє використовувати систему доменних імен у масштабі локальної мережі;
- реалізовано налаштування глобальних політик безпеки, та здійснено використання Active Directory у якості інструменту розмежування прав доступу до параметрів системи для викладачів та студентів;
- налаштований захист файлової системи від комп'ютерних вірусів за допомогою комплексу антивірусного забезпечення NOD32;
- для обмеження використаного трафіку, а також регулювання мережевих потоків та доступу до них здійснено розподіл Інтернет-трафіку за допомогою системи Kerio VPN та Kerio Firewall;
- реалізоване автоматичне оновлення компонентів Windows у локальній мережі за допомогою загальноуніверситетського серверу оновлень WSUS;
- використання розподіленої файлової системи для налагодження можливості доступу до віддалених мережевих каталогів через єдиний сервер.

Керівник: доцент Шендрик В.В.

## ГРУППОВАЯ IP-АДРЕСАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИИ, ЕЁ ПОДДЕРЖИВАЮЩИЕ

Заговора О.В., студентка

В последнее время широкое распространение приобрели мультимедиа трансляции и видеоконференцсвязь. При использовании традиционной технологии пропускной способности существующих каналов хватает для установления связи только с ограниченным количеством получателей. Групповая адресация снимает это ограничение.

Сегодня большая часть сетевого трафика пересылается в режиме одноадресной или широковещательной передачи. IP-адрес назначения одноадресного пакета указывают на единственную систему – получатель, в то время как адрес назначения широковещательных пакетов – это все хосты подсети.

Групповой адрес (multicast address), в отличие от широковещательного, применяется при обращении к выделенной группе хостов некоторой физической сети или группы сетей.

Основная идея групповой маршрутизации состоит в том, что маршрутизаторы, обмениваясь друг с другом информацией, строят пути распространения пакетов ко всем необходимым подсетям без дублирования и петель. Каждый из маршрутизаторов передает принимаемый пакет на один или несколько других маршрутизаторов, избегая тем самым повторной передачи одного и того же пакета по одному каналу и доставляя его всем получателям группы. Поскольку состав группы со временем может меняться, вновь появившиеся и выбывшие члены группы динамически учитываются в построении путей маршрутизации.

Главное преимущество IP Multicast – способность адресовать видео- и аудиопоток практически неограниченному количеству пользователей. А недостаток состоит в том, что пользователи остаются пассивными зрителями. С одной стороны, IP Multicast позволяет расширить аудиторию для видеосвязи, а с другой стороны, теряется одно из ключевых свойств видеоконференции – интерактивность.

Многоадресная передача полезна когда необходимо, чтобы много пользователей получали один и тот же поток видеoinформации в одно и то же время и при одинаковых разрешении и частоте смены кадров. В системах видеонаблюдения такая необходимость возникает редко, но в области внутрикорпоративных коммуникаций или в обучающих системах рассматриваемая функция весьма полезна. В сетях, полностью построенных на инфраструктурном оборудовании Cisco многоадресная передача будет не эффективна, если использовать коммутаторы низшего класса.

Для организации полноценного сервера вещания необходимо иметь достаточно дорогой комплекс оборудования, зато принимающая сторона может обойтись лишь программой просмотра.

Общепризнанный лидер в этой области – проект Cisco IP/TV. Однако во многих случаях можно обойтись без дорогого сервера вещания, заменив его обычным аппаратным кодеком, совместимым с Cisco IP/TV. Например, используя самый экономичный кодек VCON Escort 25 и Cisco IP/TV Viewer, можно устроить мини-студию для сетевого вещания изображения, получаемого через видеокамеру или с видеомagneтофона. При совместном использовании этих продуктов терминалы могут служить источником видеозображения, передавая данные на любой персональный компьютер, где установлена программа просмотра Cisco IP/TV Viewer.

Передача видеоинформации высокого качества большому числу потребителей – это одна из основных проблем распределенных систем видеонаблюдения. Подключение нескольких автоматизированных рабочих мест (АРМ) мониторинга к видеосерверу в режиме “точка-точка” приводит к повышенной нагрузке на сеть и регистраторы. В результате ухудшается работа системы видеорегистрации и снижается качество получаемых видеоданных.

Другая известная технология NetScale лишена указанных выше недостатков. Сервер NetScale устанавливает одно-единственное соединение с видеосервером и передает изображение для каждого пользователя с нужным разрешением и необходимой частотой кадров. Это дает возможность строить легко масштабируемые распределенные системы видеонаблюдения с оптимальным управлением видеопотоками и высоким качеством видеоданных. В отличие от технологии многоадресной рассылки видеоданных эта технология позволяет автоматически адаптировать передаваемую информацию к доступной полосе пропускания сети. Если у каких-то потребителей недостаточно ширины канала для получения всего видеопотока, сервер NetScale снижает частоту передачи кадров индивидуально для каждого потребителя, при этом сами кадры передаются без каких-либо искажений или артефактов.

Суть технологии VCON Interactive Multicast состоит в том, что каждый участник конференции попеременно может транслировать свое видео и аудио в режиме групповой адресации (IP Multicast).

В результате сравнительного анализа сделан вывод, что технология VCON Interactive Multicast обеспечивает интерактивность без снижения эффективности использования полосы пропускания сети. Эта технология позволит организовать курс дистанционного обучения более эффективно путем внедрения групповых занятий и интерактивного общения.

Руководитель: ассистент Щеглов С.А.

## **СЕКЦІЯ 3**

# **«МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ»**

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ МЕТОДОМ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ

Дмитриев А.В., *студент*; Князь И.А., *ст. преподаватель*

Интенсивная урбанизация поставила перед человечеством новые задачи: увеличение объёмов транспортных потоков, повышение их надёжности, безопасности и качества, снижение заторов, перераспределения грузопотоков между видами транспорта и распределения транспортных потоков. Поэтому неудивительно, что за последние двадцать лет появилась масса научных публикаций посвященных данной тематике.

В данной работе рассмотрена трёхфазная модель транспортных потоков, которая наиболее точно способна описать движение автомобилей в плотном городском потоке. Главной особенностью данной модели является наличие фазовых состояний, таких как свободный поток, движущиеся пробки и заторы, что приближает её к реальности. Для реализации состояний и динамики системы был выбран метод клеточных автоматов. Простота метода позволяет добавлять большое количество элементов в систему. Наличие простых правил позволяет без трудности реализовывать алгоритм модели без потери её качества.

Данная работа посвящена исследованию процесса образования транспортных заторов на дорогах с однополостным движением в результате работы светофора и возникновения препятствий на дороге.

Результаты моделирования показали, что данный метод хорошо описывает процессы внутри транспортного потока. Поэтому данная модель может быть применена для поиска оптимального времени работы светофора в режимах зелёного и красного света, а также для изучения процесса образования пробок и поиска решений для их предотвращения.

В дальнейшем планируется рассмотреть примеры с многополостными дорогами, заездами на автостраду, сужениями дороги.



## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВИДА МОДЕЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПО ИХ ВРЕМЕННОМУ РЯДУ

Чеманов Д.О. *студент*; Князь И.А., *ст. преподаватель*

Задача восстановления модельных уравнений динамических систем по их временным реализациям в последнее время широко обсуждается в литературе. Используемые методики обычно ориентированы на построение модели в универсальном виде (система диф. уравнений с правой частью в виде полинома). Но такая модель во многих случаях не обладает свойством глобальной устойчивости, ее параметры многочисленны и им трудно придать физический смысл. Поэтому представляется целесообразным выделять некоторые классы систем и разрабатывать для них специфические процедуры построения моделей.

В данной работе мы восстанавливаем исходный вид модели цепочки связанных осцилляторов, на каждый из которых действует вынуждающая внешняя сила.

$$a_i \frac{d^2 x_i}{dt^2} + b_i \frac{dx_i}{dt} = f_i(x_i) + D(x_{i+1} - 2x_i + x_{i-1}),$$

где  $a_i, b_i, D$  – численные коэффициенты.

Для восстановления параметров модели (вид внешней силы, частота, амплитуда, коэффициент связи между осцилляторами) мы используем временные реализации колебаний всех элементов цепочки. Если построить зависимости  $a_i \ddot{x}_i + b_i \dot{x}_i - D(x_{i+1} - 2x_i + x_{i-1})$  от  $x_i$  (вторая и первая производные определяются разностной аппроксимацией по реализации  $x_i$ ), то, как следует из уравнения, они воспроизведут зависимость  $f_i$ . Поскольку величины  $a_i, b_i, D$  неизвестны, мы перебираем различные их значения, добиваясь однозначных зависимостей на исследуемых плоскостях.

Эффективность метода продемонстрирована на различных примерах хаотических временных рядов цепочек связанных осцилляторов.

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ГЛОБАЛЬНОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ ДО ЗАДАЧІ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ ПЕРЕДАЧІ ЇЇ ПО ЛІНІЯМ ЗВ'ЯЗКУ

Артюшенко А.В., студент; Князь І.О., ст. викладач

Одним із популярних напрямків у сучасній нелінійній динаміці є задача реконструкції математичної моделі динамічної системи за отриманою часовою реалізацією змінної стану системи. Основна ідея методу реконструкції полягає у наступному: фазовий портрет аттрактора динамічної системи може бути відновлений за скалярним часовим рядом  $x^j = x(i\Delta t)$ , якщо у якості відсутніх координат вектора стану використовувати той самий часовий ряд  $x^j$ , узятий з деяким запізненням. У даній роботі ми застосовуємо методику глобальної реконструкції для розв'язку задачі захисту інформації при передачі її по лініям зв'язку.

Розглянемо деяку систему

$$d\vec{x} / dt = \vec{F}(\vec{x}, \vec{\lambda}), \quad (1)$$

де  $\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  – вектор станів,  $\vec{\lambda} = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m)$  – вектор параметрів. Будемо здійснювати відносно повільну модуляцію довільного числа параметрів інформаційними (корисними) сигналами  $\vec{\lambda}(t)$ , тобто уведемо до розгляду змінні величини  $\vec{\lambda} = \vec{\lambda}_{const} + \vec{\lambda}(t)$ , що дозволить реалізувати одночасну передачу де-кількох повідомлень. У цьому випадку сигнал, що передається по каналу зв'язку, наприклад,  $x_1(i\Delta t)$  генерується неавтономною динамічною системою вигляду  $d\vec{x} / dt = \vec{F}(\vec{x}, \vec{\lambda}_{const} + \vec{\lambda}(t))$ . Для розв'язку задачі синтезу за одновимірною реалізацією система (1) має бути зведеною до вигляду

$$\begin{aligned} dx_1 / dt &= x_2, & dx_2 / dt &= x_3, \\ dx_n / dt &= f(x_1, x_2, \dots, x_n, \vec{\lambda}), \end{aligned} \quad (2)$$

де  $f$  – нелінійна функція. Застосовуючи техніку реконструкції до одновимірної реалізації  $x_1(i\Delta t)$ , яку можна виміряти на виході, одержувач інформації, що знає вигляд математичної моделі (1), виділяє корисні сигнали  $\lambda_i(t)$ . З цією метою йому необхідно  $n$  разів

продиференціювати (чисельно) реалізацію  $x_1(i\Delta t)$ , що дозволяє визначити ліві частини модельних рівнянь (2). У результаті задача визначення параметрів  $\bar{\lambda}$  у даний момент часу зводиться до необхідності розв'язку алгебраїчного рівняння з деяким числом невідомих.

Зазначимо, що розшифрувати сигнал стає практично неможливо (звичайно за відсутності інформації про модель системи), якщо у якості несучого сигналу  $x_1(i\Delta t)$  використовується хаотичний сигнал.

У якості придатної моделі генератора динамічного хаосу ми вибрали модель Лоренц

$$\frac{dx}{dt} = \sigma(y - x), \quad \frac{dy}{dt} = rx - y - xz, \quad \frac{dz}{dt} = -bz + xy \quad (3)$$

де  $\sigma$ ,  $r$ ,  $b$  – параметри. У якості сигналу, що буде передаватися по лініям зв'язку ми вибираємо змінну  $x$ . Проводячи заміну змінних ( $x_1 = x$ ,  $x_2 = \sigma(x_2 - x_1)$ ,  $x_3 = \sigma[(r + \sigma)x - (\sigma + 1)y - xz]$ ), ми переписуємо систему у вигляді системи трьох рівнянь (2), де функція  $f$  набуває вигляду

$$f = x_1 b \sigma (r - 1) - x_2 b (\sigma + 1) - x_3 (\sigma + b + 1) - x_1^2 x_2 - \alpha x_1^3 + \frac{x_2 ((\sigma + 1)x_2 + x_3)}{x_1}$$

У якості прикладу задачі шифрування інформації ми передаємо по каналу зв'язку чорно-біле зображення, кожний піксел якого ми шифруємо за допомогою параметра  $b$ . При цьому діапазон зміни параметру  $b$  розбивається на декілька піддіапазонів, кожному з яких відповідає градація відтінку кольору зображення. Розміри графічного зображення ми пересилаємо за допомогою параметрів  $\sigma$  та  $r$ . Сигнал  $x$  у каналі представляє собою хаотичний набір точок. Використовуючи дискретний набір точок  $x$  ми чисельно розраховуємо другу похідну у різні моменти часу, тобто визначаємо ліву частину третього рівняння системи (2). Далі чисельно розв'язуємо отримане алгебраїчне рівняння, визначаємо невідомі параметри  $b$ ,  $\sigma$  та  $r$  та за таблицею піддіапазонів для  $b$  відновлюємо колір поточного пікселя.

## ИНДУЦИРОВАННЫЕ ШУМОМ ПЕРЕХОДЫ В ГЕНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ С ЦВЕТНЫМ ШУМОМ

Антоненко О.А., студентка; Князь И.А., ст. преподаватель

Индукцированные шумом переходы последние два десятилетия широко обсуждаются в литературе [1, 2]. Ярким примером подобного явления являются индуцированные белым шумом переходы в генетической модели

$$\dot{x} = \frac{1}{2} - x + \lambda x(1-x), \quad (1)$$

где  $\lambda = \tilde{\lambda} + \sigma \xi$  – управляющий параметр,  $\xi$  – белый шум. При изменении интенсивности шума  $\sigma$  наблюдается “нелогичный” эффект: плотность вероятности  $P(x)$  вместо того, чтобы расплыться в окрестности точки  $x = 1/2$ , приобретает новый экстремум.

Возникает вопрос: возможны ли подобные эффекты в реальных физических системах? Поскольку реальные шумы всегда цветные, мы модифицируем модель (1), меняя белый шум на цветной. В качестве модели цветного шума  $\zeta$  выбирается процесс Орнштейна-Уленбека

$$\tau \frac{d\zeta}{dt} = -\zeta + \xi(t), \quad (2)$$

где  $\tau$  – время корреляции. Путем аналитических преобразований мы свели систему (1)-(2) к одному уравнению с белым шумом, что позволило нам получить уравнение Фоккера-Планка и рассчитать стационарную плотность вероятности  $P(x)$ .

Полученные результаты согласуются с экспериментом в ограниченном интервале времени корреляции. Увеличение интенсивности шума приводит к индуцированным шумом переходам.

1. Олемской А.И., УФН **168**, 287 (1998).
2. Харченко Д.О., Князь И.А. Металлофиз. и новейш. технол. **24**, №3, 405 (2002).

## ПРИМЕНЕНИЕ СТОХАСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ЗАДАЧАХ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Михайленко Р.И., *студент*; Князь И.А., *ст. преподаватель*

Долгое время не было теоретически обоснованного алгоритма для обучения *многослойных* искусственных нейронных сетей. А так как возможности представления с помощью однослойных нейронных сетей оказались весьма ограниченными, то и вся область в целом пришла в упадок. Разработка алгоритма обратного распространения сыграла важную роль в возрождении интереса к искусственным нейронным сетям. Обратное распространение – это систематический метод для обучения многослойных искусственных нейронных сетей. Он имеет солидное математическое обоснование. Обратное распространение использует разновидность градиентного спуска, т.е. осуществляет спуск вниз по поверхности ошибки, непрерывно подстраивая веса нейронов в направлении к минимуму. Поверхность ошибки сложной сети сильно изрезана и состоит из холмов, долин, складок и оврагов в пространстве высокой размерности. Сеть может попасть в локальный минимум (неглубокую долину), когда рядом имеется гораздо более глубокий минимум. В точке локального минимума все направления ведут вверх, и сеть неспособна из него выбраться.

В данной работе мы предлагаем метод, объединяющий стохастические методы с градиентным спуском обратного распространения и приводящий к системе, которая находит глобальный минимум, сохраняя высокую скорость обратного распространения. В процессе обучения сети предлагается случайным образом изменять веса входов, т.е. “портить” целевую функцию, что позволяет вырваться ей из локального минимума. При этом случайное изменение может привести к минимизации целевой функции. Показано, что коррекция весов, равная сумме, вычисленной алгоритмом обратного распространения, и случайный шаг, задаваемый стохастическим алгоритмом, приводят к системе, которая сходится и находит глобальный минимум быстрее, чем система, обучаемая каждым из методов в отдельности.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ И ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ В СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛИ ПАРСОНСА

Мироненко О.С., студент; Карпуша В.Д., доцент

В качестве управляющего параметра (он нужен для исследования цикличности) возьмем уровень *пассионарного напряжения* (характеристику этноса), так как социальная система контролируется (в рамках нашей теории) только этническими факторами.

Пассионарное напряжение – пассионарность, приходящаяся на одного члена общества.

Построим систему так, что бы при достижении какого-то уровня Пассионарного напряжения система, потеряв устойчивость стационарного равновесия, обретала новое циклическое состояние (примерно через 70-100 лет после начала отсчета).

Политическую, экономическую систему, социетальное сообщество и систему поддержания институциональных этнических образцов будем описывать функциями  $G(t)$ ,  $E(t)$ ,  $K(t)$  и  $D(t)$  соответственно, возрастание которых означает усиление интегрирующих общественных сил, а их убывание – ослабление

Развитие политической системы опишем уравнением:

$$\frac{dG}{dt} = G_G + G_E + G_K$$

Динамика *экономики* описывается следующим дифференциальным уравнением:

$$\frac{dE}{dt} = E_E - E_G - E_k$$

где  $E_E = k_{EE}(e^{\delta P - \delta_1} - 1)E$  – усилия людей по развитию экономики (чем больше пассионарного напряжение  $P$ , тем более действенны эти меры, причем на начальном этапе эти меры сказываются отрицательно, так как  $e^{\delta P - \delta_1} - 1 < 0$ , а далее позитивно  $e^{\delta P - \delta_1} - 1 > 0$ ).

Динамику социетального сообщества опишем следующим уравнением:

$$\frac{dK}{dt} = K_G - K_k - K_d$$

Развитие системы поддержания институциональных этнических образцов опишем уравнением:

$$\frac{dD}{dt} = D_G - D_d - D_k$$

Таким образом, мы получили систему:

$$\begin{cases} \frac{dG}{dt} = k_{GG}(e^{\delta P - \delta_1})G + k_{GE}e^{-\mu E + \mu_1}E + k_{GK}(P - P_1)(K + D)G \\ \frac{dE}{dt} = k_{EE}(e^{\delta P - \delta_1})E - k_{EG}e^{-\eta E + \eta_1}G - k_{EK}(P - P_2)(K + D)E \\ \frac{dK}{dt} = k_{KG}(G^2 + E^2) - k_{KK}e^{-\gamma K + \gamma_1}KP - k_{KD}D^2 \\ \frac{dK}{dt} = k_{DG}G^2 - k_{DD}e^{-\omega D + \omega_1}DP - k_{KD}K^2 \end{cases} \quad (1)$$

При исследовании системы (1) установлено, что появляется цикл в развитии общества и что новое циклическое состояние общественного равновесия устойчиво (при определенных условиях на коэффициенты).

Социальная система не статична, а постоянно в движении, то есть, достигнув некоторого уровня, кривые периодически колеблются около этого уровня с постоянной амплитудой. Социальная система через некоторое время приходит к равновесию.

Построенные модели реализованы численно. Исследование социальной системы показало адекватность реализованных алгоритмов. Модельные кривые обладают свойством устойчивости при некоторых ограничениях на коэффициенты, присутствующие в уравнениях движения.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МАЛЫХ СОЦИАЛЬНЫХ ГРУПП

Волохова Е.С., студентка; Карпуша В.Д., доцент

Модель, которая описывает обмен товаров с различной долговечностью друг на друга:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = \alpha_1 - \alpha_2 xy - \alpha_3 x, \\ \frac{dy}{dt} = \beta_1 - \beta_2 xy - \beta_3 y, \end{cases}$$

Исследование этой системы уравнений проводится с точки зрения получения устойчивых решений. При этом исследуется также бифуркация слияния двух положений равновесия (седла и устойчивого топологического фокуса) с образованием одного положения равновесия (седла или устойчивого топологического фокуса). В этом случае рассматриваемая модель переходит в модель:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = \alpha_1 - \alpha_2 xy, \\ \frac{dy}{dt} = \beta_1 - \beta_2 xy - \beta_3 y, \end{cases}$$

в которой величина  $c_0 = \alpha_2/\beta_2$  играет роль цены как денежного выражения стоимости:

$$c = \frac{\alpha_1 \alpha_3 x}{\beta_1 \beta_3 \tilde{y}}$$

С другой стороны, из эмпирических соображений следует, что цена является частным случаем ценности. Поэтому, чтобы обобщить понятие цены до ценности, нужно принять, что ценность проистекает из обмена тоже. При этом за основу возникновения ценности из цены возьмем обратный переход, идущий от второй модели к первой



модели. В этом случае будем считать, что исходная модель описывает обмен произвольных факторов друг на друга, а величины  $c_1 = \alpha_1/\beta_2$ ,  $c_2 = \alpha_2/\beta_1$ , назовем ценностями факторов одного по отношению к другому. Учитывается также бифуркация седла и устойчивость топологического фокуса.

Отметим, что величины  $\alpha_1$  и  $\beta_1$  интерпретируются как постоянные интенсивности притоков ценностных факторов в сферу взаимодействия;  $-\alpha_2 x y$  и  $-\beta_2 x y$  – как оттоки ценностных факторов вида  $x$  и вида  $y$  соответственно из сферы взаимодействия в результате обмена. Величины  $-\alpha_3 x y$  и  $-\beta_3 x y$  имеют различный социологический или экономический смысл в зависимости от типов ценностных факторов. Так, например, если  $x(t)$  и  $y(t)$  – знаки внимания супругов в семье, то величины  $-\alpha_3 x$  и  $-\beta_3 y$  представляют собой оттоки знаков внимания в результате забывчивости супругов их оказывать. Таким образом, в нашем представлении знаки внимания супругов обладают ценностью, а, следовательно, обладают ценностью и сами супруги в глазах друг друга. Ценности  $c_1$  и  $c_2$  удовлетворяют соотношению вида:

$$c_1 c_2 = 1$$

Это соотношение при определенных условиях можно обобщить на соотношение вида:

$$c_k^1 c_l^k c_n^m c_l^n = 1,$$

которое часто используется в социологических исследованиях.

В работе проведено моделирование социологического эксперимента, в результате которого решены указанные в работе системы дифференциальных уравнений при определенном выборе значений коэффициентов.

## АМПЛИТУДНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФОТОЭЛЕКТРОНОВ ПРИ РЕГИСТРАЦИИ НЕКОГЕРЕНТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ИДЕАЛЬНЫМ ДЕТЕКТОРОМ

Сокол Ю.Е., *студент*; Мазманишвили А.С., *профессор*

Процесс генерации фотоэлектронов в оптическом приемнике носит случайный характер. Случайность имеет место и в случае, когда регистрируется когерентное поле излучения [1]. В этом случае поток фотоэлектронов обладает свойствами пуассоновского потока, а отклик на выходе идеального фотодетектора обладает свойствами дробового шума. Вероятность появления  $n$  фотоэлектронов на заданном временном интервале  $(0, T)$  определяется когерентным полем излучения с комплексной амплитудой  $c_0$  следующим образом

$$P_n = \frac{1}{n!} (T |c_0|^2)^n \exp(-T |c_0|^2). \quad (1)$$

В работе [2] задача о распределении фотоэлектронов была рассмотрена без ограничений на когерентность излучения. Полученные в ней выражения носят приближенный характер. В настоящей работе для некогерентной компоненты излучения использована модель нормального марковского комплекснозначного процесса [3] с интенсивностью  $\sigma$  и шириной лоренцевской спектральной линии  $\nu$  излучения. В приближении этой конкретной модели оптического шума изучены вероятностные свойства потока фотоэлектронов.

Для некогерентного поля с комплексной амплитудой  $z(\tau)$  распределение вероятностей (1) необходимо доусреднить по всем её реализациям во временном интервале  $(0, T)$ . В работе получено явное выражение для производящей функции (ПФ)  $Q(\lambda)$  распределения фотоотсчетов следующего вида

$$Q(\lambda) = \langle \exp(-\lambda \int_0^T |z(\tau)|^2 d\tau) \rangle \quad (2)$$

Задача нахождения закона распределения фотоотсчетов, таким образом, сводится к нахождению производных вида

$$P_n = \frac{(-1)^n}{n!} \frac{d^n}{d\lambda^n} Q(\lambda) \Big|_{\lambda=1}, \quad n = 1, 2, \dots \quad (3)$$

Поскольку среднее число отсчетов, равное  $\langle n \rangle = \sigma T$ , может значительно превышать 1, задача (3) с точки зрения вычислительных методов является задачей определения производных произвольного порядка (возможно, большого) от функции, заданной аналитически. Для её решения воспользуемся интегральным представлением Коши для аналитической функции

$$P_n = \frac{1}{n!} \oint \frac{d\xi}{(\xi - \lambda)^{n+1}} Q(\lambda) \Big|_{\lambda=1}. \quad (4)$$

Полагая контур интегрирования в (4) окружностью единичного радиуса на  $\xi$ -плоскости с центром в точке  $\xi = \lambda = 1$  и переходя к фазе  $\varphi$  в качестве новой переменной интегрирования,  $\zeta = \exp(i\varphi)$ , запишем после преобразований

$$P_n = \int_{-\pi}^{\pi} \frac{d\varphi}{2\pi} \left\{ \cos(n\varphi) \operatorname{Re}[Q(1 + e^{i\varphi})] + \sin(n\varphi) \operatorname{Im}[Q(1 + e^{i\varphi})] \right\}, \quad (5)$$

при этом мнимая часть в (5) тождественно равна нулю.

Если поле образовано суперпозицией нормального марковского процесса с когерентным излучением с постоянной комплексной амплитудой  $c_0$ , то формулой (5) можно пользоваться, если под ПФ  $Q(\lambda)$  иметь в виду производящую функцию отсчетов аддитивного оптического поля [3].

1. Лэкс М. "Флуктуации и когерентные явления". – М.: Мир, 1970.
2. Saleh В.Е.А., Teich М.С., Proc. IEEE **70**, 229 (1982).
3. Мазманишвили А.С. "Континуальное интегрирование как метод решения физических задач". – К.: Наукова думка, 1987.

## ІМОВІРНІСНА МОДЕЛЬ РОЗРАХУНКУ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ З ВІДНОВЛЕННЯМ.

Давидова Н.О., студентка; Супрун В.Н., доцент

Нехай  $S$  – деяка складна технічна система функціонування якої забезпечується  $n$  однотипними основними елементами. Для підвищення надійності роботи системи використовується резервний елемент, який миттєво підключається у разі виходу з ладу одного з основних елементів, поки той не буде замінений на один із  $k$  запасних елементів.

Будемо вважати, що тривалість безвідмовної роботи і час відновлення окремих елементів системи розподілені за показниковим законом з параметрами  $\lambda$  і  $\mu$ . Тоді [1] функціонування системи описується системою диференціальних рівнянь виду:

$$\left\{ \begin{array}{l} P'_{n,1,k}(t) = -\lambda(n+1)P_{n,1,k}(t) \\ P'_{n,0,k}(t) = -(\mu+n\lambda)P_{n,0,k}(t) + (n+1)\lambda P_{n,k}(t) \\ \dots\dots\dots \\ P'_{n,1,k-j}(t) = -(n+1)\lambda P_{n,1,k-j}(t) + \mu P_{n,0,k-j}(t) \\ P'_{n,0,k-j}(t) = -(\mu+n\lambda)P_{n,0,k-j}(t) + (n+1)\lambda P_{n,1,k-j}(t) \\ \dots\dots\dots \\ P'_{n,0,0}(t) = -n\lambda P_{n,0,0}(t) + (n+1)\lambda P_{n,1,0}(t) \end{array} \right. \quad (1)$$

де символи  $n, i, j$  означають, що є  $n$  основних,  $i$  резервних ( $i = 0, 1, j$ ) запасних ( $j = 0, 1, 2, \dots, k$ ) елементів.

Розв'язок системи (1) дає можливість визначити цілий ряд показників, які характеризують надійність функціонування системи  $S$ .

В якості прикладу досліджується функціонування системи, коли число запасних елементів  $k = 2$ . З системи (1) знайдені імовірності

$$p_{n,i,j}(t), \text{ коефіцієнт готовності } K_T(t) = \sum_{i=0}^1 \sum_{j=0}^k P_{n,i,j}(t).$$

1. Барлоу Р, Прошан Ф. Математическая теория надежности – М.: Сов. радио, 1969 – 488 с.

## ВИВЧЕННЯ БІОМЕХАНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДОВГИХ КІСТОК СКЕЛЕТА ПІСЛЯ ПЕРЕЛОМУ

Купина М.В., *студент*; Швець У.С., *асистент*

Одним з реактивних проявів кістки, як органа, на зміну зовнішнього навантаження є перелом. Теорія про порушення кісткового балансу після травми скелету змінилася уявленням про кістки, як мобільну динамічну систему. Якість кістки визначається трьома основними параметрами: мікроархітектонікою кісткової тканини, наявністю мікроушкоджень й органічним матриксом.

Твердість – важлива характеристика кістки, але саме вона робить кістку вразливою до переломів при надлишковому навантаженні. Так, механічні властивості кістки залежать від виду та типу навантаження. Пружні властивості кістки під час деформації розтягання-стискання, вигину й крутіння різні вздовж вісі кістки.

Зниження міцності кісток призводить до збільшення ризику їх переломів. Відомо, що кісткова маса або мінеральна щільність кісткової тканини – це важливий предиктор ризику переломів кісток. Кісткова міцність залежить не тільки від обсягу кісткової тканини, її архітектоніки, але й від середнього значення ступеня мінералізації кісткового матриксу. Тому особливий інтерес викликає вивчення функціонального і морфологічного стану кісткової тканини, знання яких дозволило б опанувати процесом остеогенезу для керування ним в інтересах медичної практики.

Мета дослідження – визначити особливості біомеханічних параметрів довгих суцільних кісток скелету та кісток, з модельованим переломом в середній третині діалізу, на базі біологічної моделі щурів.

В представленій роботі були досліджені показники міцності кісток скелету на певних стадіях репаративного остеогенезу двох груп тварин: експериментальній та контрольній. Піддослідні тварини були розділені на 2 серії: I серія (контрольна група) була представлена 10 щурами; II серія (експериментальні тварини після остеотомії в асептичних умовах на 1, 5, 14 і 21 добу по 6 тварин у кожній) – 24 щурами. До дослідної групи були відібрані безпородні щури – самці, з масою тіла 150–200 г. Експерименти проводилися у ранковий час (8–10 година) з метою виключення впливу добових ритмів фізіологічних і біохімічних процесів. Травми правої стегнової

кістки завдавалися наступним чином: за 30 хвилин до початку операції вводилася тваринам внутрішньом'язово профілактична доза ампіциліну (7,5 мг/кг); під ефірним наркозом виконувався поздовжній розріз завдовжки 0,8 – 1,5 см; поперечного перелому діафізу завдавали зубним диском на глибину 2 мм на межі проксимальної та центральної третини діафізу стегнової кістки. Операційну рану закривали шкірним швом.

Механічні властивості кісткової тканини до і після остеотомії вивчалися за допомогою виміру мікротвердості компактної тканини стегнової кістки щурів на приладі ПМТ-3 при постійному навантаженні 50 г і тривалості дії індентора – 5 секунд. Число мікротвердості  $H$ , кгм/мм<sup>2</sup> визначалося за формулою:

$$H = P \cdot 1,854/d^2,$$

де  $P$  – навантаження на піраміду, кг;  $d$  – середнє арифметичне довжини обох діагоналей відбитка після зняття навантаження, мм.

В умовах експерименту навантаження становило 50 г, час підведення і час навантаження індентора – 5 сек. Юстировка приладу проводилася на еталоні свіжого відколу кристала повареної солі, який мав значення величини твердості 19 – 21 кг/мм<sup>2</sup> при будь-якому навантаженні від 5 до 50 г.

Отримані експериментально числові значення величин були оброблені статистично. Вірогідність різниці результатів між експериментом і контролем оцінювалась з використанням критерію Стьюдента, достатньою вважалася вірогідність помилки менше 5% ( $p < 0,05$ ).

Під час проведених досліджень було встановлено, що реакція кісткової тканини на стресові фактори «біомеханічної природи» відображається в зниженні значення мікротвердості кістки по відношенню до недеформованої, що пояснюється виходом мікроелементів. Різке зниження значення мікротвердості кістки внаслідок перелому поступово підвищується в ході процесів репарації і сягає свого максимального значення на 5 добу спостереження, після чого залишається незмінним.

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ БОЛЬНЫХ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА ПОЖИЛОГО И СТАРЧЕСКОГО ВОЗРАСТОВ НА ОСНОВАНИИ АНАЛИЗА СИСТЕМЫ ФАКТОРОВ РИСКА**

Бороденко А.А., *студент*; Швец У.С., *асистент*

Одной из актуальных проблем в кардиологии последних десятилетий является профилактика ишемической болезни сердца (ИБС) путем воздействия на факторы риска (ФР) этого заболевания. Известен целый ряд ФР, способствующих развитию ИБС. К наиболее изученным относятся артериальная гипертензия, ожирение, гиперхолестеринемия, курение, малоподвижный образ жизни.

Европейским обществом кардиологов составлены таблицы, в которых учитываются такие факторы, как пол пациента, курение, возраст, уровень артериального давления (АД), уровень холестерина. Эти показатели выражаются в процентах и указывают на вероятность развития осложнений ИБС или летального исхода за десять лет. Оценка этого суммарного риска является решающей для определения тактики профилактических и лечебных мероприятий. В качестве величины, указывающей на необходимость активных профилактических и лечебных мероприятий, принят риск в 20% за десять лет. Особенно важное значение эти факторы риска приобретают у пациентов, уже страдающих ИБС. Однако в практической медицине для большинства больных с ИБС или с многочисленными факторами риска развернутое исследование липидного профиля не проводится или проводится не в полном объеме.

Среди причин смертности от болезней системы кровообращения ИБС занимает первое место, составляя почти половину всех причин смертности. По данным Американской ассоциации сердца, смертность от ИБС составляет 49%, при этом смертность от ревматических и врожденных пороков составляет по 1%, от хронической сердечной недостаточности и гипертонической болезни – по 5%, инсультов – 17%.

Целью данной работы была оценка состояния больных ИБС, учитывая основные факторы риска, а также степень их влияния. Актуальность проведенных исследований состояла в том, что полученные результаты могут быть направлены на улучшение качества жизни пациентов пожилого и старческого возрастов.

В настоящей работе было проанализировано состояние 78 больных, из которых женщин – 38,5% (30 человек), мужчин – 61,5% (48 человек) в возрасте от 60 до 82 лет (пожилой, старческий возраст), имеющих в анамнезе ишемическую болезнь сердца. Также были определены социально-демографические, антропологические, клинические и некоторые лабораторные характеристики. Жители города составили 62,8% (49 человек), села – 37,2% (29 человек). Для расчета индекса массы тела (ИМТ) измерялись такие антропологические характеристики, как рост и вес. Были учтены данные биохимических анализов крови и мочи.

В результате проведенных исследований было выявлено, что все пациенты имели один или несколько факторов риска атеросклероза. У 67,9% (53 человек) пациентов наблюдалась гипертензия. Среди жителей села гипертензия встречалась чаще, а именно в 79,3% (23 человека) случаев. Было выяснено, что у лиц старческого возраста гипертензия наблюдалась в 78,8% случаев, а у больных пожилого возраста – 57,7% случаев. Количество больных с гипергликемией составило 43,6% (34 человека), что свидетельствует о инсулинорезистентности или нарушении толерантности к глюкозе. Для расчета триглицеридов был проведен анализ крови 26 пациентов, который показал, что у 42,3% (11 человек) больных наблюдалась гипертриглицеридемия. Расчеты ИМТ позволили сделать выводы, что 14,1% (11 человек) пациентов имели избыточный вес, 53,8% (42 человека) имели ожирение первой степени, 19,2% (15 человек) – ожирение второй степени, 11,5% (9 человек) – третьей степени. У женщин значение ИМТ незначительно выше, чем у мужчин.

Таким образом, в ходе проведенных исследований у одно и того же пациента чаще всего выявлялись два или более факторов риска. При этом следует отметить, что даже если каждый в отдельности показатель увеличен незначительно, то наличие нескольких факторов риска одновременно существенно повышало вероятность развития сердечно-сосудистых заболеваний. На основании полученных данных возможным является получить эмпирическую зависимость, позволяющую оценить состояние здоровья больного ИБС, что является существенным.



## **ВЛИЯНИЕ ВНУТРЕННЕГО МУЛЬТИПЛИКАТИВНОГО ШУМА НА ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ СТРУКТУР В СТОХАСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ РЕАКЦИОННО-ДИФFUЗИОННОГО ТИПА**

Дворниченко А.В., *аспирантка*; Харченко Д.О., *профессор*

В равновесных системах процесс спонтанного структурообразования является следствием конкурирующих взаимодействий между элементами на разных пространственных масштабах, тогда как в неравновесных системах формирование стационарных структур обусловлено конкуренцией между различными динамическими механизмами.

В данной работе рассматривается модель реакционно-диффузионной системы с нефиковской диффузией, эффективный коэффициент которой зависит от концентрации, его форма устанавливается в зависимости от конкретной задачи. В работе была исследована эволюция системы на малых временах и найдено, что шум приводит к нестабильности в нулевом состоянии. Было показано, что стационарные структуры формируются вблизи максимума соответствующей стационарной функции распределения вероятностей. С увеличением интенсивности шума особые структуры формируются вблизи локального максимума функции распределения. Исследование показало, что при малой интенсивности шума в системе реализуется режим нуклеации, при фиксированном значении интенсивности – режим спинодального распада, при сильных шумах образуются полосообразные структуры с линейными дефектами, которые существуют в фиксированной области интенсивностей шума; сильные флуктуации разрушают структуры.

Полученные результаты могут быть применены при изучении структур в процессе абсорбции/десорбции в металлах; смещении мономолекулярного слоя молекул и в процессах преобразований микроструктуры материалов, подверженных интенсивному излучению. Можно ожидать, что формирование кластеров точечных дефектов и кластеров частиц в системе типа "вакансии+частицы", где может быть соблюдено фазовое расслоение и локальная динамика, индуцированная облучением материалов.

## ВЕРОЯТНОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ

Борисов С. С., студент; Олемской А.И., профессор

В последние годы наблюдается значительный прогресс в исследовании сложных систем, к которым относятся ферромагнетики, спиновые стекла, системы с аномальной диффузией Леви и многие другие.

В отличие от простых систем фазовое пространство сложных статистических объектов разделено на изолированные иерархически соподчинённые области. При переходе на более глубокий уровень иерархии статистический ансамбль разделяется на более мелкие подансамбли и т.д. В результате иерархически соподчинённые системы образуют ультраметрическое пространство, геометрическим образом которого является дерево Кейли. Эволюция таких систем сводится к процессу аномальной диффузии в ультраметрическом пространстве, в результате чего устанавливается стационарное распределение по иерархическим уровням, сводящееся к степенному закону Цаллиса:

$$p_l = \frac{\exp_q(-\varepsilon_l/T)}{\sum_l \exp_q(-\varepsilon_l/T)}.$$

Здесь  $\varepsilon_l$  – энергия  $l$ -го уровня,  $T$  – температура, измеренная в энергетических единицах; при заданном параметре деформации  $q \leq 1$  экспонента Цаллиса и обратный ей логарифм имеют вид:

$$\exp_q(x) := [1 + (1 - q)x]_+^{\frac{1}{1-q}}, \quad [y]_+ \equiv \max(0, y);$$

$$\ln_q(x) := \frac{x^{1-q} - 1}{1 - q}, \quad x > 0.$$

Данные определения приводят к деформированной алгебре, в рамках которой были рассмотрены различные типы иерархических деревьев, а именно: регулярное, вырожденное, дерево Фибоначчи и произвольное дерево. Были получены аналитические выражения для определения вероятности образования структуры состоящей из заданного числа уровней, а также проведено численное исследование для произвольного дерева.

**ФАЗОВЕ РОЗШАРУВАННЯ В БІНАРНИХ СТОХАСТИЧНИХ СИСТЕМАХ З БАЛІСТИЧНОЮ ДИФУЗИЄЮ**Чмирьов В.М., *студент*; Лисенко І.О., *аспірантка*

Нерівноважні процеси у сплавах, підданих радіаційному опроміненню є об'єктом активного вивчення їх властивостей та ефектів самоорганізації в них. Експериментально та чисельно встановлено, що при тривалому опроміненні сплави можуть зазнавати різного типу фазові перетворення. Опромінення призводить до дефектів, які грають визначну роль в виділенні фаз у сплавах. Випадкове розупорядкування атомів та перерозподіл, викликаний зіткненнями, відповідає за створення структурного розупорядкування у хімічно впорядкованих сплавах. Тривале формування структурного розупорядкування викликане опроміненням енергетичними частинками, що призводить до переміщення атомів з утворенням дефектів різної топології. Головний механізм опромінення, що викликає впорядкування, базується на перенасиченні точкових дефектів, що при підвищених температурах викликає прискорення атомарного впорядкування/ розупорядкування. Зміна атомної конфігурації призводить до зміни стабільності фаз. Вивчення стабільності фаз при опроміненні є дуже важливою проблемою при вивченні таких якостей металів та сплавів їх механічних властивостей, стійкості до радіаційного опромінення, тощо.

В роботі розглянуто процес формування фаз у бінарних стохастичних системах з термічною дифузією та балістичним змішуванням. Показано що існує два механізми фазового переходу: термічна дифузія та радіаційно викликані атомні заміщення. У отриманій моделі балістичне змішування призводить до випадкового нетермічного стрибка атома до найближчих та дальніх сусідів кристалічної ґратки. Досліджено динаміку структурного фактору на початкових стадіях спінодального розпаду. У рамках теорії середнього поля отримано ефективне рівняння Фокера-Планка з метою описання процесу формування фаз. Показано, що при збільшенні інтенсивності радіаційного опромінення та температури зменшується область впорядкованих фаз. Знайдено, що зростання інтенсивності зовнішніх флуктуацій приводить до реверсивного проходження фазового переходу.

## ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦЫ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ

Сайко И.Н., *студент*; Харченко Д.О., *профессор*

Численное моделирование составляет неотъемлемую часть современной фундаментальной и прикладной науки, причем по важности оно приближается к традиционным экспериментальным и теоретическим методам. Как правило, используя методы молекулярной динамики, преследуют в основном две цели. Создание моделей в молекулярной динамике не будет иметь лабораторного аналога, поэтому молекулярная динамика может обеспечить по существу точные данные. С другой стороны, моделирование можно было бы сравнить с реальным (физическим) экспериментом для проверки детальных предсказаний теории.

В методе молекулярной динамики проводится решение системы уравнений движения для  $N$  взаимодействующих частиц:

Определяем модель нашей системы как классическую, а молекулу – химически инертным шариком. Также допускаем, что сила взаимодействия любых двух молекул зависит только от расстояния между ними. Тогда потенциальная энергия определяется суммой двухчастичных взаимодействий:

$$U = V_{12} + V_{13} + \dots + V_{23} + \dots = \sum_{i < j-1}^N V_{ij}$$

где  $V(r_{ij})$  зависит только от абсолютной величины расстояния  $r_{ij}$  между частицами  $i$  и  $j$ . Наиболее важными особенностями  $V(r)$  для простых жидкостей является сильное отталкивание для малых  $r$  и слабое притяжение на больших расстояниях. Отталкивание при малых  $r$  обусловлено правилом запрета и называется отталкиванием кора. Слабое притяжение при больших  $r$  обусловлено главным образом взаимной поляризацией каждого атома. Одной из наиболее употребительных формул для  $V(r)$  является потенциал Леннарда-Джонса. Для вычисления траектории частиц используем алгоритм Верле в скоростной форме

Метод молекулярной динамики позволяет проводить численные эксперименты при постоянных температуре и (или) давлении, а не при постоянных энергии и объеме. Можно также проводить моделирование, в котором форма ячеек определяется динамикой, а не закладывается в программу. Такое моделирование существенно для изучения фазовых переходов в твердом теле из одной твердой фазы в другую, где самым важным является изменение формы кристалла.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПЕКТРОВ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПЕРЕХОДОВ**

Резниченко О.И., студентка; Шовкопляс О.А., ст. преподаватель

В современной науке теория симметрии дает надежную основу для описания, классификации и интерпретации огромного количества экспериментальных данных. К практическим аспектам теоретико-группового подхода в спектроскопии относится рассматриваемая в данной работе задача нахождения правил отбора для системы с известной группой симметрии. Матричные элементы операторов запрещенных переходов равны нулю, что позволяет судить о вероятности конкретного оптического перехода между орбиталями. Правила отбора не дают никаких сведений об интенсивностях разрешенных переходов.

При классификации молекулярных орбиталей объектом исследования является молекула. Она является устойчивой системой, которая возникает при взаимодействии составляющих её атомов. Это взаимодействие обусловлено валентными электронами, наименее прочно связанными с ядрами этих атомов. При рассмотрении строения молекулы применяют подход, который состоит в пренебрежении внутримолекулярным движением молекулы, считая ее равновесной структурой.

Реальные молекулы никогда не находятся в состоянии покоя. Применение теоретико-групповых методов является основой любого описания колебаний молекул. Первый шаг в определении симметрии динамических свойств состоит в выборе подходящего базиса. Так, при рассмотрении колебаний молекул используют векторы декартовых смещений или внутренних координат.

Тип симметрии нормальных колебаний молекулы и их число получают из группы симметрии молекулы, зная число неприводимых представлений этой группы. Каждое нормальное колебание образует базис для неприводимого представления точечной группы симметрии молекулы. Тип симметрии нормальных колебаний молекулы определяется для решения, какой из фундаментальных переходов будет наблюдаться в ИК-области, а какой – в спектрах КР. На основе правил отбора для ИК-спектров и спектров КР составлена программа, которая позволяет определить фундаментальные переходы, используя лишь таблицу характеров, соответствующую группе симметрии молекулы. На примере молекулы воды было определено, что её нормальные колебания принадлежат к неприводимым представлениям  $A_1$  и  $B_2$  точечной группы  $C_{2v}$ . Информации из таблицы характеров для  $C_{2v}$  достаточно теперь, чтобы показать, что все три типа колебаний будут наблюдаться в ИК-спектрах и спектрах КР.

## **СЕКЦІЯ 4**

# **«КІЛЬКІСНІ МЕТОДИ В ЕКОНОМІЦІ»**

## ПОСТРОЕНИЕ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ФИНАНСОВОГО РЫНКА

Листунова Л.В., студентка; Назаренко О.М., доцент

Мировая практика свидетельствует, что государственные ценные бумаги выступают главным инструментом государственных заимствований, позволяя привлекать значительные финансовые ресурсы на приемлемых условиях. В то же время рынок государственных ценных бумаг активно используется центральными банками при проведении денежно-кредитной политики с целью регуляции денежной массы, поддержки ликвидности банковской системы и уровня процентных ставок.

Следует заметить, что данная проблема становится все более важной, возникают новые аспекты использования государственных ценных бумаг в финансовой системе государства, финансовой политике правительства. Соответственно, это определяет необходимость ее всестороннего исследования.

Цель работы – исследование финансового рынка, который характеризует зависимость процентной ставки от государственного долга, дефицита государственного бюджета, прироста индекса потребительских цен и валового внутреннего продукта.

В данной работе исследуется финансовый рынок Японии. В результате построения регрессионных моделей вида:

$$Y = a_0x_0 + a_1x_1 + \dots + a_mx_m + U$$

было получено следующее уравнение:

$$Y = 6.053 - 0.084x_1 - 0.031x_2 - 0.271x_3 - 1.159x_4 - 0.020x_5 - 0.486x_6 + U,$$

при этом коэффициент детерминации:  $R^2 = 0,8753$ .

В процессе исследования был проведен корреляционный анализ системы «показатель-факторы». Было выяснено, что факторы  $P_t$  (температура прироста индекса потребительских цен за год  $t$ ),  $B_t$  (отношение объема государственного долга к ВВП за год  $t$ ),  $D_t$  (отношение дефицита государственного бюджета к ВВП за год  $t$ ),  $Z_{t-1}$  (температура прироста валового внутреннего продукта за год  $t-1$ ) значительно влияют на показатель  $R_t$ , а  $P_{t-1}$  (температура прироста индекса потребительских цен за год  $t-1$ ),  $Z_t$  (температура прироста валового внутреннего продукта за год  $t$ ) влияют незначительно.

## ПРОГНОЗНЕ ТА ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ МАКРОЕКОНОМІЧНОЇ СИСТЕМИ

Загряжська П.І., студентка; Назаренко О.М., доцент

У наші часи, зважаючи на становлення нових світових економічних відносин, які супроводжуюся зростанням впливу макроекономічної ситуації на усі сфери життя, регулярні макроекономічні прогнози є актуальними, оскільки комплексна оцінка макроекономічних показників на перспективу може надати можливість прийняти обґрунтоване рішення. Це може бути як розробка макроекономічної політики країни, так і стратегія розвитку великої компанії.

Зрозуміло, що така перспективна оцінка є однією з найважливіших дослідницьких проблем, від розв'язання якої залежить майбутнє. Розв'язання цієї задачі повинно спиратися на системний підхід, який поряд із змістовним аналізом реальних процесів включає також застосування математичних методів та економіко-математичного моделювання.

Центральною проблемою макроекономічного моделювання є специфікація та ідентифікація рівнянь руху динамічної системи. Дослідник може мати лише інформацію про значення фазових змінних та інколи керованих змінних у дискретні моменти часу із заданого проміжку.

Головною перепоною на етапі побудови моделей макроекономічних динамічних систем є параметрична ідентифікація (оцінювання невідомих параметрів).

Нехай макроекономічна динамічна система характеризується вектором-стовпцем фазових координат  $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_m)'$  з евклідового простору  $E^m$ . Дана робота спирається на методи колокації, в основі яких лежить декомпозиція траєкторії руху на базові функції: трендову, періодичну, сезонну та стохастичну складові [1].

У загальному випадку вектор фазових координат  $\mathbf{x}(t)$  подається у вигляді:

$$\mathbf{x}(t) = \mathbf{x}_{\text{ТР}}(t) + \mathbf{x}_{\text{П}}(t) + \mathbf{x}_{\text{СЕЗ}}(t) + \varepsilon(t),$$

де  $\mathbf{x}_{\text{ТР}}$  – трендова,  $\mathbf{x}_{\text{П}}$  – періодична,  $\mathbf{x}_{\text{СЕЗ}}$  – сезонна,  $\varepsilon$  – випадкова (шуми) складові траєкторії руху.

Тоді нехай існують  $m$ -вимірні часові ряди спостережень  $\{x_i, t = 1, \dots, N\}$  кожної фазової координати динамічної системи. Мета



полягає у специфікації складових розкладу та відшуканні таких параметрів декомпозиції, щоб при переведенні системи із деякого початкового стану в кінцеву бажану точку  $\mathbf{x}^*$  траєкторії фазових координат системи апроксимували реальні траєкторії  $\{x_t\}$  з найбільшою точністю.

Розглядається регресійна модель:

$$\mathbf{x}(t) = \mathbf{n}_1 + \mathbf{n}_2 f(t) + \mathbf{n}_3 \cos \omega t + \mathbf{n}_4 \sin \omega t + f(t)(\mathbf{n}_5 \cos \omega t + \mathbf{n}_6 \sin \omega t) + \varepsilon(t).$$

Тут  $\mathbf{x}_{TP}$  – трендова ( $f(t) = e^{\lambda t}$  у випадку експоненціального і  $f(t) = t$  у випадку лінійного тренду),  $\mathbf{x}_{П}(t) = \mathbf{n}_1 + \mathbf{n}_3 \cos \omega t + \mathbf{n}_4 \sin \omega t$  – періодична,  $\mathbf{x}_{СЕЗ} = f(t)(\mathbf{n}_5 \cos \omega t + \mathbf{n}_6 \sin \omega t)$  – сезонна складові (коли-вання зі змінною амплітудою);  $\mathbf{n}_i$  ( $i = 1, \dots, 6$ ) – невідомі коефіцієнти розкладу; трендовий параметр  $\lambda$  і частота коливань  $\omega$  також вважаються невідомими.

Економетрична модель розкладу є нелінійною. Оцінювання невідомих параметрів нелінійної моделі зводиться до звичайного методу найменших квадратів лінійної економетрики за допомогою обґрунтованого перебору трендового параметра та встановлення оптимальної частоти.

Рафінування моделі декомпозиції траєкторії руху проводилося за допомогою критерію Ст'юдента та використання оберненого зв'язку між рівняннями руху та регулятором системи, у якості якого вибирався основний показник прогнозування – відносна похибка прогнозу [2].

Апробація моделі проводилася на прикладі статистичних даних розвитку реальних макроекономічних систем розвинутих країн. Отримані результати свідчать про високі імітаційні та прогнозні властивості побудованих регресійних моделей. Про це свідчать досить високі значення коефіцієнтів детермінації та досить низькі значення відносних похибок прогнозу, а також якісні характеристики теоретичних кривих відносно статистичних даних.

1. Бокс Дж., Дженкінс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление (часть 1). – М.: «Мир», 1974. – 405 с.
2. Назаренко О.М. Основи економетрики: Вид. 2-ге, перероб.: Підручник. – К.: „Центр навчальної літератури”, 2005. – 392 с.

## ЗАСТОСУВАННЯ МАРКОВСЬКИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ МЕХАНІЗМУ ФОРМУВАННЯ РІВНОВАЖНОЇ ЦІНИ

Новіков О.В., *студент*; Назаренко О.М., *доцент*

Важливу роль у багатьох задачах відіграють так звані марковські випадкові процеси. У даній роботі розглянуті питання щодо формування рівноважної ціни. Зроблена спроба описати поведінку ринку за допомогою ланцюгів Маркова з неперервним часом на основі статистичних даних коливання ціни на нафту на Нью-Йоркській біржі у 1999-2008 роках.

Згідно теорії марковських процесів, якщо система  $S$  має множину можливих станів  $\{S_k\}$ ,  $k = 1, \dots, n$ , а процес зміни станів цієї системи являє собою випадковий процес, причому для всіх пар можливих станів  $S_i$  і  $S_j$  визначені щільності ймовірностей переходів  $\lambda_{ij}(t)$  і  $\lambda_{ji}(t)$ , то ймовірності станів системи  $P_k(t)$  задовольняють диференціальній системі рівнянь Колмогорова:

$$\dot{\vec{p}}(t) = \lambda(t)\vec{p}(t), \quad t \in T = [a, b].$$

Ранг матриці інтенсивностей  $\{\lambda_{ij}(t)\}_{i,j=1}^n$  дорівнює  $n - 1$ , тому систему доповнюють умовою нормування

$$\sum_{i=1}^n p_i(k) = 1, \quad k = 1, 2, \dots$$

Задача полягає у розв'язанні цієї системи диференціальних рівнянь з початковими умовами  $p_i(t_0) = p_0$ ,  $k = 1, 2, \dots$ .

За допомогою побудованої моделі був визначений час переходу системи у стаціонарний стан. Також були знайдені граничні ймовірності процесу. На основі результатів зроблений висновок, що найбільш ймовірним станом буде стан «ринку продавця», а найменш ймовірним «ринку покупця».

З економічної точки зору це зумовлено бажанням покупців отримати якомога більше товару внаслідок його знецінення. Комп'ютерні розрахунки даних Нью-Йоркської біржі нафти підтверджують правильність гіпотези про марковську властивість досліджуваного процесу.

## ЛІНІЙНО-КВАДРАТИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

Карпуша М.В., *студентка*; Назаренко О.М., *доцент*

Останнім часом багато уваги в економіко-математичному моделюванні приділяється двом напрямкам – економетричному моделюванню та методам оптимізації. Кожний з них має свої історичні цілі та методи їх вирішення, але вони майже не перетинаються в класичних економіко-математичних дослідженнях. Одними з ключових проблем економетричного моделювання є раціональний вибір функціональних форм, статистична ідентифікація та верифікація моделей. При цьому, зазвичай, метою дослідження є аналіз (імітація) і прогнозування економічного процесу.

Методи оптимізації, у свою чергу, використовують вже готові економіко-математичні моделі, не вдаючись у деталі їх побудови [1]. У зв'язку з цим суттєвою проблемою практичної реалізації економічного процесу є усунення розриву між ідентифікацією та оптимізацією. В роботі пропонується метод побудови оптимізаційної моделі при наявності лише статичної інформації, а ідентифікація та її зв'язок з оптимізацією проводиться класичними методами економетричного аналізу.

Класична задача статичної оптимізації формулюється наступним чином:

$$\begin{cases} \max F(\mathbf{x}), \\ A\mathbf{x} \leq \mathbf{b} . \end{cases}$$

Для специфікації цільової функції  $F(\mathbf{x})$  використано світовий досвід застосування функцій зі змінною еластичністю заміщення (VES-функції), дослідження яких розпочато в іноземній літературі та майже не зустрічається у вітчизняній. Перевагою цих функціональних форм є можливість оцінювання ефектів другого порядку (еластичність заміщення, закон Госсена теорії споживання, закон Тюнена теорії виробництва, тощо), що мають важливий економічний зміст [2]. Для визначення невідомих параметрів системи використовується регресійний аналіз, а також методи безумовного та умовного прогнозування.

У лінійно-квадратичних задачах (LQ-модель) статичної оптимізації цільова функція  $F(\mathbf{x})$  задається повною лінійно-квадратичною формою. В результаті отримуємо таку модель:

$$\begin{cases} \max F(\mathbf{x}) = c_0 + \mathbf{c}'\mathbf{x} + \frac{1}{2}\mathbf{x}'D\mathbf{x}, \\ A\mathbf{x} = \mathbf{b} . \end{cases}$$

При застосуванні цієї моделі на практиці виникають наступні труднощі. По-перше, параметри  $c_0$ ,  $\mathbf{c}$ ,  $\mathbf{b}$ ,  $D$ ,  $A$  моделі невідомі. По-друге, для виконання достатніх умов екстремуму матриця  $D$  повинна бути строго визначеною (від'ємно визначеною для задачі на максимум та додатно визначеною для задачі на мінімум). Також розмірність матриці  $A$  повинна бути такою, щоб система обмежень була недовизначеною, що є необхідною умовою в задачах оптимізації з лінійними обмеженнями.

Зауважимо, що можливий перехід до нового вектору інструментальних змінних  $\mathbf{z} = \ln \mathbf{x}$  і нової функції цілі  $G = \ln F$ . У цьому випадку критерій якості LQ-моделі буде подаватися транслогарифмічною функціональною формою.

Сформульована задача оптимізації розв'язується методом множників Лагранжа. При цьому як і в задачах розподілення ресурсів цільова функція має розмірність вартості, а за допомогою обмежень встановлюється значення деякої кількості (наприклад, витрат).

Для апробації побудованих моделей використовується статистична інформація по макроекономічним показникам деяких країн Європи. Імітаційні властивості економетричних моделей перевірялися за допомогою коефіцієнтів детермінації, рафінування (відкидання незначущих коефіцієнтів) моделей відбувалося за допомогою критерію Ст'юдента. Комп'ютерні експерименти продемонстрували адекватність теоретичних кривих статистичним даним і високу ефективність запропонованих алгоритмів.

1. Intriligator M.D. Mathematical optimization and economic theory. – Philadelphia, PA: Society for Industrial and Applied Mathematics, 2002.
2. Christensen L.R., Jorgenson D.W., Lau L.J. Transcendental Logarithmic Production Frontiers. The Review of Economics and Statistics, no. 55-1, 1973. – pp. 28-45.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЛЕЙНЫХ УПРАВЛЕНИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ТРАЕКТОРИЙ С ИЗЛОМАМИ

Васильев А.А., *аспирант*; Назаренко А.М., *доцент*

В последнее время большое внимание уделяется проблеме решения обратных задач динамики. В них необходимо построить уравнения движения для системы, на основе наблюдаемой информации о её поведении, которая задана дискретным множеством точек. Большинство работ, посвященных решению обратных задач динамики, ищут его в классе гладких функций, которые заведомо игнорируют резкие изменения в движении системы, списывая их на ошибки наблюдений.

Однако именно наличие точек излома в траекториях фазовых координат системы позволяет выдвинуть предположение, что в процессе функционирования параметры системы не постоянны, как постулирует классическая теория, а терпят скачкообразные изменения.

В данной работе предлагается учитывать возможность существенного изменения динамики системы за счет внешних импульсных управляющих воздействий. Таким образом, здесь решается задача построения уравнений динамики вида

$$\dot{\mathbf{x}} = U(B_0 + B\mathbf{x}), \quad \mathbf{x}(t_0) = \mathbf{x}_0, \quad (1)$$

где  $\mathbf{x}$  – вектор фазовых координат,  $B_0$  и  $B$  – постоянные вектор и матрица соответственно,  $U = \text{diag}(u_1(t), u_2(t), \dots, u_n(t))$  – матричная функция импульсных управлений. Исходными данными для идентификации неизвестных параметров в (1) является дискретное множество точек – наблюдения за динамикой фазовых координат системы.

Предложенный подход был апробирован для построения модели макроэкономической динамики Великобритании за период с 1978 по 2003 гг. Выделив четыре промежутка с качественно различной динамикой, были идентифицированы параметры уравнения (1), решение которого аппроксимирует исходные данные с коэффициентом детерминации  $R^2 = 98.72\%$ , что говорит о высоком дескриптивном качестве модели.

Дальнейшие исследования могут быть посвящены использованию идентифицированных уравнений (1) для решения задачи оптимального управления движением данной системы.

## ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ С ПОМОЩЬЮ ФУРЬЕ-АНАЛИЗА

Ковтун С.В., *студент*; Васильев А.А., *аспирант*

В реальной жизни часто встречаются явления, которые интересно и важно изучать в динамике, так как они меняются во времени. Это цены, экономические условия, режимы протекания производственного процесса и т. д. Множество измерений исследуемой величины во времени представляет собой временной ряд.

Дискретное разложение Фурье является мощным аппаратом математического моделирования временных рядов. С его помощью можно достигнуть произвольного качества аппроксимации, вплоть до интерполяции ряда.

Однако основной задачей моделирования временных рядов является проблема разложения временного ряда на составляющие, в частности – отделение шумовой компоненты, что является целью исследования данной работы.

Заданный временной ряд разлагается в ряд Фурье по формуле:

$$x_t = \sum_{j=0}^{\lfloor T/2 \rfloor} \left( \alpha_j \cos \frac{2\pi j}{T} t + \beta_j \sin \frac{2\pi j}{T} t \right), \quad (1)$$

где  $x_t$  – значение ряда в момент времени  $t$ ,  $T$  – число измерений,  $\alpha_j$  и  $\beta_j$  – коэффициенты Фурье. При этом важно выделить значимые гармоники, которые оказывают наибольший вклад в динамику процесса.

Дисперсия временного ряда разлагается по дисперсиям гармоник согласно теореме Парсеваля [1]. Для выявления основных гармоник используется аппарат спектрального анализа, в котором важную роль играет понятие периодограммы.

Периодограммой называют последовательность значений  $I_j$ :

$$I_j = T(\alpha_j^2 + \beta_j^2)/2, \quad j = 0, 1, \dots, \lfloor T/2 \rfloor, \quad (2)$$

которая показывает долю  $j$ -й гармоники в дисперсии процесса. Периодограмму зачастую представляют в виде графика, на оси ординат которого – интенсивность  $I_j$ , на оси абсцисс – частота  $f_j = j/T$ . Если частоте  $f = k/T$  соответствует пик на периодограмме, то в

исследуемом ряду есть существенная гармоническая составляющая с периодом  $1/f = T/k$ .

В работе в качестве временного ряда взяты котировки евро к доллару (EUR-USD) за период с 26.05.08 по 16.12.08 [2], на основании которых строилась математическая модель в виде набора существенных гармоник.

Процесс выделения значимых гармоник – итеративный. При изучении периодограммы выделяется несколько гармоник с максимальной интенсивностью. Находятся оценки параметров этих гармоник, и они удаляются из временного ряда с соответствующими весами. Затем остатки временного ряда, получающиеся после исключения значимых гармоник, снова изучаются в той же последовательности, и т. д. Для остановки итеративного алгоритма в работе предлагается использовать критерий соответствия ряда остатков белому шуму.

Поскольку описанный процесс необходимо автоматизировать, была разработана программа в среде Maple, которая не только реализует описанный алгоритм, но и самостоятельно выделяет наиболее существенные пики периодограммы и останавливает счет, если ряд остатков – белый шум.

Для построения адекватной модели исходного процесса потребовалось 7 итераций. Математическая модель изучаемого процесса состоит из 25 гармоник и описывает дисперсию модели на 98.35%, что говорит об очень высоком качестве аппроксимации. В дальнейшем модель может быть использована для построения прогнозных значений изучаемого временного ряда, что является важной задачей для биржевых торговцев.

В работе была разработана программа, позволяющая автоматизировать построение математических моделей временных рядов на основании спектрального анализа. В качестве критерия остановки итерационной процедуры был предложен критерий соответствия ряда остатков белому шуму. Работа программы была проиллюстрирована на примере построения модели ряда котировок EUR-USD. Последняя состоит из двух составляющих – трендовой, приближающей исходные данные на 98.35%, и шумовой компоненты.

1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. – М: ЮНИТИ, 1998. – 1022 с.
2. [http://www.dealingcity.ru/ru/news/rates\\_archive.htm](http://www.dealingcity.ru/ru/news/rates_archive.htm)

## ФОРМИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ПОРТФЕЛЯ ПРИ ФИКСИРОВАННОМ ЗНАЧЕНИИ ОЖИДАЕМОЙ ДОХОДНОСТИ

Пахилова А.С., студентка; Васильев А.А., аспирант

Повышение исследовательского интереса к функционированию финансовой системы объясняется существенными сдвигами, происходящими на рынках ценных бумаг в течение последнего времени. Увеличение количества корпораций и фирм, значительное расширение предпринимательской деятельности, а также постоянное стремление бизнесменов получать от нее возрастающие прибыли требуют дальнейшего научного исследования финансовых проблем.

В условиях кризиса, существенное внимание уделяется попытке сохранить и преумножить имеющиеся наличные средства, которые в условиях недоверия банкам разумно вкладывать в финансовые активы: акции, облигации или их наборы – портфели.

На сегодняшний день одной из наиболее известных моделей определения характеристик портфеля является модель Марковица, основные предположения которой следующие:

- рынок состоит из конечного числа активов, доходность которых для заданного периода считается случайной величиной;
- за доходность ценных бумаг принимается математическое ожидание доходности;
- за риск ценных бумаг принимается среднее квадратическое отклонение доходности;
- инвестор не предрасположен к риску в том смысле, что из двух портфелей с одинаковой доходностью он обязательно предпочтет портфель с меньшим риском.

Цель данной работы заключается в формировании эффективного портфеля, который при фиксированном значении ожидаемой доходности будет иметь минимальный риск.

Задача нахождения портфеля, минимизирующего риск при заданном значении  $m$  ожидаемой доходности портфеля, сводится к следующей задаче оптимизации:

$$\begin{cases} x' \Sigma x \rightarrow \min, \\ \mu' x = m, \\ e' x = 1, \end{cases} \quad (1)$$



где  $x \in X = \left\{ x = (x_1, \dots, x_N) : \sum_{i=1}^N x_i = 1 \right\}$ ;  $x_i, i = \overline{1, N}$  показывает,

какая доля капитала инвестора размещена в актив  $A_i \in A, i = \overline{1, N}$ ;  $e' = (1, \dots, 1)$  – единичный вектор  $[1 \times N]$ ;  $\mu$  – вектор  $[N \times 1]$  ожидаемых доходностей;  $\Sigma$  – матрица  $[N \times N]$  ковариаций доходностей;  $N$  – число рассматриваемых ценных бумаг.

Решение задачи (1), найденное с помощью метода множителей Лагранжа, существует и единственно. Оно имеет вид:

$$x = u + mv, \quad (2)$$

где  $u = \frac{1}{d} [b(\Sigma^{-1}e) - a(\Sigma^{-1}\mu)], v = \frac{1}{d} [c(\Sigma^{-1}\mu) - a(\Sigma^{-1}e)], a = e'\Sigma^{-1}\mu,$

$b = \mu'\Sigma^{-1}\mu, b = \mu'\Sigma^{-1}\mu, c = e'\Sigma^{-1}e, d = bc - a^2.$  Решая задачу оптимизации для каждого  $m \in [m_{\min}, m_{\max}]$ , получаем эффективное множество  $X^*$ .

В работе описанный подход для построения эффективного множества  $X^*$  был применен к пяти видам акций российских компаний: ГАЗПРОМ, ГМКНорНик, ЛУКОЙЛ, Роснефть и Сбербанк. Для вычисления параметров оптимизационной модели были проанализированы статистические данные о динамике курса этих акций с 11.01.09 до 15.03.09 ежедневно.

Оказалось, что акции ГМК «Норильск Никель» оказались наиболее доходными ( $\mu_2 = 1720.60$ ), но и наиболее рискованными ( $\sigma_2^2 = 80529.84$ ), а акции Сбербанка – наименее доходны ( $\mu_5 = 17.81$ ), однако наиболее надежными ( $\sigma_5^2 = 9.56$ ). Полученный результат полностью согласуется с теорией финансовых активов.

Для каждого значения доходностей из промежутка  $[17.81, 1720.60]$  с единичным шагом по формуле (2) было построено множество эффективных портфелей, которые при заданном значении доходности обеспечивают минимальный риск. Полученный результат может быть использован при принятии решений о распределении сбережений в ценные бумаги. Дальнейшие исследования могут быть посвящены решению данной задачи в случае, когда доходности не статичны, а зависят от времени.

## МУЛЬТИКРИТЕРІАЛЬНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ LQ-МОДЕЛЕЙ З НЕВІДОМИМИ УПРАВЛІННЯМИ У ТРИВИМІРНОМУ ФАЗОВОМУ ПРОСТОРИ

Фільченко Д.В., *аспірант*; Назаренко О.М., *доцент*

Багато об'єктів управління (сервомеханізми, автопілоти літаків, мікро- та макроекономічні системи) досить адекватно описується лінійними динамічними моделями з квадратичним критерієм якості. LQ-моделі вважаються оптимальним компромісом між теоретичною універсальністю та ефективністю практичної реалізації [1]. Вони часто використовуються для специфікації моделей слабо формалізованих динамічних систем (соціальних, економічних, біологічних, тощо) з притаманною їм неповнотою вхідної інформації (наприклад, за управліннями). В практичних роботах [2] розмірність фазового простору обирають не меншою трьох для отримання властивостей реальних динамічних систем.

Отже, об'єктом даного дослідження є LQ-моделі з невідомими управліннями у тривимірному фазовому просторі. Першочерговою проблемою на шляху побудови таких моделей є розв'язання оберненої задачі динаміки: за відомою інформацією про динаміку фазових координат і функції якості знайти такі управління і стаціонарні параметри LQ-моделі, щоб модельні траєкторії руху мали певний набір властивостей. По-перше, модельні траєкторії повинні якісно (за деяким критерієм) апроксимувати реальні траєкторії. По-друге, довірчі інтервали прогнозів фазових координат і функції якості повинні мати якомога меншу довжину. По-третє, отримані керування та оцінки невідомих коефіцієнтів мають бути мінімально чутливими до незначних коливань вхідної інформації. Нарешті, отримані керування повинні задовольняти певним обмеженням, що впливають з фізичної інтерпретації задачі.

Деякі з цих властивостей є конкуруючими. Тому на практиці виникає необхідність у побудові мультикритеріального регулятора, що діє за принципом оберненого зв'язку і який налаштував би модель на заданий набір властивостей [3]. Пріоритети локальних критеріїв задаються дослідником і визначаються кінцевою метою моделювання (імітація, прогнозування або оптимізація).

Для параметричної ідентифікації диференціальних рівнянь у роботі використовувався метод колокації, що полягає в декомпозиції фазових координат за базисними функціями. У якості базисних були обрані функції, що застосовуються в статистичному аналізі часових рядів: трендові (експоненційні, лінійні) та періодичні з постійною і змінною амплітудами. Статистичне оцінювання невідомих коефіцієнтів декомпозиції проводилося за допомогою методу найменших квадратів для лінійних регресій. Рафінування моделей відбувалося за допомогою послідовного застосування критерію Ст'юдента для оцінених рівнянь регресії. Отримані матричні формули переходу до диференціальних рівнянь. Граничні умови виконані у точках прогнозу за кожною змінною.

Для визначення невідомих управлінь запропонована стратегія специфікації квадратичної функції якості, що забезпечує довізначення рівнянь руху системи та можливість зручної ідентифікована в рамках лінійного регресійного аналізу. Запропонований алгоритм оцінювання невідомої матриці квадратичної форми за умови її строгої додатної або від'ємної визначеності. У модель введено обмеження на абсолютну величину управлінь, а також умова «затухання» управлінь в граничній точці.

Апробація наведених підходів здійснена на прикладі макроекономічного розвитку ряду країн (США, Великобританія, Франція, Нідерланди). Фазовими координатами обрані найвагоміші макроекономічні показники, а функцією якості – валовий внутрішній продукт. Отримані управління з заданою верхньою границею на їх абсолютну величину. Результати чисельної реалізації продемонстрували високі імітаційні та прогнозні властивості LQ-моделі. Це дозволяє в подальшому використовувати запропоновані підходи для постановки і розв'язання LQ-задач оптимального керування.

1. Брайсон А., Хо Ю-Ши. Прикладная теория оптимального управления. Оптимизация, оценка и управление: Пер. с англ. Макашова Э.М., Плотникова Ю.П. – М.: Мир, 1972. – 545 с.
2. Анищенко В.С. Детерминированный хаос // Соросовский образовательный журнал. – 1997. – № 6. – С. 70-76.
3. Ljung L. System Identification. Theory for the user. 2nd ed. – N.J.: PTR Prentice Hall, Upper Saddle River, 1999. – 432 p.

## ЕКОНОМЕТРИКО-ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО МОДЕЛЮВАННЯ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

Яворський П.А., студент; Фільченко Д.В., аспірант

Моделювання динаміки макроекономічних систем останнім часом викликає великий інтерес математиків і економістів. Першочерговою проблемою цієї задачі є розв'язання оберненої задачі динаміки: побудова закону руху динамічної системи за відомою статистичною інформацією про її еволюцію за деякий період часу.

Нехай динамічна система  $S$  характеризується узагальненими координатами  $\mathbf{x}(t) \in E^m$  і відповідними узагальненими швидкостями  $\dot{\mathbf{x}}(t) \in E^m$ . Еволюцію системи  $S$  будемо розглядати на проміжку  $t = [t_0, T]$ . Керування  $\mathbf{u}(t) \in E^m$  (кусково-неперервні функції часу) будемо подавати на вхід системи.

Разом із динамічною системою будемо розглядати також основний узагальнюючий показник, що характеризує систему в цілому. Припустимо, що наша система рухається в  $2m$ -вимірному просторі узагальнених координат і керувань уздовж поверхні  $G = G(\mathbf{x}(t), \mathbf{u}(t))$ .

За допомогою гамільтоніану системи та згідно принципу максимуму Понтрягіна специфіковані функції  $f$  і  $G$ . Замість диференціального рівняння будемо розглядати його різницевий аналог:

$$\mathbf{x}(t+1) - \mathbf{x}(t) = \mathbf{v}_0 + A\mathbf{x}(t) + \mathbf{v}(t), \quad t = \overline{0, N-1}.$$

Матрицю  $A$  знайдемо за допомогою метода найменших квадратів. Оцінку якості моделі проведемо економетричними методами. Для ітераційного процесу представимо потенціал у вигляді

$$G(t) = G_0 + 1/2\mathbf{x}'P\mathbf{x} + k_2(1/2\mathbf{u}'\mathbf{u}),$$

для якого умовою закінчення ітерацій є  $|\hat{k}_2 - 1| \leq \varepsilon$ ,  $\varepsilon$  – задана точність. Прогнози робляться за допомогою рівняння (3) екстраполяційним методом. Апробація моделі (2) та схеми її ідентифікації проведена на прикладі даних часових рядів для 9 європейських економік: Данії, Франції, Нідерландів, Бельгії, Італії, Швейцарії, Норвегії, Іспанії та Австрії. Часові рамки – 1980-2006 роки. Модель на практиці показала високі імітаційні і прогнозні властивості. Це робить можливим її застосування до моделювання реальних динамічних процесів і систем.

## ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА АНАЛІЗ ДИНАМІКИ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ, ПОДАНИХ РІЗНИЦЕВИМИ МОДЕЛЯМИ З ЛАГОМ ДРУГОГО ПОРЯДКУ

Таран І.М., студентка; Фільченко Д.В., аспірант

Моделювання бізнес-процесів – це діяльність щодо представлення як поточних, так і майбутніх бізнес-процесів з метою їх аналізу і покращення. Стандартні мови програмування, які використовуються у бізнес-моделюванні такі: BPMN (Business Processes Modeling Notation), BPEL (Business Process Execution Language), UML (Unified Modeling Language) тощо.

У роботі розглянуто бізнес-процес у закритій стабільній економіці як динаміку власних і позичкових коштів підприємства у вигляді системи різницевих рівнянь з лагом першого порядку

$$\begin{cases} S_{t+1} = aS_t + bK_t, & S_{t=0} = S_0, \\ K_{t+1} = cS_t + d, & K_{t=0} = K_0. \end{cases}$$

Система (1) може бути зведена до дискретної стаціонарної моделі з лагом другого порядку

$$\begin{aligned} S_{t+2} &= aS_{t+1} + b^*S_t + d^*, \\ S_{t=0} &= S_0, \quad S_{t=1} = S_1, \end{aligned}$$

де  $S_t$  – власні кошти підприємства у момент часу  $t$ ;  $a$ ,  $b^*$ ,  $d^*$  – невідомі константи, що підлягають оцінюванню. Припускається, що інформація  $\{S_t\}$  відома у  $N$  дискретних моментах часу  $t = 0, 1, \dots, N - 1$ . Граничні умови повинні бути виконані з великою точністю.

Ідентифікація запропонованої моделі може відбуватися в рамках різних економетричних підходів: звичайний метод найменших квадратів (МНК), МНК для регресій з лаговими змінними (SDL, ARDL тощо), нелінійний МНК для загального розв'язку різницевого рівняння. Також можна використовувати колакаційні методи, основані на розкладанні траєкторії руху змінної  $S_t$  на складові.

Зроблений аналіз динаміки бізнес-процесу, описаного різницеvim рівнянням. Розглянуті випадки трендової, періодичної та сезонної траєкторій руху. Побудовані фазові портрети. Проведений аналіз стійкості. Економічний аналіз моделі дав можливість знайти точки безбитковості та умови рентабельної роботи підприємства.

## ЕКОНОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА

Поляченко С.С. *студент*; Брюханов М.В., *доцент*

Соціально-економічні умови сьогодення свідчать про те, що у світовій економіці присутні суттєві проблеми. Вчені дотримуються різних точок зору щодо причин і передумов ситуації, що склалася. Але ніхто не розглядає внутрішні для кожної країни причини резонансу кризових явищ.

Внутрішнє підсилення кризових явищ характерне для країн, що розвиваються. Залежність від імпорту сировини, матеріалів та енергоносіїв має значний вплив на підсилення кризи всередині країни. Дана робота має на меті дослідження впливу енергетичної ефективності на економічне зростання та визначення факторів, що впливають на енергетичну ефективність виробництва.

Під енергетичною ефективністю ми розуміємо, яку кількість енергії (у еквіваленті споживання нафти) необхідно для генерації 1\$ ВВП. Для аналізу ми використовували панельні дані за період 1960-2005рр. в 127 країнах. Математичну модель залежності ВВП на душу населення  $Y$  від енергетичної ефективності  $en\_eff$  ми визначили як

$$Y = c + a(en\_eff).$$

Оцінка коефіцієнтів для моделі (1) здійснювалася методом найменших квадратів. В результаті економетричного аналізу отримано наступне рівняння регресії:

$$Y = 2191 en\_eff + 755.1, R^2 = 0,329.$$

Коефіцієнти для рівняння регресії оцінені з ймовірністю попадання в довірчий інтервал 99%.

Коефіцієнт детермінації  $R^2$  моделі свідчить про те, що за допомогою фактора енергетичної ефективності в даній моделі ми пояснюємо 32,9% дисперсії ВВП на душу населення. У даному випадку ми отримали досить високе значення  $R^2$  для такої великої кількості спостережень.

Оцінений вплив енергетичної ефективності на ВВП доводить можливість інтенсифікації світової кризи в енергозалежних країнах.

Для оцінки факторів, що мають істотний вплив на енергетичну ефективність ми використали наступні 11 факторів:

- 1) індекс свободи від корупції – основний показник якості інституційного середовища (*CORF*);
- 2) індекс наукової активності – показник, що характеризує наукове і інноваційне середовище економіки (*P\_L*);
- 3) річне зростання ВВП на душу населення (*GDP*);
- 4) споживання енергії на душу населення (*ENE*);
- 5) вичерпаність енергетичних джерел (*ADJ*);
- 6) кількість користувачів високошвидкісного Інтернету (*BRO*);
- 7) експорт сировини аграрного комплексу (*AGR*);
- 8) рівень торгівлі – орієнтація економіки (*TRA*);
- 9) експорт продуктів харчування (*FOO*);
- 10) експорт товарів та послуг (*EXP*);
- 11) витрати споживання (*FIN*).

Математична модель матиме наступний вигляд:

$$en\_eff = f(CORF, P\_L, GDP, ENE, ADJ, FIN, BRO, AGR, TRA, FOO, EXP).$$

Результати економетричного оцінювання цієї моделі наведені в табл. 1. Вибрані фактори пояснюють зміну енергетичної ефективності на 84.6%. Коефіцієнти моделі оцінені з ймовірністю попадання в довірчий інтервал не менше 97%. Таким чином, ми отримали адекватну модель, більшість параметрів якої можуть бути регульовані з метою покращення енергетичної ефективності в країні.

Таблиця 1. Результати економетричного аналізу

Змінна	Коефіцієнт	Ст. похибка	t-статистика	p-значення
<i>Const</i>	- 4.097	1.861	-2.2009	0.0306
<i>CORF</i>	0.019	0.00823	2.3813	0.0196
<i>P_L</i>	392.4686	152.068	2.5808	0.0116
<i>GDP</i>	0.00022	2.24e-05	10.22	3.521e-16
<i>ENE</i>	- 0.00100	8.617e-05	- 11.6309	7.0865e-19
<i>ADJ</i>	0.02809	0.008490	3.3093	0.00140
<i>FIN</i>	0.06494	0.02378	2.7308	0.007768
<i>BRO</i>	0.01278	0.005	2.42	0.0175
<i>AGR</i>	- 0.0721	0.0237	- 3.031521	0.00327
<i>TRA</i>	- 0.085	0.025	- 3.3999	0.001
<i>FOO</i>	0.01554	0.00566	2.7494	0.007313953
<i>EXP</i>	0.1679	0.05043	3.3296	0.0013
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.8461	<i>F</i> -статистика		40.09

## ЕКОНОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ЗРОСТАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ

Ткаченко Г.В., студентка; Брюханов М.В., доцент

Зміну, що відображає зростання ефективності ( $GE$ ) будемо розглядати як відношення зростання виручки у відсотках ( $GRR$ ) до зростання загальних витрат у відсотках ( $GRC$ ):

$$GE = \frac{GRR}{GRC}. \quad (1)$$

Ми побудували попередню регресію з фіктивною змінною  $heavy$ , яка відображає галузеву орієнтацію підприємства:

$$heavy = \begin{cases} 1, & \text{якщо } q2a \text{ або } q2b, \text{ або } q2c > 50\%; \\ 0, & \text{в інших випадках} \end{cases} \quad (2)$$

Фіктивна змінна  $heavy$  виступає характеристикою галузі важкої промисловості. Вона дорівнює одиниці, якщо питома вага виручки в галузях гірничодобувної промисловості, будівництві та безпосередньо промисловості перевищує 50 %. Інакше вона дорівнює 0, що свідчить про приналежність підприємства до сектору, відмінного від важкої промисловості.

Змінна  $q2$  дозволяє визначити основну діяльність підприємства, виходячи з даних про відсоток виручки, що надходить з кожного сектору:  $q2a$  – гірничодобувна промисловість,  $q2b$  – будівництво,  $q2c$  – безпосередньо промисловість.

Рівняння регресії, оцінене методом найменших квадратів, має вигляд:

$$GE = 1,7589^{**} - 0,0003 heavy^* - 0,8142 GRC^{**} + 0,203(GRC^{**})^2 - 0,016(GRC^{**})^3,$$

$(0,0785) \quad (0,0002) \quad (0,1062) \quad (0,0385) \quad (0,0039)$

$$R^2 = 0.35,$$

\*\* – значущість 1%,

\* – значущість 5%.

У результаті застосування різноманітних інструментів економетричного аналізу та неодноразових спроб ми оцінили найкраще рівняння регресії з максимальним набором статистично значущих змінних.



Результат оцінювання приведено в табл. 1. Залежна змінна – зростання ефективності *GE*. Детермінанти: *Q73* – бажана зміна зайнятості на підприємстві; *P* – відсоток використання виробничої потужності; *Q69A4* – відсоток персоналу з вищою освітою; *dummy\_competitive* = 1, якщо підприємство втрачає ринок у відповідь на 10% збільшення ціни, 0 – у інших випадках.

Регресія оцінена методом найменших квадратів ( $N = 554$ ). Усі змінні підтверджують очікувані нами знаки.

Таблиця 1. Результати оцінки факторів зростання ефективності

Змінна	Коефіцієнт	Стандартне відхилення	Ймовірність (статистична значущість коефіцієнтів)
<i>C</i>	1.378956	0.107971	0.0000
<i>Q73/100</i>	0.132976	0.033276	0.0001
<i>P</i>	0.059109	0.024272	0.0152
<i>GRC</i>	- 0.890691	0.105039	0.0000
<i>GRC</i> <sup>2</sup>	0.224533	0.037969	0.0000
<i>GRC</i> <sup>3</sup>	- 0.017735	0.003800	0.0000
<i>Q69A4</i>	0.000557	0.000238	0.0195
<i>DUMMY COMPETITIVE</i>	0.046526	0.021442	0.0305
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.384593		

Наші емпіричні дослідження акцентують увагу на ролі конкуренції в підвищенні ефективності українських підприємств. Сучасна економічна криза потенційно може позитивно вплинути на конкуренцію, створюючи додаткове обмеження у процесі ринкової селекції.

В українських підприємствах існує чималий внутрішній потенціал (щодо завантаження потужностей та кращого управління зайнятістю), а тому в довгостроковому періоді вони можуть виграти за належної макроекономічної політики, спрямованої на подолання корупції, розвиток інфраструктури, виробничу орієнтацію народного господарства.

## ЕКОНОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНИХ ДЕТЕРМІНАНТ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ НАЦІОНАЛЬНОЇ ФУТБОЛЬНОЇ ЗБІРНОЇ

Загорулько С.О., *студент*; Брюханов М.В., *доцент*

У своїй роботі ми досліджували вплив різноманітних факторів на футбольну успішність збірних країн. В якості оцінки успішності використані рейтинги FIFA за період 1999-2005 рр. Для дослідження були взяті 39 країн, що є членами конфедерації UEFA.

Використовуючи метод найменших квадратів та поетапно відбираючи найбільш значущі фактори, ми побудували модель для визначення успішності збірних (в дужках під емпіричними коефіцієнтами вказані стандартні похибки):

$$Y = 665,1449 - 0,000135 DEN^2 + 0,01028 GDP - (3,33166E - 07) GDP^2 - \\ (55,4868) \quad (4,0423E-05) \quad (0,0031995) \quad (7,2906E-08) \\ - 0,10161 I_{HH} + 0,2999 N. \\ (0,02603) \quad (0,06797)$$

Тут  $Y$  – успішність збірної, виміряна рейтингом FIFA;  $DEN^2$  – густина населення країни в квадраті;  $GDP$  та  $GDP^2$  – ВВП на душу населення та ВВП на душу населення в квадраті відповідно. Всі змінні статистично значущі на 1%-му рівні.  $R^2$  становить 0,7673. Існуючі дослідження виявили існування квадратичного зв'язку між ВВП на душу населення та успішністю збірних. Ми вирішили переконатися в цьому і включили ВВП в якості незалежної змінної.

Індекс Херфіндала-Хіршмана  $I_{HH}$  був застосований для виміру монополії клубів в країні і в європейських футбольних турнірах. Показником історичної сили і монополії клубу ми взяли кількість виступів клубу на Єврокубкових змаганнях з 1955 по 2005 рр., оскільки, щоб потрапити на ці змагання, клубу необхідно вдало виступати у внутрішньому чемпіонаті або в національному кубку. Пояснимо розрахунок показника на прикладі Молдови. На Єврокубкових змаганнях виступали такі молдавські клуби:

- 1) Конструкторул Чісінау (5 разів);
- 2) Тирасполь (1 раз);
- 3) Ністру Отакі (4 рази);
- 4) Шериф Тирасполь (6 разів);

5)Тілігул Тирасполь (5 разів);

6)Зімбру Чісінау (11 разів).

Тобто у сумі молдавські клуби виступали 32 рази, причому клубу Конструкторул Чісінау належать 15,625% виступів, Тирасполь – 3,125%, Ністру Отакі – 12,5%, Шериф Тирасполь – 18,75%, Тілігул Тирасполь – 15,625%, Зімбру Чісінау – 34,375%. Індекс Херфіндаля-Хіршмана ля Молдови буде дорівнювати:

$$I_{HH} = 34,375^2 + 18,75^2 + 15,625^2 + 15,625^2 + 12,5^2 + 3,125^2 = 2187,5.$$

Отже, у Молдові високо монополізований футбол. Ми вважаємо, що високий ступінь монополізації веде до погіршення футбольної успішності збірних, оскільки футбольні клуби в середині країни слабо конкурують між собою. Це означає, що слабо конкурують гравці збірних, які грають у цих клубах, а це не підвищує рівень їхньої гри. Оскільки збірні країн UEFA формуються з багатьох гравців, що грають у національних клубах, це призведе до пониження загального рівня збірних.

Чим більше у країні кількість клубів, тим більше людей мають можливість займатися футболом. Тому ми зробили таке припущення: кількість футбольних клубів має позитивно впливати на футбольну успішність.

Як видно зі знаків змінних у рівнянні, наші гіпотези отримали підтвердження. Між футбольною успішністю і ВВП дійсно існує квадратичний зв'язок, причому він описується перевернутою параболою. Оптимальний рівень ВВП буде становити 15431,41 доларів на душу населення.

Цікаво, чому підвищення ВВП понад 15431,41 доларів на душу населення буде викликати зниження футбольної успішності. Поясненням цього факту є наступне: збагатившись, люди починають втрачати інтерес до футболу, їм стають доступними нові захоплення, які люди не могли дозволити собі раніше.

Наша робота виявила негативний вплив густоти населення країни на успішність збірної. Цей результат, на перший погляд дивний, але очікуваний. Густота населення підвищує рівень конкуренції серед індивідів (за умови організації її рамкових умов).

Недивно, що монополізованість чемпіонатів негативно, а кількість клубів позитивно впливають на успішність збірних.

## АНАЛІЗ ВПЛИВУ СТАВКИ ТА БАЗИ ОПОДАТКУВАННЯ НА ЧАСТКУ НАДХОДЖЕНЬ ПОДАТКУ НА ПРИБУТОК ПІДПРИЄМСТВ У ВВП

Гльоза В. В., студентка; Захаркіна Л.С., аспірантка

Сьогодні в Україні проблеми формування доходної частини бюджету держави належать до найгостріших як в економічному, так і в соціальному контексті.

Метою роботи є – аналіз впливу ставки та бази оподаткування на частку надходжень податку у ВВП.

Використовуючи регресійний аналіз, визначено взаємозв'язок між питомою вагою надходжень податку на прибуток підприємств у ВВП та питомою вагою податку у загальному фінансовому результаті усіх підприємств до оподаткування (реальною ставкою податку) і часткою загального фінансового результату усіх підприємств до оподаткування у ВВП (база оподаткування) за період з 1992 до 2007р. (дані за 2008рік до розгляду не беремо, так як вони не повні, а саме за січень-серпень), що має такий вигляд:

$$\frac{ППрП}{ВВП}t = 0,025 \frac{ППрП}{ФРП}t + 0,095 \frac{ФРП}{ВВП}t + 2,809. \quad (1)$$

Наведене рівняння вказує на пряму залежність між  $ППрП/ВВП$ ,  $ППрП/ФРП$ ,  $ФРП/ВВП$  при коефіцієнті кореляції 0,601. Тобто на збільшення (зменшення) частки податку у ВВП впливає збільшення (зменшення) як реальної ставки податку, так і бази оподаткування. База оподаткування має значно більший вплив порівняно зі ставкою податку, оскільки зростання на один відсотковий пункт питомої ваги  $ФРП$  у ВВП збільшувало частку надходжень податку на прибуток підприємств на 0,095 відсоткового пункту, а зростання на один відсотковий пункт питомої ваги  $ППрП$  у  $ФРП$  збільшувало частку надходжень податку на прибуток підприємств лише на 0,025 відсоткового пункту. Разом з тим база оподаткування податку на прибуток підприємств дуже тісно пов'язана з ставкою податку, але зв'язок між ними має непряму залежність (2), тобто збільшення ставки податку призводить до зменшення бази оподаткування та навпаки.

$$\frac{\Phi РП}{ВВП} t = -0,993 \frac{ППрП}{\Phi РП} t + 60,375, R_2 = 0,641 \quad (2)$$

Таким чином, можна пояснити динаміку частки податку на прибуток підприємств у ВВП (рис. 1): різке зменшення частки ФРП у ВВП протягом 1994-1998 рр. призвело до різкого скорочення частки надходжень податку у ВВП; зростання частки ФРП у ВВП та її стабілізація протягом 2004-2006рр. разом зі зниженням та стабілізацією реальної ставки податку призвели у цьому періоді до зростання частки податку у ВВП.



Рисунок 1 – Вплив ставки податку та бази оподаткування на частку надходжень податку на прибуток підприємств у ВВП

1. Назаренко О. М. Основи економетрики: Підручник. – Київ: Центр навчальної літератури, 2004. – 392 с.
2. Сайт Державного комітету статистики. – <http://www.ukrstat.gov.ua>.
3. Сайт Міністерства фінансів. – <http://www.minfin.gov.ua>.
4. Сайт Національного банку України. – <http://www.bank.gov.ua>.

## ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОВИТРАТ У ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ

Шандиба Н.О., студентка; Юхименко М.П., доцент

Проведення більшості хіміко-технологічних процесів у багатофазному середовищі на практиці часто потребує спеціальних заходів інтенсифікації тепломасопереносу на поверхні контакту взаємодіючих фаз (нагрівання, перемішування, барботажа, випромінювання, тощо).

Для мінімізації такого роду витрат визначимо питому вартість додаткових енергоресурсів для інтенсифікації у вигляді двочленної цільової функції

$$F = (aP + Q)/M, \quad (1)$$

де  $a$  – вартість енергоресурсу,  $P$  – енерговитрати,  $Q$  – виробнича складова вартості продукту без витрат на інтенсифікацію,  $M$  – продуктивність процесу.

Слід також зауважити, що інженерні методи інтенсифікації технологічних процесів в тій чи іншій мірі пов'язані з дисипацією енергії при русі турбулентного потоку поблизу поверхні розділу фаз. Як приклад, відповідно до результатів гідродинамічних досліджень, підвищення турбулентності потоку при перемішуванні технологічного розчину (найпоширенішого методу інтенсифікації) призводить до більш швидкого зростання витрат енергії аніж швидкості масопередачі і виходу продукту.

Таким чином, починаючи з деякого граничного значення швидкості потоку (або ступеня його турбулізації), методи інтенсифікації процесу шляхом перемішування стають енергетично менш ефективними і, як наслідок, економічно витратними.

У зв'язку з цим виникає необхідність оптимізації технологічного процесу не тільки з точки зору кількості та якості продукту, але й з урахуванням енерговитрат, що потрібні для досягнення цієї мети.

Заощадження коштів на інтенсифікацію процесу може бути реальним, якщо використати вищезазначену цільову функцію питомих витрат. Для конкретизації її складових були враховані результати досліджень коефіцієнта масовіддачі  $\beta$  та питомої енергії потоку при перемішуванні.

Виходячи з досить загальних посилок, це співвідношення було встановлено дослідженнями Брагінського та співавторів [1]:

$$\beta = 0,267 \left( \frac{P_n \nu}{\rho W_n} \right)^{0,25} Pr^{-0,75}, \quad (2)$$

де  $P_n$  – потужність, споживана при перемішуванні;  $\nu, \rho$  – в'язкість та густина потоку;  $W_n$  – об'єм реакційного апарату;  $Pr$  – масообмінний критерій Прандтля.

З іншого боку, у відповідності до закону масопередачі Щукарева відомо, що маса речовини (продукту), яка переноситься через міжфазну поверхню в одиницю часу при постійній рушійній силі процесу, пропорційна коефіцієнту масопередачі  $\beta$ , а отже, є функцією споживаної потужності в степені 0,25:

$$M \approx P^{0,25} \quad (3)$$

Беручи до уваги цільову функцію (1), залежність витрат від потужності пристрою для перемішування технологічного розчину можна записати таким чином:

$$F = aP^{0,75} + QP^{-0,25}. \quad (4)$$

Мінімум функції питомих витрат досягається за умови  $dF/dP = 0$ . Звідси легко знайти величину оптимальної потужності перемішування:

$$P_{opt} = Q/3a. \quad (5)$$

Подібна нескладна процедура аналізу та оптимізації технологічних процесів, де застосовуються ті чи інші методи інтенсифікації тепломасообміну, може бути проведена для багатьох виробництв. Наявність критеріальних експериментальних залежностей для енергетичної складової цільової функції (1) дозволяє знайти оптимум енерговитрат.

У даній роботі проведена оптимізація процесу тепломасопереносу на поверхні контакту взаємодіючих фаз.

1. Брагинский Л.Н., Бегачев В.И., Барабаш В.М. Перемешивание в жидких средах. – Л.: Химия, 1984. – 336 с.

## СИНЕРГЕТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІКО-ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СТАЛОГО ВОДОКОРИСТУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ

Прокопенко О.О., студент; Маценко О.М., аспірант

Серед проблем сталого водокористування необхідно виділити проблему забезпечення і дотримання екологічно безпечних норм відбору води і скидання забруднених стоків. Правильним буде зазначені процеси розглядати у часі, оскільки сталий розвиток передбачає добробут майбутніх поколінь.

Згідно [1] Європейське екологічне агентство межею водозабору між стійким і нестійким використанням вважає 40% річкового водозабору відносно існуючих місцевих ресурсів. Цей рівень буде прийнятий у моделі як рівноважний.

Для побудови синергетичної моделі необхідно виділити управляючі параметри водогосподарської системи басейну території і основні позитивні та негативні зв'язки між ними.

За основні управляючі параметри для водогосподарської системи окремого басейну ми приймаємо такі:

- коефіцієнт річкового водозабору  $k_a$ ;
- умовна ціна  $C$  одного м<sup>3</sup> води;
- коефіцієнт «попиту інвестицій» в очисні споруди та маловодні технології:

$$k_I = \frac{EI\epsilon}{EI\alpha}, \quad (1)$$

де  $EI\epsilon$  – середня ефективність інвестицій в очисні споруди та маловодні технології водозалежних підприємств досліджуваної території;  $EI\alpha$  – середня ефективність інвестицій в альтернативні шляхи підвищення результатів економічної діяльності технологічно водозалежних підприємств, які знаходяться в межах басейну, який досліджується.

Існує багато методик дослідження економіко-екологічних процесів сталого водокористування території. У даній роботі будується синергетична модель взаємодії виділених управляючих параметрів у вигляді системи нелінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами:



$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dk_a}{dt} = (\alpha_1 \cdot k_a + \alpha_2 \cdot k_I) - \alpha_3 \cdot k_a \cdot k_I (t - \tau_1) \cdot (C - C_{ok}) + \alpha_4 \cdot k_I (\tau_2), \\ \frac{dC}{dt} = \beta_1 \cdot k_a^2 \cdot C - \beta_2 \cdot C, \\ \frac{dk_I}{dt} = \gamma_1 \cdot k_a \cdot k_I \cdot (C - C_{ok}), \end{array} \right. \quad (2)$$

де  $\alpha_1 \cdot k_a + \alpha_2 \cdot k_I$  – зростання антропогенного навантаження в результаті росту виробництва;  $C_{ok}$  – ціна ліцензії, при якій інвестиції в очисні споруди будуть рентабельними;  $\tau_1$  – час введення в дію очисних споруд та маловодних технологій;  $\tau_2$  – час на амортизацію очисних споруд та маловодних технологій;  $\alpha_3 \cdot k_a \cdot k_I (t - \tau_1) \cdot (C - C_{ok})$  – зменшення скидів в результаті введення додаткових очисних споруд та маловодних технологій або в результаті підвищення цін на ліцензії;  $\alpha_4 \cdot k_I (\tau_2)$  – збільшення скидів в результаті зношення очисних споруд та маловодних технологій;  $\beta_1 \cdot k_a^2 \cdot C$  – підвищення ціни на ліцензії в результаті росту конкуренції за скиди ( $\beta_1$  залежить від кількості наявних ліцензій або лімітів на скиди і обсягів споживання та скидання забруднених вод конкурентами);  $\beta_2 \cdot C$  – зменшення ціни в результаті інфляції, виходу з ринку конкурента і т. п.;  $\gamma_1 \cdot k_a \cdot k_I (C - C_{ok})$  – зростання інвестицій в очисні споруди в результаті підвищення цін на ліцензії або зростання рівня водозалежності підприємства

Розв'язання системи (1) дозволить промоделювати варіанти динамічної поведінки управляючих параметрів залежно від початкових даних, що може бути використано при виборі варіанту стратегічного розвитку водогосподарської системи території.

Запропонована модель дозволяє моделювати та прогнозувати ціну, антропогенне навантаження та динаміку середніх інвестицій в межах окремого водного басейну.

1. Демиденко А. Що є цілями сталого розвитку водних ресурсів України та чи можна виміряти рух в їх напрямку? // Стратегія забезпечення сталого розвитку України. Матеріали між нар. наук.-практ. конф. м. Київ, 20 травня 2008 р. – РВПС України НАН України. – К: РВПС України НАН України, 2008. – Ч.2. - С. 19-21.

## ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ОЦІНКА ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПРОЕКТУ

Васильєва О.А., *студентка*; Сірік Ю.А., *студентка*;  
Андрієнко В.І., *ст. викладач*

Сьогодні науково-технічний прогрес рухається величезними кроками. Розробка нових інформаційних технологій та їх використання набувають все більшого значення. Інформація є основою механізмів, які обумовлюють розвиток науки та суспільства, однією з форм яких є економічний розвиток. Саме інформаційні технології обумовлюють темпи, напрямок і характер процесів, які відбуваються в суспільстві та, зокрема, в економіці. Ці процеси можуть реалізовуватися тільки за умови їх системного інформаційного забезпечення.

За допомогою комп'ютеризації з'явилась можливість обчислення найскладніших економічних задач. Прикладні математичні та економічні програми значно полегшили обробку постійно зростаючого об'єму інформації. Вони дають змогу розробляти проекти, звіти, презентації, таблиці, графіки тощо.

Однією з таких програм є Microsoft Excel. Це потужний інструмент, призначений для опрацювання, аналізу і відображення даних за допомогою електронних таблиць.

Проте, комірки електронної таблиці можуть містити не тільки дані, а й формули, за допомогою яких можна виконувати будь-які обчислення. Табличний редактор надає можливості сортування та фільтрування даних, за допомогою нього можна будувати діаграми на основі таблиць. Електронні таблиці використовують у своїй роботі фахівці найрізноманітніших галузей, у тому числі, в економіці.

У даній роботі за допомогою програми Microsoft Excel ми розглянемо приклад визначення показників ефективності інвестиційної діяльності та оцінки інвестиційного проекту.

Актуальністю даної роботи є те, що на сучасному перехідному періоді при різноманітні складних кризових економічних процесів і взаємовідносин між підприємствами, фінансовими інститутами, державами на внутрішньому і зовнішньому ринках гострою проблемою є ефективне вкладення (інвестування) капіталу з метою його збільшення.

Усі суб'єкти господарювання формують фінансові ресурси, які використовуються як для фінансування поточних, так і капітальних витрат. «Капіталізація» фінансових ресурсів одержала назву інвестування. Насамперед інвестиції – частина фінансових ресурсів, які використовуються у формі довгострокових вкладень.

Ефективність інвестиційної діяльності характеризується декількома показниками:

1) Чистий прибуток ( $NPV$ ), що є основним критерієм доцільності впровадження інвестиційного проекту:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{P_t}{(1+r)^n} = \sum_{t=t_n}^T \frac{D_t}{(1+r)^n} - \sum_{t=0}^T \frac{R_t}{(1+r)^n},$$

де  $P_t$  – потік платежів;  $D_t$  – прибуткова частина інвестиційного проекту;  $R_t$  – витрати інвестиційного проекту;  $T$  – весь період реалізації інвестиційного проекту;  $t_c$  – момент закінчення інвестування;  $t_n$  – момент отримання першого доходу.

2) Внутрішня норма доходності ( $IRR$ ), яка розраховується за формулою:

$$IRR = r_1 + (r_2 - r_1) \cdot NPV_1 / (NPV_1 - NPV_2),$$

де  $r_1$  – ставка, при якій  $NPV_1 > 0$ ;  $r_2$  – ставка, при якій  $NPV_2 < 0$ .

3) Строк окупності інвестицій ( $PP$ ), що розраховується за формулою:

$$PP = m + (R_\Sigma - S_m) \cdot (1+r)^{m+1} / D_{m+1},$$

де  $R_\Sigma$  – сумарні інвестиційні витрати;  $S_m$  – дисконтовані доходи;  $D_t$  – прогнозований грошовий потік;  $r$  – ставка дисконтування.

4) Розрахуємо індекс рентабельності ( $R$ ) – відносна величина, яка визначається відношенням прибуткової частини  $NPV$  до її витрат. У залежності від отриманого показника індексу рентабельності, ми визначимо доходність інвестування та оцінюємо інвестиційний проект з урахуванням та без урахування інфляції.

Microsoft Excel дає змогу аналізувати економічні показники та визначати тенденції їх подальшого розвитку. У першу чергу це стосується інвестиційної діяльності та оцінки інвестиційного проекту.

## СОЗДАНИЕ ВИДЕОПРОГРАММ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ НА ПРИМЕРЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Чернякова М.Г., студентка; Литвиненко О.А., доцент

Математические дисциплины изучаются студентами различных направлений и зачастую оказываются достаточно сложными, особенно для студентов нематематических специальностей, например, экономистов.

Одним из примеров оптимизационных математических задач является транспортная задача (ТЗ) – важный частный случай задачи линейного программирования (ЗЛП). Решение одной, даже сравнительно небольшой, ТЗ является очень громоздким и требует больших временных затрат. Подобный материал очень тяжел для восприятия. Создание компьютерных видеопрограмм позволит облегчить процесс обучения, сэкономить время на выполнение итерационных расчетов, а также показать студенту, что изучение математики может быть захватывающим и увлекательным процессом.

Результатом данной работы является создание обучающей видеопрограммы, которая позволит реализовать следующие возможности:

- получение элементарных теоретических сведений;
- демонстрация основных методов решения ТЗ;
- создание накопительной базы задач;
- использование в качестве учебных тренажеров;
- подключение в систему дистанционного обучения;
- использование сразу нескольких видов памяти (зрительной, слуховой, двигательной, образной, логической);
- использование студентом для самостоятельного изучения материала и самоконтроля.

Мы живём во время активного внедрения компьютерных технологий. Время диктует свои требования, следовательно, основная цель данной работы – при помощи привлечения ресурсов и возможностей новейших информационных технологий сделать процесс обучения более простым, интересным, а значит, и более эффективным.

## МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ

Забіяка А.М., *студент*; Атаманюк Р.О., *студент*;  
Шовкопляс О.А., *ст. викладач*

Розгляд існуючих тенденцій в сфері застосування технологій *E*-навчання в Україні у вищій школі свідчить про необхідність використання інноваційних технологій у вищих навчальних закладах та розробку і впровадження нових моделей [1].

За допомогою комп'ютерних технологій можна по-новому представити зміст навчального матеріалу, регулювати форми і темп навчання, що сприяє підвищенню якості навчання.

Для підтримки традиційних форм навчання викладачі кафедри МСС використовують програмні комплекси для моделювання навчального процесу вивчення математичних та економічних дисциплін. В даній роботі за участю студентів запропонована модель вирішення задач лінійного програмування з використанням засобів Excel, зокрема пошуку рішень.

В економіці багато явищ досліджуються з використанням методу рівноважних станів. Деякі економічні задачі, в яких потребується знайти оптимальне рівноважне рішення, можна розв'язати за допомогою використання пошуку рішень MS Excel. Для цього необхідно, щоб економічна задача мала вигляд задачі математичного програмування, тобто, складалася з трьох основних компонентів: цільової функції, системи обмежень і умови невід'ємності. На прикладах знаходження оптимального споживання двох благ для покупця з обмеженим бюджетом і деякою функцією корисності, оптимальних значень праці і капіталу, які необхідні виробнику при наявності обмежених ресурсів і виробничої функції (наприклад, широко поширеної функції Кобба-Дугласа), продемонстровані можливості надбудови "пошук рішення". Отримані рішення і оптимальні значення представлені наочно за допомогою графіків.

Практичне використання пошуку розв'язку продемонструвало, що процедура дозволяє зекономити час у порівнянні з розв'язуванням вручну при використанні методів економіко-математичного моделювання (ЕММ); надає можливість перевірки оптимальних значень після попереднього розв'язування методами ЕММ; дозволяє розв'язати задачі, які неможливо вирішити при використанні методів ЕММ; подати дані і розв'язки графічно.

1. Міжнародна науково-практична конференція *e*-навчання у вищій школі – проблеми й перспективи (INCEL-08). – Одеса. – 2008. – CD-ROM ISBN 978-966-593-624-4.

## ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТИПУ М/М/Н/М У ЗАДАЧАХ ЕКОНОМІЧНОГО ХАРАКТЕРУ

Балковий В.А. *студент*; Супрун В.М., *доцент*

Одним із основних і найбільш плідним методом дослідження економічних процесів і об'єктів є математичне моделювання. Прикладом таких моделей є системи масового обслуговування. В роботі розглядається система масового обслуговування з наступними припущеннями:

1. Система масового обслуговування має  $n$  каналів обслуговування ( $n \geq 2$ ).
2. На обслуговування надходить найпростіший потік заявок з інтенсивністю  $\lambda$ .
3. Час обслуговування однієї заявки розподілений за показниковим законом з параметром  $\mu$ .
4. Заявка, що надійшла в систему, коли вона зайнята обслуговуванням, стає в чергу, якщо її довжина не перевищує  $m$  одиниць, в противному разі заявка залишає систему (отримує відмову).

Згідно [1, 2], процес функціонування даної системи масового обслуговування задається лінійною стаціонарною системою диференційних рівнянь виду:

$$\left\{ \begin{array}{l} P'_0(t) = -\lambda P_0(t) + \mu P_1(t), \\ P'_1(t) = -(\lambda + \mu)P_1(t) + \lambda P_0(t) + 2\mu P_2(t), \\ \dots \\ P'_k(t) = -(\lambda + k\mu)P_k(t) + \lambda P_{k+1}(t) + \mu(k+1)P_{k+1}(t), \quad k = 1, 2, \dots, n-1, \\ \dots \\ P'_{n+s}(t) = -(\lambda + n\mu)P_{n+s}(t) + \lambda P_{n+s-1}(t) + n\mu P_{n+s+1}(t), \quad s = 0, 1, \dots, m-1, \\ \dots \\ P'_{n+m}(t) = -n\mu P_{n+m}(t) + \lambda P_{n+m-1}(t). \end{array} \right. \quad (1)$$

З системи рівнянь (1) отримані формули для визначення граничних ймовірностей  $P_0, P_1, \dots, P_{n+m}$  перебування системи масового обслуговування у відповідних станах. Розрахунок характеристик роботи системи масового обслуговування базується на основі знаходження ймовірностей станів, в яких перебуває система (так звані формули Ерланга).

В якості основних показників функціонування вибрані: ймовірність того, що всі канали вільні, математичне сподівання довжини черги та коефіцієнт зайнятості.

Для розв'язання задач економічного характеру [2, 3] пропонується наступна оцінка варіантів системи:

$$I = E_H C_1 n + C_2(n - M_2) + C_3 M_2 + C_4 T \lambda p_1 + C_5 M_1 T,$$

де  $E_H$  – коефіцієнт граничної економічної ефективності капітальних вкладень,  $C_1$  – ціна обслуговуючого апарата,  $C_2$  і  $C_3$  – витрати на обслуговування працюючого і не працюючого апарата протягом року,  $C_5$  – зведені витрати на утримання запитів в одиницю часу,  $C_4$  – втрати виробництва у разі невиконання однієї роботи (витрати одного запиту),  $T$  – річний фонд часу роботи системи.

Окрім цього для даного класу систем масового обслуговування можна розв'язати задачі вибору оптимального числа апаратів, середніх розмірів черги, розрахунку пропускної здатності системи масового обслуговування.

Наведені моделі системи масового обслуговування реалізовані на конкретних економічних системах. Аналіз показників ефективності даної системи масового обслуговування ілюструється економічними прикладами.

1. Б.В.Гнеденко, И.Н.Коваленко Введение в теорию массового обслуживания. – М.: Наука, 1987. – 336с.
2. Ю.Д. Максимов и др. Вероятностные разделы математики. – Спб.: «Иван Федоров», 2001. – 592с.
3. В.П.Чернов, В.Б. Ивановский Теория массового обслуживания – М.: ИНФРА – М, 2000. – 158с.

## ІМОВІРНІСНА ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕОРІЇ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Гетьман О.В., студент; Супрун В.М., доцент

Класичним прикладом аналітичних моделей, які ефективно застосовуються в різних областях економіки, є системи масового обслуговування. В роботі вивчається багатоканальна система масового обслуговування з відмовами ( $n \geq 2$ ), на вхід якої надходить найпростіший потік заявок  $P_{\text{вх}}$  з інтенсивністю  $\lambda$ , а час  $T_{\text{об}}$  обслуговування кожним каналом однієї заявки розподілений за показ-никовим законом

$$f(t) = \mu e^{-\mu t}, t \geq 0.$$

Тоді «потік обслуговувань»  $P_{\text{об}}$  кожним каналом буде найпростішим з інтенсивністю  $\mu=1/T$ , де  $T$  – середній час обслуговування однієї заявки одним каналом.

Загальна схема процесу обслуговування даною системою масового обслуговування дозволяє зробити опис багатьох реальних ситуацій в економіці. Для показників ефективності даної системи масового обслуговування у стаціонарному режимі наводиться одна із економічних оцінок варіантів системи:

$$I = E_n c_1 n + c_2 M_1 + c_3 (n - M_1) + c_4 T p_n \lambda,$$

де  $E_n$  – коефіцієнт граничної економічної ефективності капітальних вкладень,  $c_1$  – ціна обслуговуючого апарату,  $c_2$  і  $c_3$  – витрати на обслуговування непрацюючого і працюючого апарату на протязі року,  $c_4$  – втрати виробництва у разі невиконання однієї роботи,  $T$  – фонд робочого часу за рік.

Відмітимо також, що враховуючи імовірнісну інтерпретацію показників ефективності системи масового обслуговування у відповідності до поставленої задачі з економічної точки зору для даного типу системи масового обслуговування можна розв'язувати задачі вибору оптимальної кількості апаратів, підбору параметрів обслуговуючого комплексу, розрахунку пропускної здатності системи, тощо. Ефективність застосування досліджуваної системи масового обслуговування до розв'язання задач економічного характеру ілюструється конкретним прикладом.



## ЧИСЛЕННОЕ СРАВНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДОСТУПА К $n$ -АРНЫМ И БИНАРНЫМ ОТНОШЕНИЯМ

Гуреев Д.С., студент; Панченко Б.Е., доцент

В реляционной модели данных проблемным является моделирование  $n$ -арных, в том числе и рекурсивных, связей между сущностями, кардинальность которых в общем случае может быть «многие ко многим». А также «реляционный» учет произвольного количества атрибутов таких связей. Но графовая ER-модель Чена позволяет анализировать и формировать связи любой арности и с любым набором атрибутов. Это противоречие разрешает теорема о шунтировании многозначных зависимостей (МЗ).

В данной работе получена 4НФ-таблица, позволяющая моделировать связи любой арности. Причем, в таких таблицах нет никаких аномалий. Эта особенность даёт возможность использовать  $n$ -арные сочетания сущностей в одной таблице и тем самым моделировать многомерные связи, а также в этих же таблицах учитывать атрибуты таких связей.

Алгебраическим аналогом формирования многозначных ключевых атрибутов является декартово произведение. Можно показать, что процедура сочетаний «всех из всех» сущностей в совокупности с декартовым произведением ключевых атрибутов этих сущностей лежит в основе алгоритма универсальной логической модели данных (УЛМД).

Оператор  $L^k(X_j)$  в соответствии с индексом  $k = 1, \dots, n$  формирует полное множество сочетаний сумм суррогатных ключевых атрибутов, а формирование множеств значений атрибутов осуществляется в соответствии с алгоритмом декартового произведения суррогатных ключевых атрибутов сущностей. Здесь  $j = 1, \dots, n$  – номер сущностей,  $k$  – текущая арность ключа,  $l = 1, L_k$  – номер суммы ключевых атрибутов  $k$ -й арности.

В работе для каждого элемента описанного множества получены соотношения, которые предлагается использовать для построения эффективного алгоритма отыскания оптимальных запросов, возникающих при моделировании баз данных.

## ПОСТРОЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДАННЫХ

Шаповалов В.Н., *студент*; Панченко Б.Е., *доцент*

Проблема моделирования данных является актуальной и привлекает внимание многих исследователей. В данной работе описывается процедура построения таблиц данных и создание эффективного алгоритма формирования баз данных.

Можно показать, что общее число  $S$  групп ключевых атрибутов, которыми характеризуются рассматриваемые сущности определяется формулой:

$$S = \sum_{k=1}^N \frac{N!}{k!(N-k)!} = 2^N - 1, \quad (1)$$

где  $N$  – число сущностей,  $k$  – арность ключа, которая соответствует текущему числу связей каждой сущности с другими группами сущностей и совпадает с коэффициентом подобия соответствующих отношений.

На совокупности  $R_1^k(L_1^k(X_j), A_{1i})$  построена универсальная логическая модель данных, отображающая специфику произвольной ПО из  $N$  сущностей на множество реляционных отношений, количество которых  $S$  определяется формулой (1).

В данной работе разработана общая схема ключевого каркаса реляционной универсальной логической модели данных. Очевидно, что на практике большинство отношений в базе данных не будут актуальными в контексте конкретных постановок информационных задач.

Численным экспериментом были проведены сравнения скорости доступа SQL-запросов к базам данных, состоящих из 2 млн. записей каждая, спроектированных классическим и каркасным методами. Результаты расчётов свидетельствуют о высокой эффективности предложенного алгоритма по сравнению с классическими методами формирования баз данных.

В настоящем исследовании приведены усредненные результаты 10 тестирований по двум запросам на примере базы данных “Университет”.

## АНАЛІЗ ВНУТРІШНЬОГО РИНКУ КРАЇНИ ЗА ДОПОМОГОЮ МАРКОВСЬКИХ ПРОЦЕСІВ

Сердюк Л.В., студентка; Назаренко О.М., доцент

У даній роботі розглянуті як теоретичні, так і практичні питання пов'язані з внутрішнім ринком країни. Зроблена спроба аналізувати перебування ринку в одному із трьох станів – «ринок покупця», тобто стан, при якому пропозиція товарів перевищує попит на них (криза перевиробництва); «ринок продавця», тобто стан, при якому попит на товари перевищує їх пропозицію (криза дефіциту товарів); «ринок рівноваги», тобто стан, при якому спостерігається рівність попиту і пропозиції.

Це дослідження проводиться за допомогою ланцюгів Маркова з неперервним часом на основі даних отриманих в результаті вивчення різних ринкових сегментів (окремих груп населення, підприємств тощо).

Оскільки дані спостережень свідчать, що стан ринку в майбутньому залежить в основному від його теперішніх станів: ринок зі стану в стан може переходити у будь-які моменти часу, причому інтенсивності переходів не залежать від часу, тому будемо вважати процес однорідним ланцюгом Маркова.

Неперервний марковський ланцюг описує функціонування систем, які приймають кінцеве число станів  $S_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) і здійснюють переходи із одного стану в інший  $S_i \rightarrow S_j$  ( $i = 1, \dots, n$ ) випадковим чином у будь-який момент часу  $t$ .

При розрахунках використовувалась система диференціальних рівнянь Колмогорова (для марковських процесів з дискретними станами і неперервним часом).

За допомогою побудованої моделі був проведений чисельний комп'ютерний експеримент, в результаті якого встановлено, що починаючи з деякого часу система переходить у стаціонарний режим. Тому можна переходити до границі і визначати граничні ймовірності процесу. На основі результатів був зроблений висновок, що найбільш ймовірним станом буде стан «ринок покупця, а найменш – «ринок рівноваги». Це з економічної точки зору зумовлено бажанням продавців постійно збільшувати свої прибутки.

## ПОБУДОВА МОДЕЛІ ІНВЕСТИЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ТРИСЕКТОРНОЇ ЕКОНОМІКИ

Манько Н.М., студентка; Назаренко О.М., доцент

Інвестиційна політика є досить складною проблемою внутрішніх і зовнішніх відносин кожної країни. Вдалий розподіл інвестиційного капіталу всередині країни призводить до покращення головних економічних показників, що показує високу значущість проблеми інвестування.

Важливими для практики є імітація, прогнозування та оптимізація інвестиційних потоків. Вирішення цих проблем матиме позитивний вплив на стан макроекономіки країни в цілому. Якщо розглядати закриту макроекономічну модель країни, то проблема інвестування зводиться до проблеми розподілу інвестицій між секторами економіки.

Умовно економіку кожної країни можна поділити на промисловий, сільськогосподарський сектори і сферу послуг. Для кожного сектору справедливим буде базове рівняння динаміки капіталу в моделі Солоу [1]

$$\Delta x_t^i = \lambda^i x_t^i + I_t^i. \quad (1)$$

Тут  $x_t^i$  – основні фонди  $i$ -го сектору в момент часу  $t$ ;  $\Delta x_t^i$  – приріст основних фондів  $i$ -го сектору в момент часу  $t$ ;  $I_t^i$  – інвестиції  $i$ -го сектору в момент часу  $t$ ;  $\lambda^i$  – коефіцієнт амортизації (списання основних фондів)  $i$ -го сектору.

В даній роботі пропонується зробити перехід від різницевого рівняння (1) до диференціального рівняння вигляду:

$$\dot{x}_t^i = \lambda^i x_t^i + k^i I_t^i + a_0^i, \quad i = 1, 2, 3. \quad (2)$$

При такому підході сталий коефіцієнт  $k^i$  виступає як коефіцієнт реального використання інвестицій  $i$ -го сектору, а сталий коефіцієнт  $a_0^i$  характеризує постійний приріст основних фондів  $i$ -го сектору економіки.

При моделюванні інвестиційного розвитку виходимо з того, що на деякому проміжку часу  $\tau \in [\tau_0, \tau_1]$  в  $N$  цілочисельних точках задані

статистичні дані у вигляді часових рядів для інвестиційних потоків  $I_t^i$  та основних фондів  $a_t^i$ . Метою дослідження є переведення динамічної системи з деякого початкового стану в момент часу  $\tau_0$  в кінцеву бажану точку  $(\mathbf{x}_*, \mathbf{I}_*)$ , щоб модельні траєкторії  $\mathbf{x}(t)$  і  $\mathbf{I}(t)$  задовольняли умовам:

- а) співвідношення  $\mathbf{x}(\tau) \approx \mathbf{x}_\tau$  і  $\mathbf{I}(\tau) \approx \mathbf{I}_\tau$  виконуються з високою точністю;
- б) довірчі інтервали прогнозів основних фондів та інвестиційних потоків мають мінімальну довжину.

Ідентифікація рівнянь руху динамічної системи проводиться на проміжку часу  $[\tau_0, \tau_1]$ , тому в якості бажаного моменту часу  $\tau_*$  зручно вибрати момент часу  $\tau_1 + 1$ . Це дозволяє, зробивши заміну  $t = \tau - \tau_*$ , параметричну ідентифікацію моделі проводити на відрізку  $[-N, -1]$ , а прогнозування здійснювати на відрізку  $[0, \tau_k - \tau_*]$ , де  $\tau_k - \tau_*$  задає довжину короткострокового прогнозу. Тоді логічно, що граничні умови для диференціальних рівнянь (2) будуть задовольнятися в момент часу  $t = 0$ .

Специфікація інвестиційних потоків у (2) проводилась методом розкладання траєкторії руху на трендову, періодичну, сезонну та стохастичну складові. Невідомі керуючі параметри та коефіцієнти розкладу оцінювалися методами економетрики [2], рафінування (послідовне відкидання незначущих коефіцієнтів) здійснювалось за допомогою критерію Ст'юдента.

Вибір оптимальних значень керуючих параметрів моделі здійснювався за допомогою оберненого зв'язку між динамічною системою та регулятором, який налаштовує модель на максимальні значення коефіцієнтів детермінації та на мінімальні довжини довірчих інтервалів прогнозу.

Апробація запропонованої моделі проведена на прикладі макроекономічного розвитку деяких західноєвропейських країн і продемонструвала високу ефективність побудованих алгоритмів при імітації та прогнозуванні макроекономічних процесів.

1. Колемаев В. А. Математические методы в экономике. М.: Юнити-Дана, 2005. – 297 с.
2. Назаренко О. М. Основи економетрики: Підручник. – Вид. 2-ге, перероб. – К.: "Центр навчальної літератури", 2005. – 392 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВВП В ТРЕХСЕКТОРНОЙ ЭКОНОМИКЕ

Бондарь Н.В., студентка; Назаренко О.М., доцент

Одним из главных показателей развития экономики страны является валовой внутренний продукт (ВВП). Поэтому построение динамической математической модели, которая адекватно описывает процесс производства ВВП и позволяющей осуществлять прогнозирование основных макроэкономических показателей, является актуальной задачей экономико-математического моделирования.

В структурированной экономике наиболее адекватно отражает процесс воспроизводства трехсекторная модель [1]. В соответствии с этим экономику делят на три сектора, каждый из которых включает в себя перечень отраслей. Наиболее характерным является разделение на такие секторы:

- 1) промышленность (добывающая, обрабатывающая);
- 2) сельское хозяйство (растениеводство, животноводство, рыболовство);
- 3) сфера услуг (страхование, коммунальные, туристические, банковские и т. д.).

ВВП и макроэкономические показатели, влияющие на него, имеют динамический характер. Поэтому в работе предлагается итерационная процедура разложения траектории движения фазовых координат и ВВП на трендовую, периодическую (колебания с постоянной амплитудой), сезонную (колебания с переменной амплитудой) и стохастическую (шумы) составляющие [2].

При отыскании оптимального разложения значения управляющих параметров (частот колебаний периодической и сезонной составляющих, а также параметра тренда) выбирались с использованием алгоритма обратной связи между динамической системой и регулятором системы.

Поскольку целью исследования является получение качественных прогнозных характеристик системы, то в качестве регулятора системы выбирался многокритериальный регулятор. Его действие основывалось на максимизации коэффициентов детерминации регрессионных моделей и минимизации длин доверительных интервалов прогноза.

В качестве тренда в работе использовался экспоненциальный или линейный (относительно времени  $t$ ) тренд. Периодическая составляющая задавалась в виде суммы

$$a \cos \omega t + b \sin \omega t ,$$

а сезонная составляющая задавалась в виде

$$(c \cos \mu t + d \sin \mu t)f(t) ,$$

где  $f(t) = e^{\lambda t}$  в случае экспоненциального тренда и  $f(t) = t$  в случае линейного тренда.

Построенные регрессионные модели нелинейны относительно управляющих параметров  $\lambda$ ,  $\omega$ ,  $\mu$ . Чтобы избежать трудностей нелинейного оценивания, для нахождения неизвестных коэффициентов использовался метод перебора, суть которого заключается в последовательной подстановке значений параметров  $\lambda$ ,  $\omega$ ,  $\mu$  из определенного интервала и последующей оценке коэффициентов с помощью метода наименьших квадратов (МНК) для линейных регрессий.

Качество приближения регрессионной модели характеризовалось коэффициентом детерминации  $R^2$ . Для определения значимости МНК-оценок неизвестных коэффициентов использовался критерий Стьюдента [3].

В качестве примера рассматривалось развитие экономики Финляндии за 1975-2007гг. Полученные графики значений критерия оптимальности подтвердили высокие дескриптивные свойства разработанной модели. Построенная модель может использоваться при моделировании динамики производства ВВП в трёхсекторной экономике.

1. Макконелл К.Р., Брю С.Л. Экономикс: принципы, проблемы, политика: Пер. с 13-го англ. изд. – М.: ИНФРА-М, 1999. – XXXIV, 974 с.
2. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. – М.: Юнити, 1998. – 1012с.
3. Назаренко О.М. Основи економіки: Підручник. – Вид. 2-ге, перероб. – К.:«Центр навчальної літератури», 2005. – 392с.

## ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ В УКРАЇНІ

Базиль О.О., *доцент*; Дахно В.М., *студент*;  
Журба Т.С., *студент*; Кекух Ю.О., *студент*

Інформаційна безпека держави являє собою такий стан інститутів держави і суспільства в цілому, за якого забезпечується надійний захист національних інтересів країни та її громадян в інформаційній сфері.

Актуальність питання полягає в тому, що на даному етапі суспільного життя проходить черговий етап технологічної революції в інформаційній сфері, що зумовлює серйозні зміни в суспільстві загалом.

Інформаційна сфера стає об'єктом суперництва. Формування інформаційних ресурсів і користування ними загострюється внаслідок політичного й економічного протиборства держав, що стає актуальним у зоні забезпечення національної безпеки України. Стан розбудови інформаційного суспільства в Україні порівняно зі світовими тенденціями є недостатнім і не відповідає потенціалу та можливостям України, зокрема:

- посилюється негативний зовнішній вплив на інформаційний простір України;
- недостатніми залишаються обсяги вироблення конкурентно-спроможного національного інформаційного продукту;
- наближається до критичного стан безпеки інформаційно-комп'ютерних систем у галузі державного управління, фінансової і банківської сфери, енергетики, транспорту, внутрішніх та міжнародних комунікацій тощо.

Для вирішення задачі забезпечення інформаційної безпеки, створено модель системи інформаційної безпеки, яка складається з трьох основних компонентів, що комплексно поєднані між собою: блок показників «Основи»; блок показників «Напрямки»; блок показників «Етапи». Дана модель враховує різноманітні економічні і соціально-політичні фактори, які впливають на інформаційну безпеку. Останнє дозволяє оцінювати, аналізувати і прогнозувати загрози інформаційній безпеці в країні.



## THE RESEARCH OF INFORMATION TECHNOLOGIES INFLUENCE ON CULTURE OF LAWYERS IN UKRAINE

Bazyl' O.O., *associate professor*;  
Man'kivskiy D.V., *student*; Lucik A.S., *student*

Nowadays it is practically impossible to name a sphere of human activity, where informationich and modern information technologies are not used. This fact changes the world outlook, behavior, way of life ame way of thinking of contemporary peoople, setting new aims and requirements for them, the most impotant of these being information literacy and culture.

Under information culture we understand the level of information training, which allows a person to be not only freely oriented in the information environment, but also take part in its formation or transformation, to take for information contacts.

A person's ability to formulate the requirement for information to effectively carry out information retrieval to process and create information high-quality, to operate individual informations systems, to choose and estimate information, to be information exchange and computer literate are considered the categories of information culture. It is connected that with the fact documents in Ukraine are being gradually switched to electronic system. For example, sime from 2007 the documents of Velikopisarivskiy district tax administration has been switched to an electronic format. Therefore knowledge and use of information technologies is very important for a lawyer.

In their professional activity lawyers must have skills bases of working with various programs, such as Word, Excel, Access, be able to work with the Internet and with the systems of legal information. In their professional activity lawyers apply the general requirements of law to concrete situations by means of taking a decision. It means the necessity of prognosticationg subsequent development of events, situations simulation.

Scientists think that information culture is an index of professional culture. With time it must become an important factor of every person development. In the development of information culture cybernetic engineering, informatics, library science, bibliography and a lot of other disciplines take part.

## РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ПОРТФЕЛЯ ЦІННИХ ПАПЕРІВ ПРОСТОЇ ТА ЗМІШАНОЇ СТРУКТУР

Кашин А.В., студент; Назаренко О.М., доцент

Портфельний аналіз існує стільки ж, скільки і поняття про прийняття раціональних рішень, пов'язаних з використанням обмежених ресурсів. Портфельна теорія Марковіца направлена на розв'язок практичної задачі про розсередження капіталу за різними видами операцій в умовах невизначеності.

Центральною задачею в теорії Марковіца є вибір портфелю, тобто набору операцій. При цьому при оцінюванні окремих операцій та їх портфелей враховуються дохідність і ризик операцій. Ризик при цьому отримує кількісну оцінку. Суттєвим моментом у теорії є обчислення взаємних кореляційних залежностей між доходностями операцій. Саме це обчислення дозволяє проводити ефективну диверсифікацію портфеля, яка приводить до суттєвого зниження ризику портфеля та включених у нього операцій.

Ідеальна постановка задачі оптимізації портфеля, представленого набором значень  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , де  $x_i$  – процентна частка цінних паперів портфеля, – отримати максимальну дохідність ( $R_p \rightarrow \max$ ) при мінімальному ризику ( $S_p \rightarrow \min$ ). Це завдання вирішується розв'язанням прямої ( $R_p \rightarrow \max, S_p \rightarrow S_0$ ) та оберненої ( $S_p \rightarrow \min, R_p \rightarrow R_0$ ) задачі, використовуючи модель Марковіца, за якою дохідність портфеля цінних паперів  $R = \sum_{i=1}^N x_i r_i$ , а ризик визначається

функцією  $S_p = \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^N S_{ij} x_i x_j$ , де  $r_i$  – дохідність даного паперу,

$N$  – кількість цінних паперів,  $S_{ij}$  – коефіцієнт коваріації.

Пропонується подальше вдосконалення розв'язання цієї задачі – це проблема пошуку очікуваної прибутковості окремого цінного паперу, тобто задача прогнозування прибутку.

## **СЕКЦІЯ 5**

# **«ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА І МЕХАНІКА»**

## СОЗДАНИЕ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОГО ПРОДУКТА, РЕАЛИЗУЮЩЕГО СЕТЕВЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ НА ПОРТАТИВНЫХ УСТРОЙСТВАХ

Безпальый А.В., *студент*; Сушко Т.С., *ст. преподаватель*

На данный момент существует несколько программ имитирующих работу официального клиента на персональных компьютерах, среди них:

– L2Walker. Её достоинства: низкие требования к конфигурации компьютера, достаточно удобный интерфейс для игры, возможность автоматизировать почти все игровые действия. Недостатки: очень простая графика отображения происходящего в игре, программа запрещена на большинстве серверов.

– hTrader. Достоинства: очень проста в использовании, прекрасная замена клиента для ведения торгов. Недостатки: выполняет исключительно торговые функции.

Цель данной работы – написать свой клиент Lineage 2, который может подключаться к официальным серверам. При этом он должен работать как на портативных устройствах, так и на компьютере, и особых различий в клиенте для разных платформ быть не должно. Идея создания игры на мобильных устройствах не нова, но для мира Lineage это новое и попыток воссоздания клиента не было.

Результатом данной работы является программа, не уступающая по функциональности официальному клиенту.

Для достижения сформулированной цели выполнено следующее: на языке программирования Visual Basic.NET реализованы алгоритмы обмена пакетными данными по протоколу TCP/IP с применением шифрования (дешифрации) данных, основанных на алгоритмах Blowfish и методе, построенном на XOR.

Blowfish- это симметричный блочный шифр, т.е. алгоритм использует 1 секретный ключ, которым шифруются/дешифруются данные, которые обрабатываются блоками (по 8 байт). А если говорить конкретно о blowfish, то на основе этого ключа генерируются 18 32-битных подключей и 4 матрицы размером 256 32-битовых слов каждая, которыми, в свою очередь, шифруются и дешифруются данные. Применительно к lineage, нужно сказать, что ключ, на основе которого

генерируются подключи, является константой и чётко прописан в исходном коде. Ещё важно отметить то, что первые 2 байта данных пакета не шифруются и задают длину пакета.

Важно выделить модуль приёма сетевых пакетов от игрового сервера. Проблема состоит в том, что данные, приходящие от сервера, могут быть раздроблены на несколько сетевых пакетов. Неверное считывание может привести к тому, что динамический ключ после дешифрации таких пакетов станет неверным и дальнейшая работа потеряет смысл, учитывая специфику алгоритма шифрования.

В процессе работы над приложением опробовались два подхода приема и анализа сетевых пакетов:

1. Чаще всего приходит несколько пакетов. И если последний игровой пакет будет не полный, то программа ожидает прихода недостающей части и не анализирует пришедшие ранее пакеты.

2. Программа не ждёт завершения последнего пакета, а начинает дешифровать уже пришедшие и хранит информацию о последнем неполном пакете.

Каждый из этих подходов имеет свои преимущества и недостатки. В частности, при 1-м способе могут пропасть некоторые пакеты. Представим ситуацию, когда пришло очень большое количество игровых пакетов. Программа дождалась, что все пакеты целостны и начала анализ информации. В этот момент могут приходиться еще данные с сервера, но они не будут считаны, а будут ожидать в сетевом буфере объемом 64кб. Так как анализ может занять некоторое время, то существует вероятность, что сетевой буфер переполнится и данные просто будут утеряны и дальнейшая работа потеряет смысл. Этот метод запрограммировал и был протестирован на компьютерной версии (со скоростным Интернетом) и на мобильном устройстве (с очень медленным Интернетом и относительно малой мощностью устройства), потерь не было замечено в течении достаточно длительного времени, а именно 2-3 часа.

Второй способ не исключает возможность потери информации, а лишь уменьшает вероятность. В качестве преимущества можно рассматривать также теоретическое уменьшение времени анализа пришедших пакетов. Недостатком является необходимость хранить дополнительные данные о пакете, если он пришел не полностью.

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ РЕГУЛЯРНИХ СТРУКТУР ДО УСЕРЕДНЕННЯ МАГНІТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОЛОКНИСТИХ ФЕРОМАГНІТНИХ КОМПОЗИТІВ

Коваленко Д.С., студент; Шрамко Ю.В., доцент

Розробка теорії феромагнітних композитів дозволяє направлено змінювати фізико-механічні властивості таких матеріалів, підвищувати їх міцність та довговічність. Багато композитів, що випускаються промисловістю, мають регулярну періодичну структуру, врахування якої дає можливість не тільки отримувати осередненні характеристики, але й розв'язувати таку важливу задачу, як визначення мікроскопічних полів у рамках комірки періодичності.

Так, для композита тетрагональної будови ( $\omega_1 = 2$ ,  $\omega_2 = 2i$ ) виготовленого з фериту F-107 ( $\mu_r^{(0)} = 110$ ) та армованого трикутними волокнами ( $\mu_r^{(1)} = 2500$  – технічне залізо), побудовані ізолінії компонент вектора магнітного поля у випадку, коли на границях фундаментальної комірки задано магнітне поле  $\langle \vec{B} \rangle = (0.5; 0)$ .

З наведених результатів випливає, що у випадку, коли в модельованому феромагнітному середовищі діє однорідне магнітне поле, в структурі композита магнітне поле неоднорідне: мають місце градієнти в околі включень. При цьому встановлено, що максимальні за величиною компоненти вектора магнітної індукції, що виникають в матриці та волокнах, діють у випадку армування матриці трикутними волокнами.

Далі побудований алгоритм застосовується до осереднення магнітних властивостей волокнистих феромагнітних композитів. Під макромоделлю регулярно-армованого середовища розуміють однорідне феромагнітне середовище, рівняння стану якого збігаються із законом зв'язку між середніми значеннями компонент вектора магнітної індукції, з одного боку, та вектора напруженості магнітного поля – з іншого. У результаті отримуємо:

$$\begin{cases} \langle B_1 \rangle = \langle \mu_{11} \rangle \langle H_1 \rangle + \langle \mu_{12} \rangle \langle H_2 \rangle \\ \langle B_2 \rangle = \langle \mu_{21} \rangle \langle H_1 \rangle + \langle \mu_{22} \rangle \langle H_2 \rangle \end{cases}$$

Очевидно, матеріал має анізотропію магнітних властивостей, величини  $\langle \mu_{ij} \rangle$  мають зміст ефективних магнітних проникностей.

Із отриманих результатів випливає, що модельне середовище буде ізотропним при армуванні волокнами кругового та квадратного поперечного перерізу та ортотропним при армуванні еліптичними або трикутними волокнами. Крім того, наявність еліптичності у волокон призводить до зниження значень макропараметрів композита порівняно з композитом, який має кругові волокна.

## КРАЙОВА ЗАДАЧА ДЛЯ ДРОБОВО-ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО РІВНЯННЯ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ

Фильштинський Л.А., *професор*;  
Кірічок Т.А., *асистент*; Т.В. Мукомел, *аспірант*

На сьогодні в літературі існує декілька моделей, що описують механічні, електричні, теплові властивості фрактальних середовищ [1]. Вони містять диференціальні рівняння в частинних похідних дробового порядку. Дробовий параметр диференціювання пов'язаний з фрактальною розмірністю простору (тобто, з властивостями середовища) або з ефектами пам'яті.

У даній роботі досліджується одновимірна початково-крайова задача для узагальненого дробово-диференціального рівняння теплопровідності. Розглянемо півпростір, на межі якого задано імпульсні температурні умови. Система рівнянь, яка описує поставлену задачу, має вигляд

- рівняння теплопровідності

$$\frac{\partial^\alpha T}{\partial t^\alpha} - a^2 \frac{\partial^\beta T}{\partial x^\beta} = 0, \quad T = T(x, t), \quad 0 \leq t < \infty, \quad 0 \leq x < \infty$$

- початкові умови

$$T|_{t=0} = 0, \quad 0 < \alpha \leq 2; \quad \left. \frac{\partial T}{\partial t} \right|_{t=0} = 0, \quad 1 < \alpha \leq 2$$

- умови на межі півпростору

$$T(0, t) = P(t), \quad P(t) = C(H(t) - H(t - B)),$$

де  $C, B$  – сталі;  $H(t)$  – одинична функція Гевісайда.

Тут  $a^2$  – коефіцієнт теплопровідності,  $\frac{\partial^\alpha T}{\partial t^\alpha}$ ,  $1 < \alpha \leq 2$  – похідна Рімана-

Ліувілля,  $\frac{\partial^\beta T}{\partial x^\beta}$ ,  $1 < \beta \leq 2$  – похідна Ріса-Вейля [3].

Для розв'язання задачі (визначення температурної функції) було використано метод інтегральних перетворень Лапласа і Фур'є.

1. Carpinteri A., Chiaia B., Cornetti P., *Mat. Sci. Eng. A* **365**, 235 (2004).
2. Самко С. Г., Килбас А. А., Маричев О. И. *Интегралы и производные дробного порядка и некоторые их приложения*. Минск: «Наука и техника», 1987.688 с.

## МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПОХИБОК У БАГАТОФАКТОРНИХ ЕКСПЕРИМЕНТАХ

Брацихін В.М., *с.н.с.*, Інститут прикладної фізики НАН України;  
Брацихіна Л. І., *доцент*

Пропонується універсальна спрощена методика обчислення абсолютних (АП) та відносних похибок (ВП) величин, які визначаються у багатofакторних експериментах. При обчисленні застосовується метод найменших квадратів (МНК). При наявності складної залежності шуканої величини від кількох величин  $k = F(\xi, \chi, \psi, \dots, \tau)$  можна шляхом пере-творень замінити її лінійною залежністю  $y = k_c x + a_c$  між  $y = y(\xi, \chi, \psi, \dots, \tau)$ ,  $x = x(\xi, \chi, \psi, \dots, \tau)$  і за умови  $a_c$  – невідома стала. Якщо проведено  $n$  експериментів, то константи  $k_c$  і  $a_c$  визначаються із системи рівнянь

$$\begin{cases} k \sum_{i=1}^n x_i + n \cdot a = \sum_{i=1}^n y_i \\ k \sum_{i=1}^n x_i^2 + a \cdot \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n x_i y_i \end{cases},$$

з якої для шуканих величин

$$k_c = \left( n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n y_i \right) / \left( n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right) = \left( \langle x_i y_i \rangle - \langle x_i \rangle \langle y_i \rangle \right) / \left( \langle x_i^2 \rangle - \langle x_i \rangle^2 \right)$$

$$a_c = \left( \sum_{i=1}^n y_i \sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n x_i y_i \right) / \left( n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right) = \left( \langle x_i^2 \rangle \langle y_i \rangle - \langle x_i \rangle \langle x_i y_i \rangle \right) / \left( \langle x_i^2 \rangle - \langle x_i \rangle^2 \right)$$

$$\text{де } \langle x_i \rangle = \left( \sum_{i=1}^n x_i \right) / n, \quad \langle x_i^2 \rangle = \left( \sum_{i=1}^n x_i^2 \right) / n, \quad \langle y_i \rangle = \left( \sum_{i=1}^n y_i \right) / n, \quad \langle x_i y_i \rangle = \left( \sum_{i=1}^n x_i y_i \right) / n.$$

Якщо в експерименті невідомою є тільки одна величина, то розрахунки результатів суттєво спрощуються.

Залежність  $y = y(x)$  при цьому легко перетворюється в  $y = k_c x$  і графік залежності обов'язково пройде через початок координат ( $x_0 = 0, y_0 = 0$ ), тобто на графіку є ще одна особлива додаткова точка, бо вона достовірна. Достовірність цієї точки забезпечимо нескінченною кількістю таких точок з координатами ( $x_0 = 0, y_0 = 0$ ), внаслідок чого  $n \rightarrow \infty$ .

$$\text{Тоді } k_c = \left( \sum_{i=1}^n x_i y_i \right) / \left( \sum_{i=1}^n x_i^2 \right).$$

$$\text{Введемо } X = x_n - x_1, \quad Y = k_c(x_n - x_1).$$

$$\Delta k = \frac{1}{2} \left\{ \frac{Y + (\Delta y_1 + \Delta y_6)}{X - (\Delta x_1 + \Delta x_6)} - k + k - \frac{Y - (\Delta y_1 + \Delta y_6)}{X + (\Delta x_1 + \Delta x_6)} \right\}$$

За умови  $X \gg \Delta x_i$  і  $Y \gg \Delta y_i$ , то  $\Delta k_c \approx ((\Delta x_1 + \Delta x_6)/X + (\Delta y_1 + \Delta y_6)/Y)$ ;

За відсутності умови  $X \gg \Delta x_i$  і  $Y \gg \Delta y_i$



$$\Delta k = X(\Delta y_1 + \Delta y_n) + Y(\Delta x_1 + \Delta x_n)/X^2 - (\Delta x_1 + \Delta x_n)^2$$

Розглянемо конкретний приклад. Нехай потрібно визначити похибки експериментального визначення коефіцієнта жорсткості пружини шляхом застосування закону збереження механічної енергії (див. рисунок 1). Ускладненням експерименту є те, що маса вантажу  $m = 50$  г і статичної сили тяжіння  $mg$  замало для достатнього подовження пружини. Тому вантаж прив'язується до пружини невагомою нерозтяжною ниткою довжиною  $l$ .

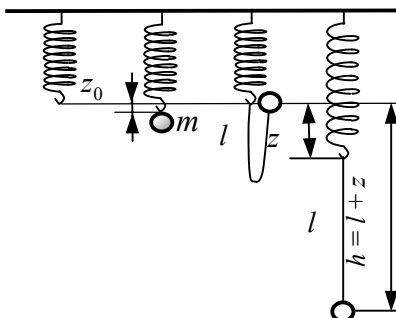


Рисунок. 1 Схема експерименту

Після звільнення вантаж  $m$  пролітає відстань  $h = l + z$  і за законом збереження механічної енергії маємо робочу залежність  $mgh = k(h - l)^2/2$ . Вона має прямолінійний графік у координатах  $y = 2mgh$  (Дж) і  $x = (h - l)^2$  (м<sup>2</sup>), причому він проходить через точку  $(0; 0)$ . Тому  $k_c = (\sum_{i=1}^n x_i y_i) / (\sum_{i=1}^n x_i^2)$ ,  $\Delta x_0 = 0$ ,

$$\Delta y_0 = 0, \Delta k = \Delta y_6 / x_6, \varepsilon_k = \Delta k / k_c.$$

Таблиця 1 – Отримані результати

параметр	1	2	3	4	5	6	сума
$l_i$ , м	0,000	0,250	0,385	0,560	0,585	1,00	–
$h_i$ , м	0,004	0,26	0,40	0,58	0,61	1,03	–
$y_i = 2mgh_i$	0,004	0,255	0,392	0,569	0,598	1,010	–
$x_i = (h_i - l_i)^2 \cdot 10^{-4}$	0,16	1,00	2,25	4,00	6,25	9,00	–
$x_i^2 \cdot 10^{-8}$ , м <sup>4</sup>	0,026	1,000	5,063	16,000	39,063	81,000	142,152
$x_i y_i \cdot 10^{-6}$ , Дж м <sup>2</sup>	0,064	25,5	88,2	227,6	373,8	909,0	1624,164

Похибки вимірювань  $\Delta h, \Delta l = 0,0$ м,  $\Delta m = 0,002$  кг,  $g = 9,81$ ,  $\Delta g = 0,005$  (м/с<sup>2</sup>). Коефіцієнт пружності  $k_c = 1142,25$  Н/м,

$$\Delta y_6 = 2mgh_6 \cdot (\Delta m/m + \Delta g/g + \Delta h/h_6) = 0,0512 \text{ (Дж)}, \Delta k = 56,9 \approx 60 \text{ Н/м.}$$

Наприкінці маємо  $k = (1140 \pm 60) \text{ Н/м}$ ,  $\varepsilon_k = 5\%$ .

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗВ'ЯЗНИХ ТЕПЛОВИХ ТА ПРУЖНИХ ХВИЛЬОВИХ ПОЛІВ ДЛЯ ІЗОТРОПНОЇ ПЛАСТИНИ ІЗ СТОРОННІМ ВКЛЮЧЕННЯМ

Фильштинський Л.А., *професор*;  
Москаленко О.І., *аспірант*; В.М. Кобзар

Починаючи з роботи [1], динамічні задачі теорії температурних напружень розглядалися багатьма авторами. Загальну модель термопружності з урахуванням зв'язності полів деформації та температури запропонував Дюгамель [2]. Існує декілька способів розв'язання граничних задач зв'язаної термопружності для ізотропних середовищ. Одним із найбільш ефективних є метод інтегральних рівнянь, який дозволяє одночасно розв'язувати зовнішні і внутрішні задачі. Ефективність використання сингулярних інтегральних рівнянь при дослідженні дифракції пружних хвиль на тріщинах, отворах, включеннях була показана у статті [3].

Розглядається ізотропна пластина, віднесена до декартової системи координат  $Ox_1x_2$ , із включенням, обмеженим замкнутою достатньо гладкою кривою  $\Gamma$ . На границі включення діє задане навантаження та тепловий потік. Із нескінченності можливе випромінювання плоских механічних монохроматичних хвиль. Будеться ефективна процедура дослідження теплових і механічних хвильових полів із урахуванням релаксації теплового потоку. Розв'язок проводиться у два етапи.

Перший – побудова матриці фундаментальних розв'язків двовимірної задачі зв'язаної термопружності  $\|g_n^{(m)}\|$ , ( $m, n = 1, 2, 3$ ).

$$g_1^{(1)} = -H_0^{(1)}(\gamma_2 r) + a_0 \sum_{j=0}^2 (-1)^j d_j b_j \partial_1^2 H_0^{(1)}(\mu_j r),$$

$$g_2^{(1)} = g_1^{(2)} = a_0 \sum_{j=0}^2 (-1)^j d_j b_j \partial_1 \partial_2 H_0^{(1)}(\mu_j r),$$

$$g_3^{(1)} = i\omega m a_0 \sum_{j=1}^2 (-1)^j \partial_1 H_0^{(1)}(\mu_j r),$$

$$g_2^{(2)} = -H_0^{(1)}(\gamma_2 r) + a_0 \sum_{j=0}^2 (-1)^j d_j b_j \partial_2^2 H_0^{(1)}(\mu_j r),$$

$$g_3^{(2)} = i\omega t a_0 \sum_{j=1}^2 (-1)^j \partial_2 H_0^{(1)}(\mu_j r),$$

$$g_1^{(3)} = \mu \frac{1+\nu}{1-\nu} \beta \alpha_T \sum_{j=1}^2 (-1)^j \partial_1 H_0^{(1)}(\mu_j r),$$

$$g_2^{(3)} = \mu \frac{1+\nu}{1-\nu} \beta \alpha_T \sum_{j=1}^2 (-1)^j \partial_2 H_0^{(1)}(\mu_j r),$$

$$g_3^{(3)} = \mu \beta \sum_{j=1}^2 (-1)^j (\gamma_1^2 - \mu_j^2) H_0^{(1)}(\mu_j r),$$

$$a_0 = \frac{1}{2\sigma(1-\nu)(\mu_1^2 - \mu_2^2)},$$

$$\beta = -\frac{1}{\lambda_T(\mu_1^2 - \mu_2^2)},$$

$$d_j = (\sigma + 1)a - \gamma_2^2 - i\gamma^2 - \sigma\mu_j^2 \quad (j=1,2),$$

де  $H_p^{(1)}(x)$  – функція Ганкеля першого роду порядку  $p$ ,  $\mu_j$ , ( $\text{Im } \mu_j > 0$ ,  $j = 1, 2$ ) – корені рівняння  $z^4 - dz^2 + b = 0$ ,  $\nu$  – коефіцієнт Пуассона,  $\sigma = (1 - 2\nu)^{-1}$ ,  $\lambda$ ,  $\mu$  – постійні Ламе,  $\alpha_T$  – температурний коефіцієнт лінійного розширення ізотропного тіла,  $\omega$  – кругова частота,  $\gamma$ ,  $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$  – хвильові числа.

На другому етапі, отримані фундаментальні розв'язки використовуються при зведенні граничної задачі до системи сингулярних інтегральних рівнянь.

1. Даниловская В. И., Прикладная математика и механика **14**, 316 (1950).
2. Duhamel J. M. C., J. De l'Ecole Polytechn. **15**, 1 (1837).
3. Фильштинский Л. А., Механика твердого тела **4**, 119 (1991).

## МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОТРУБОК ЗАЛЕЖНО ВІД КІЛЬКОСТІ ШАРІВ ТРУБКИ

Фильштинський Л.А., *професор*; Бойко М.В., *аспірант*

З тих пір, як у 1991 р. були відкриті вуглецеві нанотрубки, з'явилася велика кількість як теоретичних [1, 2], так і практичних робіт з визначення їх механічних властивостей. Вуглецеві нанотрубки відзначалися великою жорсткістю, великою міцністю тощо. Стосовно модуля Юнга багат шарових вуглецевих нанотрубок, то теоретичні роботи практично відсутні, а експериментальні помилки достатньо великі. Можливо, присутня деяка відсутність знань.

Фактичні значення модуля Юнга багат шарової вуглецевої нанотрубки визначаються, як [1]:

$$Y_m = \frac{1}{V} \frac{\partial^2 \Delta E^{(m)}}{\partial \varepsilon_x^2},$$

де  $V$  – об'єм багат шарової нанотрубки,  $\Delta E^{(m)}$  – енергія варіації,  $\varepsilon_x$  – напруження вздовж вісі нанотрубки.

З вищенаведеної формули за допомогою методів апроксимації можна отримати:

$$Y_m = \frac{N}{N-1+h/d} \frac{h}{d} Y,$$

де  $Y$  і  $h$  – модуль Юнга і фактична товщина шару нанотрубки одношарової нанотрубки,  $d$  – відстань між шарами багат шарової нанотрубки,  $N$  – кількість шарів.

Фактичні значення модуля Юнга  $Y_m$  залежать від кількості шарів нанотрубки і ці зміни досить суттєві (від 4,70 ТПа до 1,04 ТПа для  $N = 1 \sim \infty$ ). При чому дійсні значення  $Y_m$  не реагують на фізичні зміни жорсткості правильної решітки, але залежить від поперечного перерізу [1].

1. Zhan-chun Tu, Zhong-can Ou-Yang, Phys. Rev. B **65**, 233407 (2002).
2. V. Pichot, S. Badaire, P. A. Albouy, C. Zakri, P. Poulin, P. Launois, Phys. Rev. B **74**, 245416 (2006).

## ОСОБЕННОСТИ КРИПТОГРАФИИ, БАЗИРУЮЩЕЙСЯ НА ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ КРИВОЙ НАД КОНЕЧНЫМ ПОЛЕМ

Николаенко Р.С., *студент*; Фильштинский В.А., *доцент*

Повсеместная компьютеризация приводит к повышению актуальности криптографии в целом. Однако отдельные сферы выдвигают к используемым системам криптографической защиты некоторые дополнительные требования. Одним из таких требований является длина ключа. Оно актуально в системах, устройствах с ограниченным объемом памяти, в сетях с маленькой пропускной способностью. Поскольку в качестве ключей и параметров криптографических систем используются простые числа, то меньший размер упрощает процесс их генерации. Все это ускоряет работу системы в целом, экономит ее ресурсы. В этом отношении по сравнению с широко используемыми системами отличным выбором является криптография на эллиптической кривой.

Эллиптическая кривая над конечным полем дает нам группу точек, в которой специальным образом введена операция сложения. Для полученной группы точек можно сформулировать некий аналог проблемы дискретного логарифма. Его называют проблемой дискретного логарифма на эллиптической кривой. На сложности разрешимости данной проблемы и базируется стойкость криптографической системы на эллиптической кривой над конечным полем.

Целью настоящего доклада является обзор особенностей криптографических систем на эллиптической кривой, проблем возникающих при использовании данной системы.

## ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СЖАТОЙ УПРУГОЙ МНОГОСЛОЙНОЙ ПЛАСТИНЫ ИЗ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С МЕЖСЛОЕВЫМ РАССЛОЕНИЕМ

Долгих В.Н., *доцент*,

ГВУЗ «Украинская академия банковского дела НБУ», г. Сумы

Межслоевые расслоения в многослойных пластинах и оболочках из композиционных материалов (КМ), возникающие в процессе изготовления и эксплуатации, снижают несущую способность изделия, особенно при действии циклических и сжимающих нагрузок.

Исследование несущей способности сжатых тонких пластин без расслоений сводится к определению нижней критической нагрузки потери устойчивости и изучению закритического поведения, сопровождающегося большими деформациями. Если большие деформации изделия неприемлемы, то считается, что несущая способность исчерпывается при достижении сжимающей нагрузкой нижнего критического значения, соответствующего точке бифуркации форм равновесия.

Наличие межслоевого расслоения существенно усложняет процесс исследования, поскольку нижняя критическая нагрузка сильно зависит от формы, расположения, относительных размеров расслоения и может соответствовать как глобальной потере устойчивости пластины, так и локальной потере устойчивости тонкого отслоения. Поскольку выпучивание тонкого поверхностного слоя не приводит к потере несущей способности пластины, нижняя критическая нагрузка не будет предельной. Поэтому для определения несущей способности сжатых пластин и оболочек с расслоениями необходимо исследовать их поведение в закритической области. Кроме того, при увеличении нагрузки в закритической области возрастают прогибы, а с ними и потенциальная энергия частей расслоившейся пластины (оболочки). Этой энергии может оказаться достаточно для разрыва межслоевых связей, что приведет к росту размеров расслоения, который может быть устойчивым (монотонно возрастающим с ростом нагрузки) и неустойчивым (скачкообразным). Учёт возможности роста размеров расслоения также является обязательным.

В работе предлагается методика и результаты исследования несущей способности сжатых многослойных пластин из КМ с межслоевым расслоением, основанная на исследовании их закритического поведения. Для определения критических размеров расслоения применялся энергетический критерий Гриффитса. Приведены результаты расчётов несущей способности пластин из углепластиков КМУ-4Э и КМУ-8 для различных схем укладки слоёв и относительных размеров отслоений.

## ОСНОВНЫЕ КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНЫЕ СООТНОШЕНИЯ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ПАКЕТА КРУГЛЫХ ПЛАСТИН С УЧЕТОМ АСИММЕТРИИ МЕМБРАННЫХ УСИЛИЙ

Кунцев С.В., *доцент*

ГВУЗ «Украинская академия банковского дела НБУ», г. Сумы

Определение параметров собственных колебаний пакета пластин производится на основе мембранной конечноэлементной модели, допускающей проскальзывание слоев друг относительно друга. Предполагается, что нормальные перемещения всех слоев одинаковы, а силы трения между слоями отсутствуют. Мембранные усилия в каждом слое пакета не зависят от времени.

Сжатие тонкого пакета пластин под воздействием опорного устройства приводит к тому, что каждый слой приобретает большие перемещения в поперечном направлении и переходит в закритическое состояние, характеризующееся перераспределением напряжений, вследствие чего при малых амплитудах колебаний значительно смещается спектр собственных частот и качественно изменяются формы колебаний.

Составление мембранной конечноэлементной модели пакета сводится к получению матриц жесткости и инерции рассматриваемой упругой системы. Вывод указанных матриц осуществляется с помощью суммирования соответственно потенциальной и кинетической энергий каждого слоя. Применяется конечный элемент треугольной формы. Допускается, что материал слоистого конечного элемента является ортотропным. Для получения матрицы жесткости конечного элемента пакета суммируются потенциальные энергии элементов слоев.

Потенциальная энергия деформации [1] слоя представляет собой интеграл (номер слоя опущен):  $\frac{1}{2} \int \{ \varepsilon \}^T [D] \{ \varepsilon \} dV$ . Потенциальная энергия деформации с учетом соотношений упругости для анизотропного материала имеет вид:

$$E_y / [2(1 - n^2 v_y^2)] \int [n \varepsilon_x^2 + 2n v_y \varepsilon_x \varepsilon_y + \varepsilon_y^2 + m(1 - n^2 v_y) v_{xy}^2] dV$$

Потенциальную энергию конечного элемента пакета получаем как сумму энергий плоской деформации и деформации при конечных перемещениях элементов каждого слоя.

$$J_3 = \frac{1}{2} \int [ T_x^p (\partial w / \partial x)^2 + T_y^p (\partial w / \partial y)^2 + 2 T_{xy}^p (\partial w / \partial x) (\partial w / \partial y) ] dx dy$$

где  $T_x^p = \Sigma \sigma_{xi}^0 h_i$ ,  $T_y^p = \Sigma \sigma_{yi}^0 h_i$ ,  $T_{xy}^p = \Sigma \tau_{xyi}^0 h_i$  – мембранные усилия, причем мембранные напряжения связаны с перемещениями по формулам:

$$\sigma_x^0 = E_y / (1 - n^2 v_y^2) (n + n v_y \partial v / \partial y),$$

$$\sigma_y^0 = E_y/(1 - \nu^2)(\partial v/\partial y + \nu v_y \partial u/\partial x), \quad \tau_{xy}^0 = E_y m(\partial u/\partial y + \partial v/\partial x).$$

Распределение перемещений внутри элемента принимаем в виде линейной функции его координат [2]:  $w = a_1 + a_2x + a_3y$ .

Матрица жесткости конечного элемента имеет вид:

$$[k] = ([B]^{-1})^T (\int [C]^T [T^p] [C] dx dy) [B]^{-1}$$

Кинетическая энергия конечного элемента пакета представляет собой сумму кинетических энергий элементов слоев.

$$T^p = \frac{1}{2} \rho^p \int (dw/dt)^2 dx dy$$

Опыт применения МКЭ указывает на то, что наилучшая аппроксимация динамических систем достигается при использовании матриц не сосредоточенных, а распределенных, которые обычно называют "согласованными" матрицами [3]. Матрица инерции пакета в работе получена "согласованной", что обеспечивает высокую точность вычислений значений собственных частот.

$$[m] = ([B]^{-1})^T (\int \rho^p [N]^T [N] dx dy) [B]^{-1}$$

Таким образом, в работе получены необходимые конечноэлементные соотношения для расчета собственных колебаний пакета круглых пластин с учетом асимметрии мембранных усилий. Матрицы представлены в виде, удобном для составления программы на ЭВМ.

1. Зенкевич О.К. Метод конечных элементов в технике. – М. : Мир, 1975. – 541 с.
2. Chuh Mei. Free Vibrations of Circular Membranes under Arbitrary Tension by the Finite-Element Method. – The Journal of the Acoustical Society of America, 1969, v.46, № 3, 693-700.
3. Henry Remi. Calcul des coques minces en grandes deformations par elements finis application aux aubes de compresseur en rotation. – Lyon, 1973, p. 110.





Наукове видання

**МАТЕРІАЛИ**  
**та програма**  
IV МІЖВУЗІВСЬКОЇ  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
викладачів, співробітників, аспірантів і студентів  
“ІНФОРМАТИКА, МАТЕМАТИКА,  
МЕХАНІКА”  
**ІММ - 2009**  
21-24 квітня 2009 р.

Відповідальний за випуск в. о. декана ф-ту ЕЛІТ	доцент	<b>С.І. Проценко</b>
Комп'ютерне верстання	доцента	<b>Т.В. Лютого</b>
Дизайн обкладинки	доцента	<b>Т.В. Лютого</b>
Редактор		<b>Н.В. Лисогуб</b>
Відповідальний редактор	доцент	<b>Т.В. Лютий</b>

Стиль та орфографія авторів збережені.

Підп. до друку 14.04.09 ,поз.

Формат 60×84/16. Папір офс. Гарнітура Times New Roman Суг. Друк офс.

Ум. друк. арк. Обл.-вид. арк.

Тираж 100 пр.

Зам. №

Видавництво СумДУ при Сумському державному університеті  
40007, Суми, вул. Р.-Корсакова, 2

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного  
реєстру ДК №3062 від 17.12.2007 р.

Надруковано в друкарні СумДУ  
40007, Суми, вул. Р.-Корсакова, 2

