

Міністерство освіти і науки України
Чорноморський національний університет імені Петра Могили



**Всеукраїнська науково-методична конференція
«МОГИЛЯНСЬКІ ЧИТАННЯ – 2016:
ДОСВІД ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА
В УКРАЇНІ: ГЛОБАЛЬНИЙ, НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТА РЕГІОНАЛЬНИЙ АСПЕКТИ»**

Збірник тез

**Том 5
Технічні науки.
Комп'ютерні науки**

**У рамках тижня науки
14–18 листопада 2016 р.**

Миколаїв – 2016

Всеукраїнська науково-методична конференція «Могилянські читання – 2016: досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні: глобальний, національний та регіональний аспекти» : [збірник тез]. – Том 5. – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2016. – 132 с.

У збірнику тез містяться матеріали доповідей учасників Всеукраїнської науково-методичної конференції «Могилянські читання – 2016: досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні: глобальний, національний та регіональний аспекти».

СЕКЦІЯ: ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Підсекція: СУЧАСНІ ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 621.763:62-73

**Клименко Л. П., Прищепов О. Ф.,
Шугай В. В., Случак О. І.**

РОЗРОБКА МЕТОДІВ СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ ПОРИСТИХ КОМПОЗИТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ РУДНИХ КОНЦЕНТРАТІВ ТА АКТИВОВАНИХ МІНЕРАЛЬНИХ НАПОВНЮВАЧІВ

В 2014–2018 роках в ЧНУ імені Петра Могили проводяться дослідження в рамках проекту «Структурування та технології інженерії поверхневих високоміцних структур з перемінною зносостійкістю». В рамках даної тематики було розроблено ряд пористих порошкових композитів для фільтрів, теплоізоляторів та деталей медичного призначення на основі титанової губки. Вибір титанового порошку в якості вихідного матеріалу обумовлено доступністю, меншою собівартістю, високою пористістю.

Визначено, що напрямки розробки нових матеріалів залежатимуть від умов експлуатації матеріалу та поділятимуться на антифрикційні структури, фільтри та теплоізолюючі матеріали. Внаслідок вдосконалення процесу виробництва було визначено ряд наповнювачів для універсального застосування (кремній, активоване вугілля), а також для фільтрів газів (силікагель, активоване в фільтрі вугілля) та рідин (кремній, рутил, нікель). В ході даних робіт, було розроблено та направлено для патентування кремнієвий наповнювач для композитних фільтрів на основі порошку губчатого титану та силікатна матриця.

Так як рутилова титанова губка є напівфабрикатом з металічними та керамічними (як і у корунду) властивостями, вона має досить суттєву власну пористість. В ході апробації отриманих матеріалів було зафіксовано ряд проблем, пов'язаних з взаємодією титанової губки з розплавом металу. Так капілярний ефект, що виникає в пористій вкладці в процесі взаємодії з розплавом металу при відливанні чавунних зразків здатен прискорити їх руйнування. Основною причиною цього ефекту є саме наявна відкрита пористість, що служить і для регуляції тепловіддачі зразка.

Використання пошарової структури дозволяє посилити ефект від надання кожному шару найбільш вигідних в умовах експлуатації характеристик за рахунок наповнювачів.

Для виготовлення технічних фільтрів багаторазового застосування було запропоновано використовувати пористий фільтр з титанової губки спечений в муфельній печі при 800 °С. Отриманий рутил є досить ефективним технічним адсорбентом. Пізніше технологію було вдосконалено за рахунок вакуумного спікання титанової губки з іншими наповнювачами.

Таблиця 1

Наповнювачі для композитних фільтрів

Наповнювач	Хімічна формула	Пористість композиту, % (відкрита)	Призначення фільтру
Діоксид кремнію	SiO ₂	58	рідина/газ
Карбон 15 РМ	TiC	20	рідина
Активоване вугілля	[Ti] + [C]	20	газ/рідина (вимагає активації в фільтрі)
Шлам	(мас. %): Fe ₂ O ₃ 40–55, Al ₂ O ₃ 14–18, CaO 5–10, SiO ₂ 5–10, TiO ₂ 4–6, Na ₂ O 2–4	42	рідина
Сіль кухонна	NaCl	регульована	Добавка для контролю пористості
Силікагель	nSiO ₂ ·mH ₂ O	31	Газ (вимагає активації в фільтрі)

Не менш перспективним виглядає напрямок виготовлення «пустих» фільтрів та наповнення їх домішками з подальшою активацією комплексу. Тут найперспективнішим виглядає застосування методу отримання силікагелю, проте з таким фільтром необхідно працювати в умовах нормальних температур через його пожежонебезпечність, і він не може застосовуватись для фільтрації рідин. В той же час, для фільтрації газів, це ефективний багаторазовий (можливість видалити та з нуля сформувати наповнювач) фільтр.

Вологе змішування основи для пресування призначено для контролю рівномірності розподілу наповнювача, виключення просипання, запобігання потраплянню дисперсного пилу від порошкових наповнювачів в повітря, полягає в додаванні до суміші при розмішування певної кількості води до змочування суміші, але без повного розчинення

солі. Контроль пористості здійснюється за рахунок додавання солі NaCl перед пресуванням та її вимиванням перед спіканням заготовки у вакуумі. При стиканні титанового порошку з наповнювачем, відбувається заповнення пор в матеріалі, утворення захисної плівки навколо часток металу, що виконує пасивуючу роль. Спікання в вакуумі укріплює заготовку та спаює поверхню металу з наповнювачем.

Таким чином, було досліджено та апробовано ряд методів виробництва порошкових фільтрів, що включають вологе замішування суміші наповнювача з титановою губкою в воді для рівномірного розподілу наповнювача в суміші та контролю пористості через додавання солі до суміші з її подальшим вимиванням. До недоліків цього типу структури відносяться: складність спайки між шарами з принципово різним складом; можливість потрапляння видавленого залишку води на обладнання при пресуванні, можливість розкришування заготовки при механічному впливі після вимивання солі до етапу спікання.

УДК 669.056.9.85-033.6

Андрєєв В. І., Случак О. І.

МЕТОДИ НАНЕСЕННЯ ТА ОСНОВНІ КОМПОНЕНТИ ПОВЕРХНЕВИХ КОМПОЗИТНИХ СТРУКТУР У ВИГЛЯДІ МЕТАЛЕВИХ, КЕРАМІЧНИХ ТА СИНТЕТИЧНИХ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ

Метою даного дослідження є розгляд основних властивостей компонентів керамічних, металокерамічних та полімерних захисних покриттів, що застосовуються або можуть бути застосовані в ремонті та подовженні терміну експлуатації елементів двигунів та ливарних форм.

Об'єктом виступають методи модифікації металевих поверхонь з застосуванням композитних структур.

Предметом є керамічні та синтетичні захисні покриття.

З метою більш повного аналізу визначеної вище проблеми перед нами було поставлено ряд завдань:

1. Розглянути основні причини зносу деталей у специфічних умовах експлуатації.
2. Проаналізувати основні методи нанесення захисних покриттів, їх переваги та недоліки.
3. Описати основні матеріали захисних покриттів, що застосовуються, або можуть бути застосовані для відновлення та подовження

терміну експлуатації елементів двигунів та ливарних форм, а також охарактеризувати їх властивості.

Було визначено та математично виражено основні фактори зносу металічних деталей циліндричної форми. В ході дослідження визначено, що кінематика процесу зношування в двигуні включає значно більше факторів ніж було враховано впродовж експериментальних досліджень. Прийнято до уваги наявний матеріал з удосконалення захисних покриттів металічного і металокерамічного типу для коківлів відцентрового лиття.

Оцінку властивостей покриттів виконували по величині мікротвердості, вимірної в перетині косою шліфа при навантаженні на індентор 1Н. Додаткова інформація про мікроструктуру шару та стан поверхні отримана за допомогою оптичного мікроскопу «Неофот-21» і електронного мікроскопу Stereoscan.

Великий вплив на структуру та властивості термостійких покриттів мають азот, водень, кисень, які зазвичай скрихлюють шари, що утворюються, та знижують міцність їх зчеплення з підшарком. При великих швидкостях конденсації на поверхні пористого Ti ($I_g = 120 \text{ A}, 150 \text{ A}$) плівки карбіду титану характеризуються значною вибіркою орієнтацією на поверхні підшарку. Мікротвердість шару конденсату ($Ti - Zr$) N в залежності від величини опорної напруги і тиску азоту представлена в табл. 1.

Таблиця 1

Мікротвердість покриття ($Ti - Zr$) N , ГПа

Тиск азоту, 10^{-1} Па	Опорна напруга, В		
	100	140	180
2-3	Варіант 1 24,0	Варіант 2 22,4	Варіант 3 21,9
4-5	Варіант 4 22,4	Варіант 5 21,8	Варіант 6 21,5
6-7	Варіант 7 21,0	Варіант 8 21,5	Варіант 9 21,8

Дані є середніми величинами по результатам замірів 7–10 точок. Кратність повторення дослідів – 2.

За експериментальними результатами побудовані графіки, що відображають залежність мікротвердості покриттів ($Ti - Zr$) N від тиску азоту при постійній опорній напрузі (рис. 1) та залежності мікротвердості покриття ($Ti - Zr$) N від опорної напруги при постійному тиску газу.

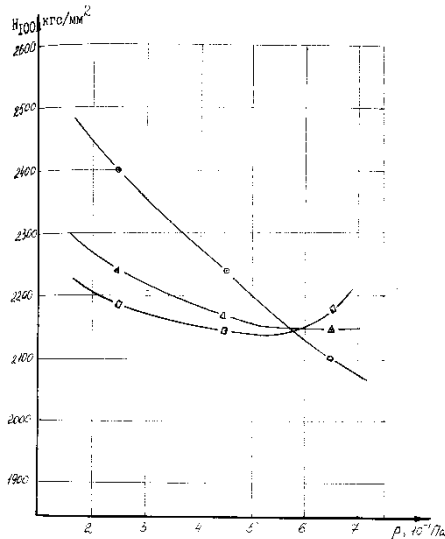


Рис. 1. Залежність мікротвердості покриттів (Ti – Zr) N від тиску азоту при опорній напрузі на підшарку: Θ – 100 В; Δ – 140 В; Ξ – 180 В

Було проведено ряд експериментальних досліджень з поверхневої обробки металів методами наплавлення, нарощування, геотрибомодифікації, електрохіміко-механічної обробки та формування захисних покриттів.

Було визначено, що нарощування вимагає модернізації через формування контрольованого процесу кристалізації, що на даний момент в процесі розробки.

В той же час, всі ці методи для свого покращення вимагали поглибленого вивчення гальванічних процесів, що виникають при ЕХМ та адаптації даної методики до інших методів (табл. 1).

Таблиця 1

Зразки для досліджень властивостей

Зразок	Параметри
Контрольний зразок	Конструкційна сталь
Нарощена чавунна поверхня	Однорідність нарощеного шару для відновлення деталей
Наплавлення з спайкою з композитним шаром	Оптимальний склад наплавленого композиту
Метал після геотрибомодифікації	Характер зміни стійкості поверхні для захисних покриттів

Метал після електрохіміко-механічної обробки	Варіанти обміднення, хромування, титанового шару та ін.
Властивості захисних покриттів після комбінованого методу	Підбір полімерного, полімеркерамічного, металокерамічного та ін. варіантів.

Основними спірними питаннями в процесі даного дослідження стали:

- Вибір оптимального методу обробки між легуванням, антифрикційними покриттями та звичайним відновленням геометрії поверхні;
- Можливість утворення покриттів та поверхневих структур з заданими характеристиками (по кожній індивідуально);
- Вплив струму на процес модифікації (який з його параметрів на що впливає);
- Перспективність наших методів обробки для інших матеріалів.

Наразі, найбільш успішним можна вважати метод, отриманий шляхом адаптації компонентів геотрибомодифікації для електрохіміко-механічного процесу обробки. Для цього методом вологого пресування суміші титанової губки, дисперсних порошків червоного бокситного шламу, графіту та доломіту в матриці рідкого скла було виготовлено інструмент-анод.

При обробці деталі даним інструментом було застосовано струм напругою в 12 В частотою 50Гц в першому експерименті та 25 В частотою 50 Гц в другому. В якості електроліту виступала суміш рідкого скла з гліцерином.

Було доведено, що напруга впливає на інтенсивність процесу модифікації поверхні, а частота на якість модифікації (3 експеримент напруга 12 В частота 60 Гц; 4-й 25В 60 Гц).

Враховуючи речовини-модифікатори Червоний шлам – (мас. %): 40–55 Fe₂O₃, 14–18 Al₂O₃, 5–10 CaO, 5–10 SiO₂, 4–6 TiO₂, 2–4 Na₂O; домішки (г/т): 5 Cu, 10 Be, 50 B, 4 S, 0,2 Co, 30 Ga, 30 Sc, 20 La, 30 Ce, 20 Mo, 80 Y, 20 Ni; титанова губка – TiO₂ 85–91 %; графіт – C; рідке скло – Na₂O(SiO₂)_n, доломіт – CaCO₃·MgCO₃, ми можемо сказати, що процес насичення поверхні мінеральними домішками є близьким до геотрибомодифікації, але відбувається не за рахунок нагрівання, а за рахунок тертя та гальванічного ефекту.

Рідке скло під дією температури утворює нерозчинні силікати Na₂SiO₃, що утворюють плівку на поверхні матеріалу (їх міцність за шкалою Мосса = 6, що відповідає міцності рутилу). Доломіт під дією нагрівання розпадається на оксиди кальцію та магнію і в суміші з силікатами, графітом та Fe₂O₃ з шламу представляють собою суміш схожу

з магнезитовим порошком, що застосовують в електроплавильних печах. Так відбувається насичення поверхні металу мінералами, що здійснюють легуючу дію як і магнезит в металургії, а суміш, що не брала участі в насиченні поверхні, утворює антифрикційне покриття з міцністю, що не поступається рутилу та температурою плавлення не нижче 1300 °С. Додавання в основу інструменту самого рутилу, обумовлено тим, що лише при взаємодії з поверхнею оксидів металів з рідкого скла при розкладанні під дією температури утворюються нерозчинні силікати з підвищеною міцністю та тугоплавкістю.

Проблема даної методики полягає в пошуку оптимального набору модифікаторів, та підбору частоти для струму (вирішено залишити напругу в діапазоні 12–30 В), а також вибору між постійним та перемінним струмом в даному процесі. Для оптимізації даної технології проводяться дослідження, в ході яких буде підтверджено, або виключено ряд припущень, зроблених на етапі теоретичної розробки даного процесу.

УДК 621.3

Сіделєв М. І., Безручко С. О.

СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ МІКРОКЛІМАТУ ТА БЕЗПЕКИ ОФІСУ

Темі дистанційного контролю за мікрокліматом, безпекою тощо присвячено достатня кількість наукових праць. Але вони глибоко пророблені у своїй сфері або орієнтовані на підприємство в цілому. У даній роботі пропонується система дистанційного контролю на рівні начальника підрозділу, котрий особисто відповідає за виконання планових робіт та безперебійного виробничого процесу на рівні створення необхідних кліматичних умов для робітничого персоналу.

За аналізом технічної та комерційної літератури можна зробити висновки, що в основному системи дистанційного контролю розподіляються на такі напрямки:

- контроль доступу на підприємство;
- контроль за мікрокліматом підприємства;
- контроль за пожежною безпекою підприємства;
- контроль за інформаційною безпекою підприємства тощо.

Однак така класифікація контролю відноситься до режиму підприємства у цілому, за що відповідає особисто керівник підприємства. Повертаючись до обов'язків керівника структурного підрозділу, можна

виділити основні проблеми, з чим він постійно стикається у робочому процесі:

1. Забезпечення номінальної температури у приміщенні на рівні 22–23 °С. У неробочі часи задля економії електроенергії можна знизити температуру. Але за годину до початку роботи треба запустити систему, щоб температура піднялась на достатній рівень.

2. Для покращання працездатності персоналу корисно завчасно провітрити приміщення та підняти озоновий рівень.

3. Забезпечити достатню вологість задля уникнення електростатичних розрядів.

4. Виключати освітлення на випадок, коли персонал забуває це зробити.

5. Спостерігати за персоналом в позаурочний час роботи.

6. Завчасно готувати приміщення у незаплановані дні роботи. Таке відбувається у випадку, коли виробничий план може стати під загрозою.

7. Переводити у економічний режим використання електроенергії у святкові дні.

8. Інші можливі проблеми, котрі тут не описані.

Звісно, що можна створити подібне регулювання і контроль автономними засобами без участі дистанційного оператора, але неможливо урахувати всі нестандартні ситуації, що можуть виникати на підприємстві та у його окремому підрозділі. У цьому випадку важливо мати можливість візуального контролю в момент отримання спеціального сигналу. Тому є сенс побудувати нескладну та мобільну систему спостереження за параметрами мікроклімату та безпеки офісу (за наявності у ньому персоналу).

Система, що розглядається у даній роботі, повинна мати такі технічні та програмні елементи:

– Датчики руху, температури, вологості, освітлення, якості повітря тощо.

– Веб-камери.

– Електронний контактор для вмикання-вимикання світла.

– Мікроконтролерний блок управління.

– Портативні комп'ютери (net-book) – 2 шт.

– Під'єднання до Інтернету з обох сторін.

– Багатофункціональний кондиціонер.

– Протоколи обміну даними.

Сценарій спостереження керівником підрозділу за офісом на випадок його особистої відсутності може бути таким:

– Керівник підрозділу отримує планові смс-повідомлення (електронного листа як варіант) приблизно такого змісту: «дата, час, кліматичні умови в нормі, персонал присутній тощо». Періодичність повідомлень визначається завчасно і їх наявність сигналізує про те, що система працює нормально.

– Непланові смс-повідомлення про відхилення кліматичних параметрів від норми, про відсутність персоналу у робочі часи, про наявність персоналу у неробочі часи тощо.

– Керівник може включити візуальний контроль за приміщеннями, включити або виключити освітлення, скорегувати роботу технічних засобів, вийти на зв'язок з персоналом тощо.

Таким чином, можна реалізувати систему, що дозволить підвищити працездатність офісних працівників, перевіряти керівниками стан приміщення задля комфорту і більшої продуктивності персоналу.

УДК 621.3

Сідєлєв М. І., Сільвейстров О. В.

ІНТЕРФЕЙСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ПРИВАТНОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

У наші часи існують Інтернет-технології автоматизованого відслідковування руху пасажирського транспорту, наприклад, «немаршрутних» таксі. Це дає можливість диспетчерським пунктам адресно надавати замови на послугу та не робити запити щодо місцезнаходження окремих автомобілів. Але ще не вирішена проблема систематизації руху приватного маршрутного таксі. Ще залишається факт нерівномірності навантаження такого транспорту у часі та у напрямках перевезень. Створення єдиного автопарку та диспетчерських пунктів направлено вирішити питання оптимізації маршрутів перевезень, та ми досі теменно знаємо, що і досі доволі часто стаємо перед фактом надмірного заповнення мікроавтобуса на зупинках автотранспорту.

У роботі розглянуті основні проблеми маршрутних таксопарків і запропоновані шляхи їх вирішення за рахунок створення єдиної інформаційної системи. Вона планується бути створена на основі спеціалізованого обладнання на різних рівнях:

- на рівні центрального пункту керування міським громадянським транспортом;
- на рівні диспетчерських пунктів;
- на рівні оснащення мікроавтобусів;

– на рівні додатків до мобільних телефонів користувачів транспорту.

На рис. 1 представлена загальна функціональна схема системи регулювання приватного пасажирського транспорту. Система буде працювати ефективно, якщо будуть вдало розроблені інтерфейсні частини програмного забезпечення, оскільки оперативна інформація повинна надходити і сприйматися як спеціалістами служби, так і звичайними громадянами, що не мають великого досвіду з роботою комп'ютерних систем.

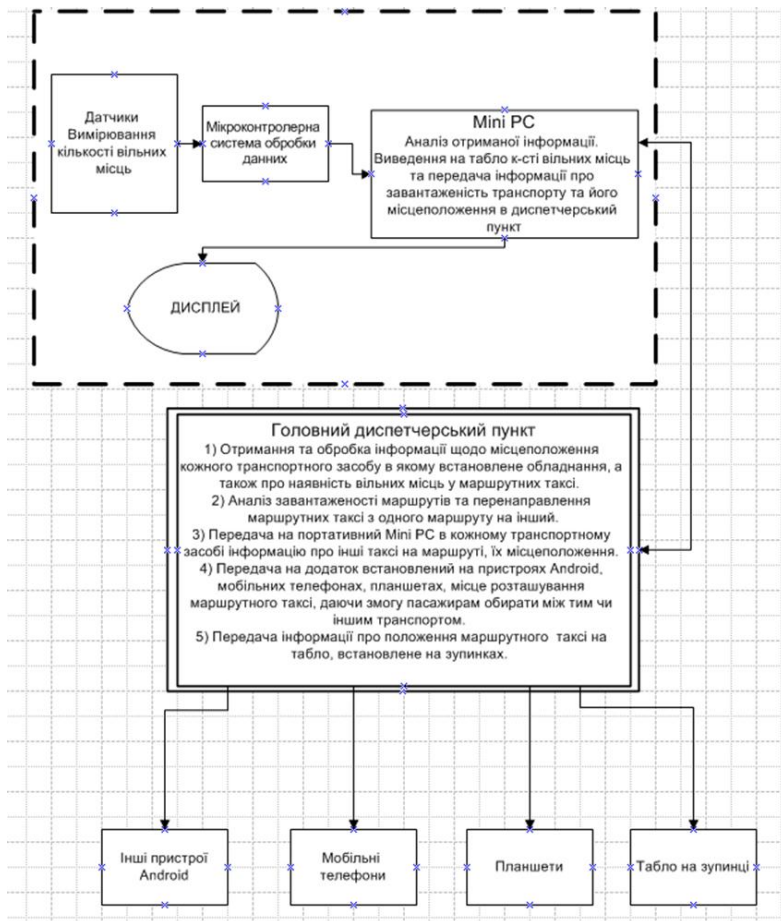


Рис. 1. Загальна функціональна схема системи регулювання приватного пасажирського транспорту

Інтерфейс диспетчерського пункту включає в себе як мінімум мапу міста, викреслені маршрути і все маршрутні таксі з їх індивідуальними номерами. За вибором окремої машини на екран монітору будуть виведені дані щодо водія, місткості на заповнюваності автомобіля. На основі цієї інформації оператор може перенаправити окремі таксі на інші маршрути. Інтерфейс може динамічно переналаштовуватися за вимогами оператора.

Інтерфейс додатку для смартфона включає в себе мапу міста, пункт вибору маршруту і самі маршрутки у вигляді кольорових «біль-ярдних» кульок, на котрих відображаються кількість вільних місць. Колір «кульки» відповідає кольору авто.

При бажанні, користувач матиме змогу натиснути на кульку, у результаті чого буде виведене окреме вікно, в котрому відображаються: марка автомобіля, загальна кількість місць, кількість вільних місць тощо. Наприклад:

- Таксі: Рута
- Колір: жовтий
- Місцезнаходження: Соборна-Декабристів
- Загальна кількість/вільних місць: 20/3
- Вартість проїзду: 4 грн

Інтерфейс планується бути максимально простим, зрозумілим і здатним працювати на «слабких» смартфонах. Дуже важливий фактор – швидкість обміну даними, саме тоді користувач буде отримувати достовірну інформацію.

УДК 004.02

**Щесюк О. В., Мальцев С. І.,
Лісков Д. А., Зюляєв Д. Д.**

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПРИСТРОЮ ЗБОРУ ТА ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ ІЗ ВИКОРИСТАННЯ МЕРЕЖІ ETHERNET

Більшість технологічних процесів йде зараз по шляху автоматизації. Крім того, управління численними механізмами і агрегатами, а часто і машинами просто немислимо без точних вимірювань всіляких фізичних величин. Важливим є вимір тиску, кутової швидкості, витрати речовини, а також багато інших параметрів. Але найпоширенішими (близько 50 %) є температурні виміри. Наприклад, середня за величиною атомна станція налічує приблизно 1500 контрольних (вимірюва-

льних) точок, а велике хімічне виробництво, налічує таких вже близько 20 тис. Тому актуальною є проблема автоматизації процесу вимірювання температури.

Одним із способів вирішення цієї проблеми є використання інтернету, адже передача інформації через мережу Ethernet є зручним і швидким способом отримання даних з датчиків. Метою даної роботи є розробка програмного коду для зчитування температури з сенсорів. Через пакетні передачі даних, а саме мережу Ethernet, можна зчитувати дані та обробляти їх. Але головна проблема полягає у недостатній надійності передачі інформації по мережі, адже завжди будуть спостерігатися невеликі збої. Тому програму було вдосконалено таким чином, щоб можна було отримувати дані незалежно від інтернету.

Розроблений пристрій збору та передачі цифрових сигналів складається з таких блоків: сенсор температури DS18B20, мікроконтролер МК – duino ATMEGA328. Мережева карта Ethernet, ПК, блок живлення.

Процес компіляції програмного коду в Arduino показано на рис. 1, а повідомлення про відсутність помилок та розмір використаної пам'яті на рис. 2.

Розроблено програмне забезпечення для керування процесами передачі інформації через мережу Ethernet і розглянуті всі можливі причини збоїв передачі даних через мережу. У разі відключення мережі, дані автоматично зчитуватися.

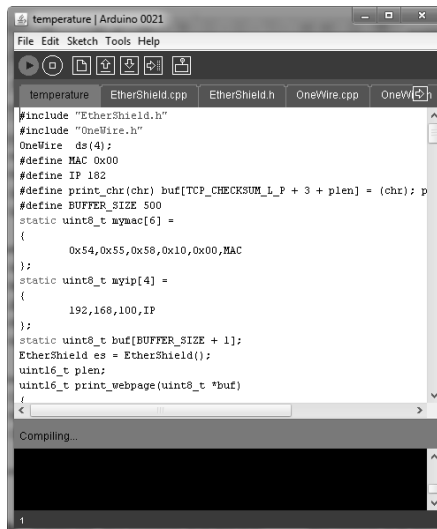


Рис. 1. Процес компіляції програмного коду

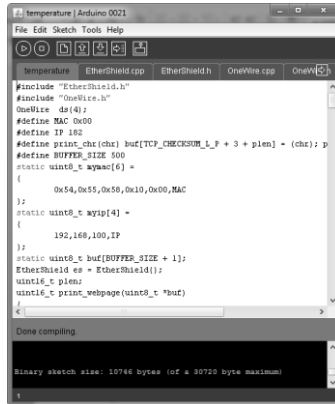


Рис. 2. Повідомлення про відсутність помилок та розмір використаної пам'яті

УДК 621.3.049.77:621.791.317

Яремчук О. М.

ПАЯЛЬНА СТАНЦІЯ НА МІКРОКОНТРОЛЕРІ АТМЕГА8

Поширення паяльних станцій викликано, в першу чергу, тим, що ручна пайка в галузі електроніки із використанням простих паяльних засобів перестає відповідати вимогам якості.

Об'єкт дослідження – методи контактної та безконтактної пайки.

Предмет дослідження – паяльна станція на мікроконтролері Atmega8.

Метою роботи є створення інструменту, який дозволяє здійснювати пайку чутливих електронних компонентів з максимальним дотриманням усіх встановлених для них технічних регламентів за температурою та тривалістю пайки, рівномірністю та швидкістю нагріву, розмірами зони нагріву.

Відповідно до поставленої мети було вирішено такі завдання: здійснено огляд відомих методів та засобів пайки; виявлено недоліки існуючих паяльних станцій; розроблено плату управління та індикації, виконано моделювання роботи системи.

Розглянемо функціональну схему паяльної станції. При виборі функціональної схеми будемо враховувати такі характеристики як собівартість, швидкодію, надійність, простоту реалізації, габаритність та точність.

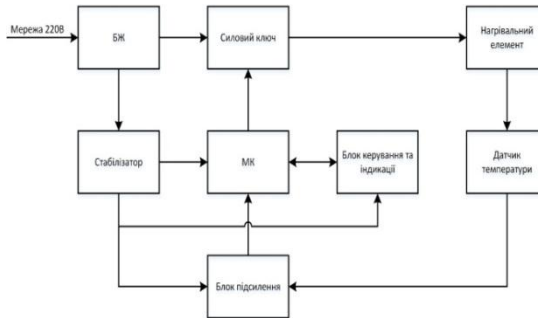


Рис. 1. Функціональна схема паяльної станції

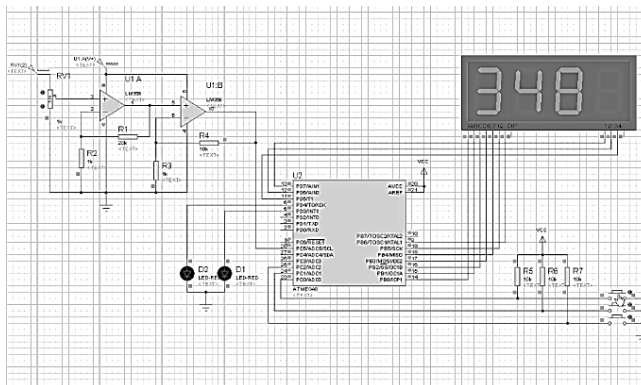


Рис. 2. Моделювання роботи системи в Proteus

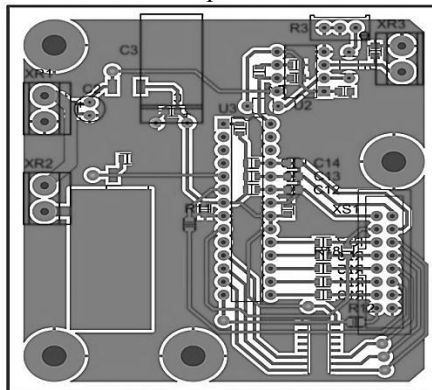


Рис. 3. Мікроконтролерна плата

УДК 658.012:378

Потай І. Ю.

АСПЕКТИ АВТОМАТИЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ НАВЧАЛЬНИМ ПРОЦЕСОМ У ВНЗ

Навчальний процес – це складна система, що виражається нескінченним різноманітністю станів, відносин, зв'язків компонентів, з яких вона складається. Щоб ця система була оптимальною і дійсно розвивалася, вона повинна бути раціональною, мати необхідне науково-теоретичне обґрунтування і наукову організацію. Навчальний процес як велика і складна система, що включає значну кількість компонентів і підсистем, вимагає певної стабільної впорядкованості та раціонального управління виходячи з цілей і завдань навчання.

До головних складових навчального процесу можна віднести:

- зміст навчання (за допомогою відповідних навчальних планів і розподілу видів навчальної роботи в них);
- методи і способи навчання;
- форми і засоби навчання;
- навчальна і наукова робота студентів;
- навчальна діяльність викладачів.

Ці складові знаходяться в постійному взаємозв'язку завдяки руху різноманітного потоку навчальної інформації.

Реформа вищої освіти в Україні внесла істотні зміни в організацію навчального процесу у вищих навчальних закладах III–IV рівня акредитації.

На сьогоднішній день ВНЗ має широкі можливості в регулюванні обсягів аудиторних занять і, відповідно, завантаження студентів і навчального навантаження викладачів. При цьому, необхідно забезпечити якість підготовки фахівців відповідно до вимог Держстандарту. Тому виникає проблема встановлення оптимального співвідношення між видами занять.

Навчальний процес у ВНЗ III–IV рівня акредитації – велика складна система зі своїми характерними особливостями. Наприклад, впровадження в систему навчального процесу самостійної роботи, нових методів і засобів навчання вимагає їх аналізу з урахуванням індивідуального підходу до всіх студентів.

У загальному комплексі завдань навчального процесу особлива увага повинна приділятися організації систематичної самостійної роботи студентів з оптимальним розподілом часу на проведення цієї роботи з окремих предметів і видів навчання. Це дозволить знайти

шляхи, засоби і методи раціональної організації та проведення самостійної роботи, визначити способи і періодичність оцінки її ефективності та контролю.

Час в навчальному процесі та самостійної роботи студентів – фактор істотний, що вимагає не тільки постійної уваги, але і регулярного обліку, контролю і оцінки результатів його використання.

Інтерпретація навчального процесу шляхом використання активізуючих засобів, форм і методів навчання ставить два взаємопов'язані завдання: підвищення якості навчання і одночасно зниження витрат часу (скорочення аудиторного навантаження).

Час в навчальному процесі є істотним показником його стану і результативності. Основними характеристиками процесу навчання є: обсяг знань, інтенсивність їх придбання і час, що витрачається на придбання певного обсягу знань. Автоматизація інформаційного підходу до оцінки ефективності системи навчального процесу дозволяє виробляти впорядкування цих характеристик для вдосконалення процесу навчання.

Потік інформації в навчальному процесі, виходячи зі змісту предмета вивчення, цілей і завдань навчання, навчального плану і програми, формується викладачем, який визначає його обсяг, час вивчення певних розділів, ступінь і форми наукового вираження. Далі викладач вибирає для цього потоку інформації методи і способи вивчення, визначаються засоби і форми його вираження і направляються студентам в якості матеріалу відповідної навчальної діяльності. Вивчивши інформаційний матеріал, студенти підтверджують своє знання предмета, порівнюючи його з програмним змістом на іспитах, заліках та інших видах контролю.

На підставі цієї інформації введено показник:

Індекс середнього балу і якості:

$$I \delta \varphi = \frac{\sum_{i=1}^{N_i} \delta_i \cdot \varphi_i}{\frac{\sum_{i=1}^{N_i} \delta_{icp} \varphi_{icp}}{N}},$$

де δ_i – середній бал по конкретній дисципліні i -ї спеціальності;

φ_i – показник якості конкретної дисципліни i -ї спеціальності;

δ_{icp} – середній бал i -ї спеціальності;

φ_{icp} – середній показник якості i -ї спеціальності;

N – кількість спеціальностей.

Проводячи дослідний аналіз в цьому напрямку, отриманий ряд наступних показників.

1. Індекс аудиторного навантаження з дисципліни:

$$I_{rp} = \frac{D_p}{K_p},$$

де D_p – кількість аудиторних годин з дисципліни P ,

K_p – загальний (кредитний) обсяг годин з дисципліни P .

2. Індекс аудиторного навантаження зі спеціальності:

$$I_{rpi} = \frac{D_p}{Ai},$$

де A_i – загальна кількість аудиторних годин по i -ї спеціальності.

3. Індекс аудиторного навантаження університету:

$$I_{rп} = \frac{\sum_{i=1}^{N_i} A_i}{\sum_{i=1}^{N_i} K_i}$$

4. Критерій (коефіцієнт) аудиторного навантаження

$$K_{pi} = \frac{I_{rpi.cp}}{I_{r.cp}},$$

де

$$I_{rпi.cp} = \sum_{i=1}^{Ni} \sum_{p=1}^{Np} I_{rpi} = \sum_{i=1}^{Ni} \sum_{p=1}^{Np} \frac{D_p}{Ai}$$

Підставивши [4] і [6] в [5], отримаємо:

$$K_{pi} = \frac{P_p \cdot \sum_{i=1}^{Ni} K_i}{\left(\sum_{i=1}^N I_{rpi} \cdot k_i \right)^2}$$

Цей критерій дозволяє за використанням автоматизованого підходу, уніфікувати навчальний процес усіх спеціальностей ВНЗ.

Автоматизація управління навчальним процесом у ВНЗ є одним із актуальних завдань на сучасному етапі. В її завдання входить обґрунтування зв'язку, відносин і оптимальних дій у встановленні змісту і функціонування всіх основних складових системи навчання:

– встановлення змісту навчання і його послідовності;

- вибір засобів і форм навчання;
- напрямок навчальної діяльності викладачів;
- методологія навчання;
- напрямок навчальної роботи студентів.

Дослідження, що проводяться в цих напрямках, дозволяють зробити висновок, що організація навчального процесу вищої школи вимагає методологічного і психологічного розгляду сутності навчання, встановлення суворої дисципліни навчальної діяльності студентів і в той же час, надання їм широкої ініціативи в самостійній роботі.

УДК 658.012:378

Потай І. Ю., Король О. А.

АНАЛІЗ ЗАДАЧІ ТЕОРІЇ РОЗКЛАДУ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Перші опубліковані дослідження на тему автоматизації при складанні розкладів занять з'явилися ще в ХХ ст. Математичною основою таких робіт є теорія розкладів – розділ дослідження операцій, в якому будуються і досліджуються математичні моделі календарного планування.

Завдання складання розкладу виникають в різних сферах діяльності:

- виробництво (впорядкування технологічних операцій по виконавцям і за часом);
- транспорт;
- освіта (організація навчального процесу).

Задачі про складання оптимального розкладу в тій чи іншій області присвячено досить велику кількість робіт, що говорить про її складності і практичної значущості.

Подібні завдання пов'язані з упорядкуванням деяких робіт в залежності від кількості виконавців або часу. Одночасно необхідно враховувати обмеження на послідовність виконання робіт, обмеження, пов'язані з виконавцями, і т. д.

Мета рішення таких завдань – це побудова допустимих розкладів при дотриманні всіх обмежень або знаходження оптимального допустимого розкладу по тим або іншим критерієм оптимальності (поняття оптимальності тут замінюється поняттям допустимості, задовільності, раціональності), що є ще більш складним завданням.

Завдання щодо складання розкладу у ВНЗ є завданням багатокритеріальної оптимізації. Необхідно враховувати досить велику кількість критеріїв. Як правило, критеріям призначається ступінь важливості,

що робить істотний вплив як на процес, так і на якість складається розкладу.

Впровадження кредитно-трансферної технології навчання вимагає від вищих навчальних закладів подальшого зміцнення навчально-методичної, матеріально-технічної та наукової бази. Завдання складання розкладу повинна враховувати нові вимоги по організації навчального процесу. Це позначиться на кількості показників і обмежень при реалізації алгоритмів вибору найкращого розкладу занять.

Рішення задач теорії розкладів ускладнюються тим фактом, що більшість з них є NP-складними, і алгоритми їх автоматизації, повинні бути адаптовані для отримання прийняттого варіанту за гранично допустимий час.

Відзначимо, що завдання складання розкладу залежить від інших суміжних завдань, які необхідно вирішувати при організації навчального процесу, наприклад від завдання складання навчального навантаження. Варіанти її розподілу можуть по-різному впливати на якість підсумкового розкладу (рис. 1).

До розкладу представлено безліч вимог. Вимоги при складанні розкладу також ранжуються і діляться на основні та другорядні (рис. 2).

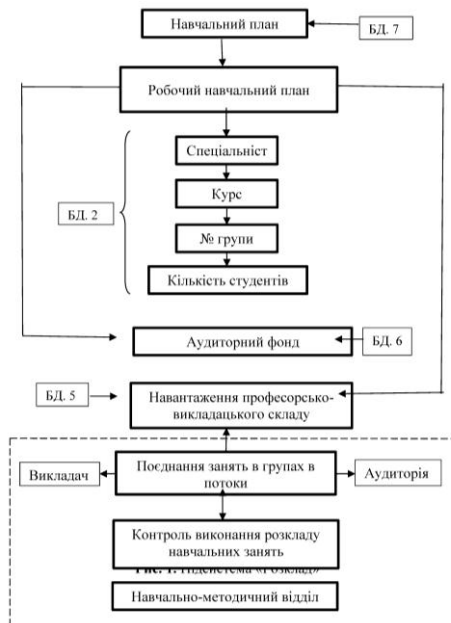


Рис. 1. Підсистема «Розклад»

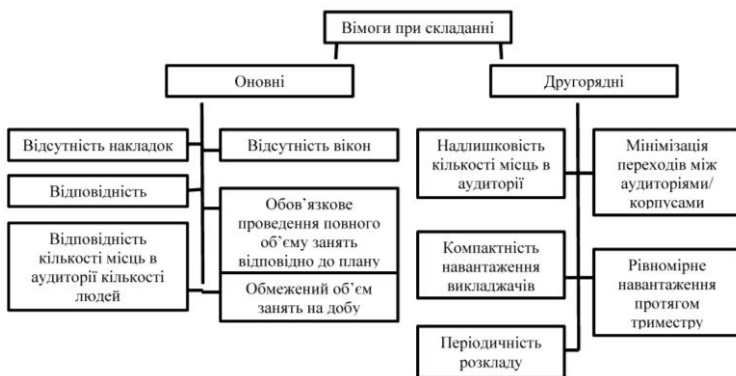


Рис. 2. Класифікація вимог при складанні розкладу у ВНЗ

У сучасних умовах кількість вимог при формуванні розкладів зростає, внаслідок чого автоматизовані комплекси необхідно перебудовувати. Рішення завдання з автоматичного формування розкладу заощадить трудовитрати співробітників навчальних відділів, створить максимально зручні умови для викладацької діяльності, яка не обмежується аудиторного навантаження. Отже, процес формування розкладу також повинен бути адаптований до нових вимог, а якість складеного розкладу повинно бути прямо пов'язане з ефективністю навчального і виховного процесу в ВНЗ.

СЕКЦІЯ: КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ

Підсекція: МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

УДК 004.75:004.89

Бурлаченко І. С.

СППР НА ОСНОВІ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ПІДХОДУ ДЛЯ МАСШТАБУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ СИСТЕМ РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЕНЬ В ЗАДАЧАХ МОНІТОРИНГУ

Новітні вимоги до рухомих моніторингових мереж (РММ) декларують забезпечення високого рівня швидкодії агентів та надійності обробки даних. Висока продуктивність серверу обробки даних РММ обумовлена використанням концепції контейнеризації (рис. 1). Функціонування РРМ не можливе без серверних технологій, що вимагають тонкого налаштування, особливо при масштабуванні. Уявіть собі, що виконується обробка близько мільйонів завдань РММ і використовуються тисячі годин процесорного часу в місяць, при цьому відбувається швидке оновлення образів програмних систем, які повинні бути доступними іншим агентам РММ.

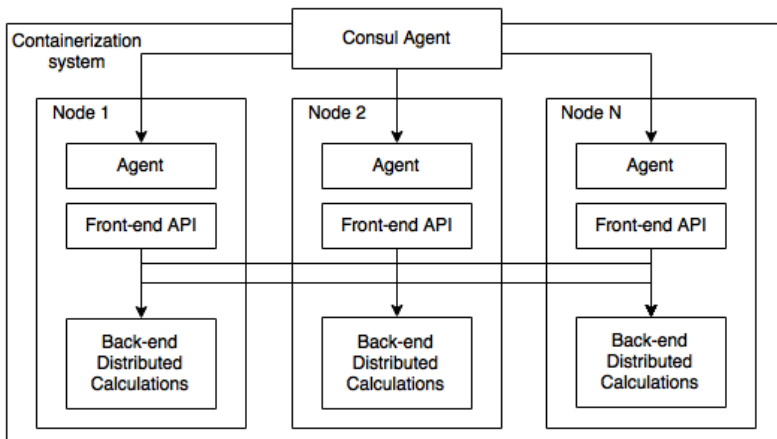


Рис. 1. Архітектура Docker серверу обробки даних РММ

Існує програмне забезпечення виконання завдань, яке дозволяє планувати, обробляти і масштабувати завдання, не піклуючись про створення і підтримку програмної інфраструктури. LXC-контейнери є методом віртуалізації на рівні операційної системи і дозволяють контейнерам розділяти між собою ядро, але таким чином, що кожен контейнер може бути обмежений у використанні певної кількості ресурсів, таких як процесор, пам'ять і пристрої введення/виводу. Docker-контейнери надають аналогічні можливості, в тому числі REST API, систему контролю версій, механізми оновлення образів та доступу до метрик. Крім того, Docker підтримує більш безпечний спосіб ізоляції даних, використовуючи файлову систему в режимі CoW. Це дає можливість змінам, внесеним в файли в рамках завдання, зберігатись окремо і використовуватись в подальшому аналізі. PMM складається з двох основних множин сутностей: контейнеризовані сервери (CS) та рухомі агенти (MA). Високопродуктивне виконання обробки моніторингових задач на кожному CS_i обумовлює використання локальних ресурсів. За умови виключення CS_i з множини активно діючих серверів виникає проблема масштабування архітектури з метою збереження функціонування, а саме – реплікації програмних образів, що реалізують функціонал PMM.

Проблема зміни функціональності ma_j , як агента PMM, може бути формалізована як $f_{MAS} : CS \rightarrow MA$, де $f_{MAS} = f(NP)$ – функція мультиагентності, що відображає CS на MA в залежності від технічних характеристик вузла NP.

Запропонована MAC реалізує наступні ролі: *dist-calc-agent* – агент, що зосереджує програмну функціональність PMM; *node-agent* – агент, що зберігає метадані та фрагментів даних та взаємодіє з розподіленими *dist-calc-agent*'ами; *scheduler-agent* – агент, що планує і запускає операції з даними, є масштабованим агентом, що зберігає в пам'яті стани PMM; *proxy-agent* – агент, що є елементом шару надходження зовнішніх запитів виконання розподілених обчислень, виконує функцію аутентифікації агентів PMM, надає API, приймає участь у балансуванні навантаження на PMM; *consul-agent* – зберігає у пам'яті метаінформацію про архітектуру PMM, координує балансування навантаження *proxy-agent*'ів та процеси реплікації, відновлення даних *node-agent*'ами.

Автоматизований процес зміни функціональних ролей PMM може вплинути на ймовірнісну ефективність роботи всієї мережі, тому запропоновано СППР, що буде надавати оцінку стратегії масштабування PMM та рекомендації ОПР щодо застосування механізмів реконфігурування PMM з метою ефективної реплікації програмних образів Docker-контейнерів.

УДК 004.02

Донченко М. В.

ОСОБЛИВОСТІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ НА БАЗІ ГІС

Підтримка прийняття рішення на базі ГІС має свої особливості. Однією із основних є наявність просторової компоненти, яка вносить свій суттєвий вклад в важливі аспекти підтримки прийняття рішення. Розглянемо основні з них.

Проблема – це стан системи (об'єкта), який приводить до ненормального (незадовільного) функціонування і вимагає свого вирішення. Для розв'язання проблеми її потрібно проаналізувати. Аналіз починається з опису. Опис проблеми може бути з фізичної чи інформаційної точки зору. Фізичний опис характеризує процеси чи дії, які привели до критичного стану. Це можуть бути знос, старіння, відмови, впливи експлуатаційних і людських факторів, зміни умов функціонування, зміни вимог і т. п. Інформаційний опис – це якісний і кількісний опис критичного і можливих станів системи.

Фізичний опис є основною складовою ситуації, в якій просторова компонента грає важливу роль. Ситуація – це стан, в якому опинилася система, включаючи історію, динамічні, соціальні чи екологічні процеси, які привели до цього стану. Для підтримки прийняття рішення дуже важливим є аналіз, як критичної ситуації, так і всіх можливих ситуацій. При аналізі ситуації з'являються фізичні невизначеності, які витікають із складності визначення внутрішніх і зовнішніх процесів, які забезпечують функціонування системи. Особливе місце займає визначення зовнішніх впливів на систему і системи на навколишнє середовище, а також взаємний вплив елементів системи. Але певні закономірності функціонування системи, закономірності зовнішніх і внутрішніх процесів, характеристики впливів, в якій мірі, уже досліджувались, що надає можливість, хай опосередковано, але їх враховувати.

Просторова інформація розширює можливості аналізу і надає певне підвищення інформативності як для системи, так і для її елементів в силу того, що вона дозволяє отримати необхідні додаткові атрибутивні дані. В той самий час атрибутивні дані поглиблюють і уточнюють просторові дані. Фактично вони формують просторове поле даних, яке, в свою чергу, дозволяє відкривати нові закономірності.

Аналіз ситуації, визначення основних ефектоформувальних процесів і впливів на них, дозволяє, в якій мірі, підвищити інформативність системи і тим самим понизити невизначеність не тільки для ситуації, а і для інформаційного опису; дозволяє аргументовано визначати можливі ситуації і можливу інформацію про їхній стан, що дозволяє знизити невизначеність при ППР. Крім того, це дозволяє обґрунтовано роз-

поділити пошук рішення на поетапну оптимізацію системи, що суттєво спрощує розв'язання проблеми в цілому. Особливо це зручно для оцінки ефективності варіантів, кількість яких на кожному етапі зменшується на порядок і більше. Більше того критерії оцінки на кожному етапі інтуїтивно зрозумілі та не потребують спеціальних методів. Що стосується невизначеностей, то пропонується виконувати їх пофакторний аналіз, який дозволяє підвищити інформативність по кожному з них окремо. Пропонується розглядати невизначеності:

- ситуації;
- проблеми;
- стратегії розв'язання проблеми;
- моделей опису базових процесів;
- часу;
- мети;
- критеріїв;
- інформації;
- факторів впливу;
- втрат і здобутків;
- ризиків.

Залежно від ситуації можливі стани системи можуть сильно відрізнятися. Як варіант, можна розглядати наступну поетапну оптимізацію:

- формулювання стратегії дослідження;
- визначення мети;
- вибір ефектоутворюючого процесу;
- пошук оптимальної структури;
- аналіз ефективності елементів;
- компонування ефективної системи;
- вибір і обґрунтування рішення.

УДК 681.532.8: 629.734

Журавська І. М., Румянков Д. І.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ НА ОСНОВІ ARDUINO З МІКРОКОНТРОЛЕРОМ АТМЕГА ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ЩОДО ПОПРАВКИ КУРСУ ПОЛЬОТУ БПЛА

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) за останні декілька років знаходять використання в багатьох сферах – при аерофотозйомці, в рятувальних операціях, для збору даних на ділянках ландшафту. В залежності від останнього, виникає необхідність коригувати курс польоту

БПЛА з втручанням людини-оператора або навіть в автономному режимі. Така система управління повинна автоматично приймати рішення щодо керування станом основних конструктивними елементами БПЛА: швидкістю обертів двигуна БПЛА планерного типу або двигунів мультироторного апарату, напрямком польоту шляхом зміни стану керма напрямку, керма висоти та елеронів.

Приклад архітектури одної з підсистем – системи керування обертами – наведений на рис. 1.

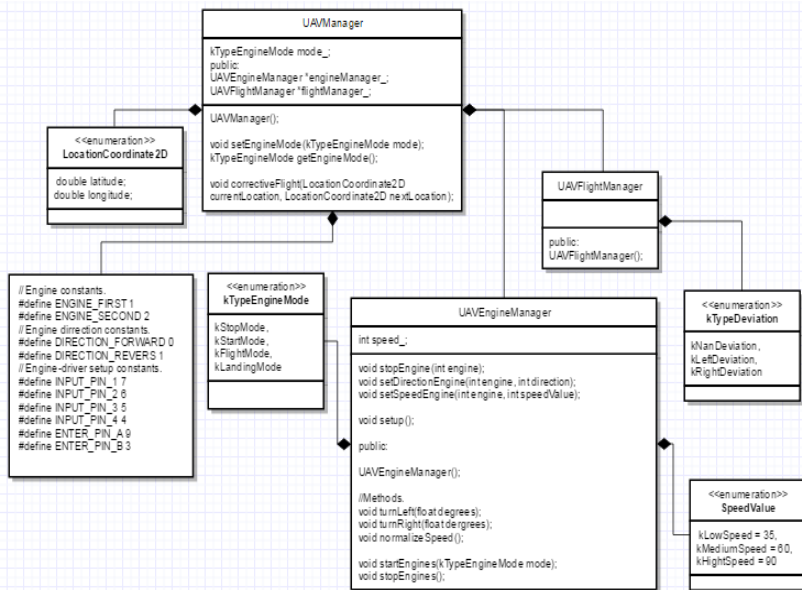


Рис. 1. Архітектура підсистеми керування обертами

Для створення загальної системи автоматичного управління необхідно забезпечити БПЛА відповідними датчиками та системами керування цих датчиків. Набір таких систем для БПЛА може бути комплектованим у такому складі:

1. САУД. Система автоматичного управління двигуном(-ми), яка відповідає за коригування обертів двигуна(-ів).
2. САУП. Система автоматичного управління польотом, яка відповідає за коригування напрямку літального апарату.
3. САУН. Система автоматичного управління навігації, яка відповідає за місцезнаходження БПЛА в просторі та визначення напрямку й висоти польоту.

4. САУЗіЗД. Система автоматичного управління записом і збереженням даних моніторингу.

5. САУПД. Система автоматичного управління передачею даних до наземного/повітряного командного центру.

6. САУЖ. Система автоматичного управління електроживленням, яка виконує основну із задач – забезпечення працездатності попередніх систем.

Реалізація даної системи для малогабаритних БПЛА можлива шляхом використання мікроконтролерів та їх програмування. З метою управління польотом БПЛА було використано програмування мікроконтролеру ATmega, який інтегрований в плату Arduino. Реалізація програмного коду системи управління виконана на C-подібній мові мікроконтролеру, яка надає можливості ручного керування пам'яттю модуля та має достатню швидкість.

Правильний розподіл між сутностями в проекті забезпечує спрощення процесу управління та здійснюється програмно-орієнтованим підходом програмування. Таким чином, зберігається семантична побудова архітектури й можливість легко підтримувати управління на інших рівнях.

УДК 004.652:657

Казарін С. О., Кулаковська І. В.

ОПТИМІЗАЦІЯ МЕХАНІЗМІВ ПОШУКУ ТА ОЦІНКА ЯКОСТІ ЗНАНЬ НА БАЗІ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ КОРИСТУВАЦЬКИХ ЗАПИТІВ

Для будь-якої організації необхідна інтелектуальна та проста у використанні система для управління запасами знань, що має механізми ефективного пошуку та набуття нових знань. Знання (Knowledge) – необхідна інформація, що використовується згідно певних правил, із урахуванням відношення до цієї інформації особи, яка їх використовує. Управління знаннями – пошук та розповсюдження актуальної інформації в середовищі пов'язаних між собою осіб. Управління знаннями (Knowledge Management) – процес створення умов для виявлення, збереження та ефективного використання інформації та знань у спільноті. Це стратегія, направлена на надання необхідних знань членам спільноти, яким вони необхідні, щоб підвищити ефективність діяльності. Обмін знаннями (Knowledge Sharing) – процес постійної циркуляції знань за допомогою застосування організаційних методів із

використанням технологічних рішень. Обмін та передача знань у рамках однієї організації набуває форми створення бази знань, що забезпечує накопичення та повторне їх використання. Ресурси знань можуть знаходитись в різних місцях, базах даних, знань, картотечних блоках, у спеціалістів, тощо.

Перша проблема, пов'язана із розробкою та впровадженням систем управління знаннями, полягає у невизначеності поняття Knowledge Management. Термін «управління знаннями» формулюється різними способами, авторами, а також в різних цілях. Необхідно сформулювати визначення КМ таким чином, щоб кінцевий результат цього процесу був очевидним: КМ – це створення таких умов, при яких накопичені знання і досвід ефективно використовуються для виконання важливих для компанії задач.

У багатьох компаніях створювались технічні рішення «інформаційних порталів». Вони хаотично наповнювались інформацією і формалізованими знаннями. Звичайно в таких випадках подібні технологічні рішення грають важливу роль для практичного забезпечення КМ. Тим не менш, роль організаційних інструментів не менш важлива.

Наступна проблема пов'язана із тим, що наявність великої кількості ресурсів не завжди корисно для компанії. В реальності вона свідчить тільки про інформаційну перевантаженість співробітників компанії. Нестача структури, а не кількість інформації є причиною зростаючої неможливості обробити інформацію. Управління знаннями відбувається для того, щоб ними скористатись, а не заради процесу як такого.

У деяких випадках створений ресурс ніким не використовується. Це, як правило, пов'язано із тим, що для успішної діяльності компанії і окремо взятого підрозділу знання, розміщені на ресурсі не мають цінності. Відповідно і їх збереження не має практичного сенсу. Треба зберігати лише ті знання, які реально потрібні для успіху компанії.

Для ефективного видобутку знань необхідно знайти мотивацію до обміну знаннями і професійним досвідом. Наприклад, важливо, якщо до досвіду прислуховуються, визнають авторитет в певній області, або пропозиція стала основою для нової стратегії компанії на ринку. З іншої сторони, співробітники не будуть постійно інвестувати в КМ свій час, якщо це не відображається позитивно на їх професійній діяльності. Такі витрати мають бути компенсовані деякою матеріальною винагородою.

Багато хто вважає, що у процесах КМ мають приймати участь лише найбільш компетентні співробітники (експерти) компанії і КМ-професіонали. Однак, якщо співробітники не приймають участь у процесах КМ, вони відчують, що їх знання залишаються непотрібними. Часто трапляється, що саме ці співробітники полишають компанію.

Застосування зворотного зв'язку системи управління знаннями із її користувачами дозволяє вирішити більшість вищеописаних проблем. По-перше, аналіз користувацьких запитів до системи дозволяє отримати ключові слова, запитання, а також категорії класифікатора. Отже початковий опис знань, що здійснено експертом може бути скорегований відповідно до точки зору користувачів, які виконують пошук цих даних. Подібна операція приводить класифікатор у форму, що більш відповідає образу мислення кінцевих користувачів, а отже підвищує швидкість пошуку необхідних знань.

У багатьох випадках у системі можуть міститись різні відомості по вирішенню однієї проблеми, сформульовані різними експертами в різний час. Оцінка різних підходів, що спирається на статистику використання знань є не менш важливою ніж експертні оцінки. Використання статистики додавання, модифікації, і, найважливіше, використання знань при виконанні робочих задач, дозволяє оцінити не тільки самі знання, а і діяльність співробітників, направлену на удосконалення системи управління знаннями, а отже значно створює підґрунтя для розрахунку можливої матеріальної винагороди, як одного з підходів щодо мотивації співробітників.

УДК 681.5

Козлов О. В., Шигида В. М.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРОЮ ПРОЛІЗНОГО РЕАКТОРА НА ОСНОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ КЕРУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ

У доповіді розглядаються питання розробки та дослідження системи автоматичного керування (САК) температурою нагріву піролізного реактора комплексу утилізації цілих зношених автомобільних шин (АШ) на базі нечітких контролерів типу Сугено.

Технологія безперервної термічної утилізації цілих зношених автомобільних шин широко застосовується для повної утилізації різнотипних АШ і гумотехнічних виробів, що вийшли з експлуатації, в екологічно безпечних й енергозберігаючих режимах. Для реалізації даної технології використовуються спеціальні комплекси, які, в свою чергу, являють собою складні багатокомпонентні технічні об'єкти. Автоматизація технологічних комплексів даного типу дозволяє суттєво підвищити точність керування технічними параметрами технологічного процесу безперервної термічної утилізації цілих зношених АШ та покращити якість отриманого альтернативного палива.

Стабілізація температурних режимів піролізного реактора при умові дії різнотипних збурювальних впливів є однією з важливих задач автоматичного керування технологічним процесом утилізації зношених АШ. Можливість керування потужністю нагріву та температурою реактора з достатньо високою точністю дозволяє значно підвищити ефективність роботи та економічні показники комплексу, а також потребує наявності спеціалізованої високоефективної САК.

Оскільки піролізний реактор комплексу безперервної утилізації АШ являє собою об'єкт керування з нестационарними та невизначеними параметрами, то розробку САК його температурою доцільно здійснювати на основі принципів побудови інтелектуальних систем, які базуються на теорії нечіткої логіки та штучних нейронних мереж.

Регулятори побудовані на базі нечіткої логіки, в багатьох випадках можуть забезпечити більш високі показники якості перехідних процесів порівняно з класичними регуляторами при керуванні складними технічними об'єктами, що мають невизначені або нелінійні параметри. Крім цього, використовуючи методи синтезу нечітких керуючих пристроїв, можливо здійснювати оптимізацію складних контурів регулювання без проведення всебічних математичних досліджень.

Функціональна структура запропонованої авторами САК температурою нагріву піролізного реактора комплексу утилізації цілих зношених АШ наведена на рис. 1, де прийнято наступні позначення: ЗП – задавальний пристрій; НРТ – нечіткий регулятор температури; ПСАКП – підсистема автоматичного керування потужністю нагріву реактора; ДТ – датчик температури; $T_{зр}$, $T_{др}$ – задане та дійсне значення температури нагріву реактора; $u_{зп}$ – вихідний електричний сигнал ЗП; ε_T – сигнал помилки керування температурою нагріву реактора; $u_{рт}$ – вихідний електричний сигнал нечіткого регулятора температури; $Q_{зг}$, $Q_{п}$, $Q_{пг}$ – значення витрати зрідженого газу, повітря та піролізного газу, відповідно, що надходять до газового пальника ПСАКП; $P_{гп}$ – значення потужності нагріву газового пальника ПСАКП; $f(t)$ – значення збурювального впливу, що діє на піролізний реактор; $u_{дт}$ – вихідний електричний сигнал датчика температури реактора.

Дана САК є двоконтурною з підпорядкованим керуванням. Внутрішній підпорядкований контур являє собою ПСАКП нагріву реактора і здійснює стабілізацію значення потужності нагріву $P_{гп}$, відповідно керувальному сигналу регулятора температури НРТ. До складу ПСАКП входять: газовий пальник, лінійні регулятори витрати зрідженого газу, повітря та піролізного газу, датчики витрати зрідженого газу, повітря та піролізного газу, блок розрахунку потужності, а також класичний ПІД-регулятор потужності.

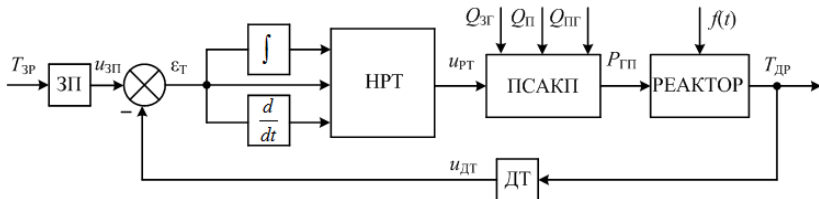


Рис. 1. Функціональна структура САК температурою піролізного реактора з нечітким регулятором температури

Поточне значення потужності нагріву $P_{ГП}$ визначається в ПСАКП безпосередньо за допомогою блоку розрахунку потужності на основі вихідних сигналів датчиків витрати зрідженого та піролізного газу, а також повітря. Зовнішній контур являє собою контур керування безпосередньо температурою реактора та містить нечіткий регулятор типу Сугено, що може базуватись на ПІ-, ПД- або ПІД-законах керування.

Нечіткі регулятори типу Сугено досить широко застосовуються в системах керування складними технічними об'єктами з суттєво нелінійними та невизначеними параметрами та дозволяють отримувати більш високі показники якості керування в порівнянні з застосуванням нечітких регуляторів типу Мамдані.

Математична модель піролізного реактора комплексу безперервної утилізації АШ у формі передаточної функції має наступний вигляд

$$W_p(p) = \frac{T_{др}(p)}{P_{ГП}(p)} = \frac{k_p}{(\tau_{p1}p + 1)(\tau_{p2}p + 1)^2}, \quad (1)$$

де k_p , τ_{p1} , τ_{p2} – коефіцієнт підсилення та сталі часу передаточної функції піролізного реактора, відповідно, що можуть змінюватися в процесі нагріву; p – оператор Лапласа.

Параметри класичного ПІД-регулятора потужності ПСАКП та нечіткого регулятора температури типу Сугено розраховані за допомогою градієнтних методів параметричної оптимізації.

Результати комп'ютерного моделювання перехідних процесів, а також аналіз показників якості вищенаведеної САК температурою нагріву реактора з нечіткими ПІ-, ПД- та ПІД-регуляторами типу Сугено при дії різнотипних збурювальних впливів, а також при зміні параметрів математичної моделі реактора докладно обговорюються в доповіді.

Застосування розробленої авторами САК температурою нагріву піролізного реактора технологічного комплексу безперервної термічної

утилізації цілих зношених АШ дозволяє забезпечити стабілізацію та автоматичне керування потужністю нагріву та температурою реактора в умовах дії різнотипних збурювальних впливів з достатньо високою точністю, що дає змогу забезпечити функціонування даного комплексу в безперервному режимі, а також значно підвищити його ефективність роботи та економічні показники.

УДК 378.4:004.94

**Кондратенко Ю. П., Кондратенко Г. В.,
Сіденко Є. В., Атаманюк І. П.**

НЕЧІТКА СИСТЕМА ВИБОРУ МОДЕЛІ СПІВПРАЦІ ДЛЯ КАФЕДРИ УНІВЕРСИТЕТУ В РАМКАХ КООПЕРАЦІЇ З ІТ-КОМПАНІЄЮ

У доповіді обговорюються питання вибору моделі співпраці для кафедри університету з ІТ-компанією, створення і проектування системи підтримки прийняття рішень (СППР) на нечіткій логіці для підвищення ефективності кооперації університетів і ІТ-бізнесу.

Проблема вибору однієї з моделей співпраці з ІТ-компанією постає перед університетом на початку співробітництва та при умовах зміни напрямку розвитку. Аналіз літературних джерел дозволяє виділити 27 основних факторів, що впливають на оцінку можливого рівня кооперації в рамках академічно-промислового консорціуму (АПК), зокрема рівень ІТ-досвіду студентів, рівень участі студентів в міжнародних програмах обміну, рівень співпраці студентів з ІТ-компаніями, успішність у навчанні, рівень досвіду персоналу ІТ-компанії, освітньо-кваліфікаційний рівень ІТ-компанії, ІТ-сертифікація викладачів, викладання бізнес-курсів в університеті, досвід в організації студентських компаній (стартапів), кількість грантів на фінансування наукових досліджень, рівень наукових публікацій тощо.

Для реалізації багатовимірних нечітких залежностей доцільним є використання ієрархічного підходу при синтезі структур системи підтримки прийняття рішень (СППР) на основі нечіткого логічного виведення.

Попередні дослідження та аналіз успішного досвіду співпраці в рамках різнотипних консорціумів доводять, що на сьогоднішній день розв'язання задачі оцінювання рівня співпраці університетів та ІТ-компаній передбачає вибір однієї з чотирьох ($m = 4$) сформованих

альтернативних моделей, як альтернативних варіантів рішень E_i , ($i = 1...m$), де варіанту рішень E_1 відповідає модель $A1$ (взаємодія між університетом та ІТ-компанією в організації освіти та навчання, обмін знаннями, цілеспрямована підготовка кадрів для ІТ-індустрії); варіанту E_2 – модель $A2$ (організація та підтримка процесів сертифікації результатів співпраці); варіанту E_3 – модель B (створення спільного центру наукових досліджень, розробка спільних наукових проектів); варіанту E_4 – модель C (створення студентських наукових груп і незалежних компаній з бізнес орієнтацією та реалізацією стартапів). При цьому ефективність процесів вибору моделей співпраці суттєво залежить від обраних критеріїв $x_j, (j=1,2,...,n)$, що характеризують кожного з партнерів відповідного майбутнього консорціуму типу «Університет – ІТ-компанія».

СППР для вибору моделі співпраці кафедри університету з ІТ-компанією (модуль 1) включає в себе 17 вхідних координат $X = \{x_j\}, j=1...17$, одну вихідну Y , які пов'язані між собою нечіткими залежностями $y_k = f(x_1, x_2, ..., x_{17}), k = \overline{1,7}$ відповідних баз правил 7 підсистем. Розглянемо методику вибору моделі співпраці кафедри університету з ІТ-компанією на прикладі однієї з підсистем з використанням апроксимації нечітких систем з дискретним виведенням. *Вхідні лінгвістичні змінні:* x_1 – рівень професійної орієнтації студентів: діапазон зміни – $[0\ 100]$, число термів – 3 («низький» – low, «середній» – medium, «високий» – high), форма ФН – трикутна; x_2 – рівень наукової діяльності відділу: діапазон зміни – $[0\ 100]$, число термів – 3 («низький» – low, «середній» – medium, «високий» – high), форма ФН – трикутна; x_3 – рівень бізнес орієнтації відділу: діапазон зміни – $[0\ 100]$, число термів – 3 («низький» – low, «середній» – medium, «високий» – high), форма ФН – трикутна. *Вихідна лінгвістична змінна:* y – вибір моделі співпраці кафедри університету з ІТ-компанією: діапазон зміни – $[0\ 100]$, число термів – 4 («модель $A1$ » – $A1$, «модель $A2$ » – $A2$, «модель B » – B , «модель C » – C), форма ФН – трикутна.

Сформуємо матрицю знань на основі досвіду і знань експертів. В таблиці 1 наведено частковий набір правил і комбінацій матриці знань.

Таблиця 1

Матриця знань $y = f(x_1, x_2, x_3)$

Номер правила і комбінації		x_1	x_2	x_3	y
1	11	low	low	low	A1
2	12	low	low	medium	
... ..					
19	16	high	low	low	
3	21	low	low	high	A2
5	22	low	medium	medium	
... ..					
20	28	high	low	medium	
8	31	low	high	medium	B
9	32	low	high	high	
... ..					
25	38	high	high	low	
18	41	medium	high	high	C
21	42	high	low	high	
... ..					
27	45	high	high	high	

Нечіткі логічні висловлення за допомогою ФН та матриці знань (таблиця 1) можна представити у вигляді наступних нечітких логічних рівнянь (1):

$$\begin{aligned} \mu^{A1}(x_1, x_2, x_3) = & (\mu^{low}(x_1) \wedge \mu^{low}(x_2) \wedge \mu^{low}(x_3)) \vee (\mu^{low}(x_1) \wedge \mu^{low}(x_2) \wedge \mu^{medium}(x_3)) \vee \\ & (\mu^{medium}(x_1) \wedge \mu^{medium}(x_2) \wedge \mu^{low}(x_3)) \vee \dots \vee (\mu^{high}(x_1) \wedge \mu^{low}(x_2) \wedge \mu^{low}(x_3)), \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \mu^C(x_1, x_2, x_3) = & (\mu^{medium}(x_1) \wedge \mu^{high}(x_2) \wedge \mu^{high}(x_3)) \vee (\mu^{high}(x_1) \wedge \mu^{low}(x_2) \wedge \mu^{high}(x_3)) \vee \\ & (\mu^{high}(x_1) \wedge \mu^{medium}(x_2) \wedge \mu^{high}(x_3)) \vee \dots \vee (\mu^{high}(x_1) \wedge \mu^{high}(x_2) \wedge \mu^{high}(x_3)). \end{aligned}$$

При введенні користувачем даних $X^* = (x_1^*, x_2^*, x_3^*)$, де, наприклад, $x_1^* = 70$; $x_2^* = 85$; $x_3^* = 40$ для вибору моделі співпраці кафедри університету з ІТ-компанією виконується **фаззифікація** і визначаються ступені належності відповідних вхідних даних до ЛТ, використовуючи пряму модель нечітких трикутних чисел. Найкращим є рішення d^* , для якого $\mu^{d^*}(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) = \max_{j=1, m} (\mu^{d_j}(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*))$. Оскільки $\mu^{d^*}(X^*) = 0,6$ відповідає рішенню d_3^* , то модель співпраці кафедри університету з ІТ-компанією відповідає **моделі В**.

УДК 681.5:621.318.3:004.896

Кондратенко Ю. П., Рудольф Йоахім,
Запорожець Ю. М., Козлов О. В.,
Кондратенко Г. В., Герасін О. С., Таранов М. О.

МЕТОД СИНТЕЗУ ПРИТИСКОГО ЗУСИЛЛЯ МОБІЛЬНОГО РОБОТА З МАГНІТОКЕРОВАНИМИ КОЛЕСАМИ-РУШІЯМИ

Виконання різнотипних технологічних операцій на висоті є дуже небезпечним для життя людини завданням. Деякі операції, такі як: очищення та подальше фарбування складних оброслих поверхонь корпусів суден або резервуарів великої площі, різання та зварювання елементів значної протяжності – додатково створюють небезпеку для здоров'я людини через виділення шкідливих речовин в безпосередній близькості до виконавця таких робіт. Існують декілька шляхів вирішення проблем підвищення безпеки зі зменшенням шкідливого впливу на здоров'я людини та навколишнього середовища. Наразі для робіт на висоті найчастіше застосовують альпіністське обладнання та допоміжні конструкції, а робітники при цьому використовують засоби індивідуального захисту органів дихання та зору. Однак для підвищення продуктивності праці на висоті та мінімізації шкідливого впливу на здоров'я та життя людини все більше знаходять застосування мобільні роботи (МР), здатні самостійно або при безпосередньому керуванні людиною виконувати згадані вище види робіт.

Головною вимогою до таких МР є створення надійного зчеплення з робочою поверхнею. Так, на оброслих та нерівномірних феромагнітних поверхнях для утримання використовують електромагнітні притискні пристрої (ПП), які здатні забезпечувати кероване зчеплення, що значно підвищує надійність роботи МР на похилих та стельових поверхнях. Однак складність такого управління полягає у неможливості вимірювання притискного зусилля прямими способами через невизначеності робочої поверхні.

У доповіді обговорюються питання управління притискним зусиллям і оцінювання створеного зусилля електромагнітним ПП з використанням гібридного спостерігача сили, концепція якого запропонована в роботі та базується на використанні засобів штучного інтелекту – нейронних мереж та нечітких систем. Разом з тим пропонується доповнити такий спостерігач компонентами для безпосереднього вимірювання відстані до металевої частини поверхні, а також інформацією про магнітну проникність металу виготовлення поверхні. Такі доопрацювання дозволяють додатково враховувати невизначеності робочої поверхні,

які викликані як зовнішніми чинниками (обростанням, наявністю перешкод у вигляді отворів, зварних швів тощо), так і внутрішніми (магнітними властивостями металу).

Детально аналізуються особливості запропонованого методу синтезу притискних зусиль для забезпечення надійного утримання мобільного робота на нахиленій робочій поверхні, структура багатоканальної системи управління з реалізацією почергових циклових пріоритетів, а також результати моделювання та експериментальних досліджень, які отримані при виконанні Міжнародного проекту «Design and implementation of mobile robot with controlled electromagnetic wheel-movers for automating tool movement on inclined and vertical ferromagnetic surfaces» в рамках співпраці між Саарландським університетом, ФРН (науковий керівник: Prof., Dr.-Ing. habil. Joachim RUDOLPH, Department of Systems Theory and Control Engineering) і Чорноморським національним університетом ім. Петра Могили, Україна (науковий керівник: Prof., Dr. Sc. Yuriy P. KONDRATENKO, Department of Intelligent Information Systems) за Міжнародною програмою «Ostpartnerschaftsprogramme des DAAD».

УДК 004.89

Кулаковська І. В.

ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ З УРАХУВАННЯМ ФІНАНСОВИХ ПОТОКІВ

Оптимізаційна модель повинна враховувати діючі на ринку процентні ставки. Відзначимо, які атрибути моделі управління запасами будуть суттєвими для нашої моделі. Для моделі, були визначені зміна ціна реалізації одного тарного місця продукції в результаті природного убутку $\Delta C_s(T)$, а також середня ціна реалізації одного тарного місця продукції для періоду повторного замовлення з урахуванням природних втрат $C_{ср}$. У аналізованій далі моделі потрібно врахувати фактор обмеження термінів придатності товару, для цього вводиться знижувачий коефіцієнт α ($0 < \alpha \leq 1$) для платежів, які представляють собою фінанси, що надходять від реалізації продукції.

Облік вартості грошей при оптимізації стратегій управління запасами потребує внесення наступних змін до моделі (у порівнянні з її класичним аналогом): 1) подання логістичних процесів аналізованих ланок ланцюга поставок на основі врахування вихідних та вхідних платежів по правилами фінансового аналізу; 2) введення спеціальних

критеріальних функцій, що дозволяють максимізувати інтенсивність грошового потоку доходів. Атрибути моделі, яка заснована на поданні логістичних процесів, що описують систему управління запасами, за допомогою вихідних та вхідних фінансових потоків. При використанні цього підходу необхідно враховувати наступні параметри: обсяг фінансових потоків; моменти їх виникнення (виплати/надходження), що відповідають умовам контрактів. Таким чином, процедури оптимізації стратегій управління запасами при обраному підході залежать від прийнятої в рамках моделі схеми отримань фінансових коштів, що характеризують умови оплати продукції. Зазначені фінансові потоки можуть бути прив'язані до різних схем, в представленій далі моделі обмежимося розглядом варіанту, коли виплата витрат від реалізації співвідноситься з серединою інтервалу повторного замовлення.

Перейдемо до подання атрибутів критеріальних функцій. У класичній постановці завдання оптимізації системи управління запасами представляє, як правило, завдання мінімізації сумарних річних логістичних витрат. При обліку принципу вартості грошей завдання оптимізації стратегії управління запасами формалізується як завдання максимізації чистого доходу для вхідних та вихідних фінансових потоків розглянутих підсистем логістики або як завдання максимізації інтенсивності потоку доходів. Введемо додаткові позначення і обмеження, які будемо використовувати при модифікації моделі управління запасами з урахуванням вартості грошей:

- r річна ставка приросту, що характеризує ланцюг поставок;
- облік тимчасової вартості грошей, яку реалізуємо за схемою простих відсотків.

Для розглянутої моделі управління запасами також приймемо ряд положень.

1. Сумарні вихідні платежі в період повторного замовлення, які є витратами на оплату вартості партії замовлення, співвідносимо з початковим моментом такого періоду.

2. Сумарні вхідні платежі від реалізації товару відносимо до середини інтервалу повторного замовлення. При цьому приймаємо, що реалізація товару протягом такого періоду відбувається рівномірно.

3. Витрати на зберігання співвідносимо з серединою відповідного інтервалу повторного замовлення.

Аналіз моделі управління запасами з урахуванням вартості грошей використовує уявлення логістичних процесів на основі вхідних та вихідних фінансових потоків. Зазначені фінансові потоки протягом окремого періоду поставок показані на рис. 1. Для фінансових потоків запишемо формули.

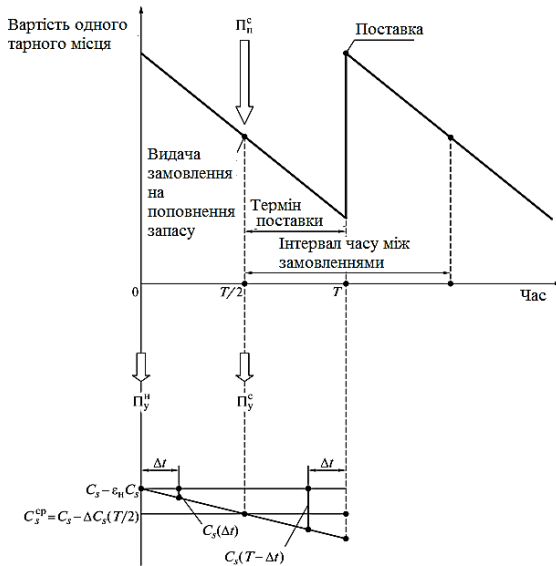


Рис. 1. Фінансові потоки і зміна ціни реалізації одного тарного місяця протягом періоду часу $[0; T]$

1. Вихідні платежі, співвідносні з початком кожного періоду $V_{вих}^{noch}$, визначаються виразом

$$V_{вих}^{noch} = C_0 + C_{noch} * q \quad (1)$$

даний платіж є сумою вартості партії замовленої продукції $C_{noch} * q$ і накладних витрат на здійснення поставки замовлення C_0 .

2. Для вихідних платежів, що співвідносяться з серединою періоду поставки $V_{вих}^{sep}$ і представляють собою середні витрати зберігання C_h протягом одного періоду поставки, маємо

$$V_{вих}^{sep} = C_h * (q/2) * T \quad (2)$$

3. Вхідні платежі, які співвідносяться з серединою періоду поставок і які є фінансовими коштами від реалізації продукції позначимо $V_{вх}^{sep}$, залежать від середньої ціни реалізації:

$$V_{вх}^{sep} = C_s^{sep} * q. \quad (3)$$

Слід зазначити, що для обліку втрат прибутку в результаті повернення товарів від дистриб'юторів та при наявності у останніх претензій до термінів придатності товару, введемо понижуючий коефіцієнт α для вхідних платежів, які є фінансами, які надходять від реалізації продукції. Введення даного коефіцієнта відіб'ється на формальному представленні вхідних платежів: $V_{вх}^{sep} = \alpha * C_s^{sep} * q$.

Підставляючи в співвідношення вираз для C_s^{cep} згідно з формулою отриманих в попередніх статтях $C_s^{cep} = C_s - C_s \left(\varepsilon_n + \Delta \varepsilon \frac{T}{2} \right)$, остаточно отримаємо

$$V_{ex}^{cep} = \alpha * [C_s - C_s \left(\varepsilon_n + \Delta \varepsilon \frac{T}{2} \right)] * q. \quad (4)$$

Розуміючи структуру фінансових потоків в період часу між поставками товару, розглянемо задачу оптимізації стратегії управління запасами як завдання максимізації чистого прибутку для розглянутих фінансових потоків. Це завдання формулюємо як завдання максимізації інтенсивності потоків. Вимога максимізації інтенсивності фінансових прибутків для моделі управління запасами з урахуванням вартості грошей призводить до задачі максимізації, яка ще досліджується:

$$F(T) = \frac{1}{T} \left[V_{вх}^{cep} - V_{вих}^{поч} \left(1 + r * \frac{T}{2} \right) - V_{вих}^{cep} \right] \quad (5)$$

УДК 004.93

Левенець Т. В., Кравець І. О.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЬ ПРИ ВИКОРИСТАННІ МОБІЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

На сьогодні область застосування алгоритмів виявлення обличь динамічно розвивається. Дані алгоритми знаходять застосування в різних вбудованих (embedded) системах, а умови застосування даних систем обумовлюють істотні відмінності в якості зображень. Вимоги обробки в режимі реального часу унеможливають постобробку зображень або залучення операторів. Тому важливо розробляти стійкі до дефектів зображень алгоритми, що володіють обчислювальною ефективністю.

Робота пов'язана з дослідженням використання такого виду інтелектуальних технологій, як комп'ютерний зір з використанням мобільних технологій.

Процес розпізнавання людини по зображенню обличчя наведено на рис. 1 та містить такі кроки:

1. Локалізація обличчя на зображенні (знаходження ділянки зображення, що містить обличчя, її розмірів і положення).
2. Вирівнювання знайденого обличчя (по геометрії і по яскравості).
3. Витяг основних ознак обличчя із зображення.
4. Розпізнавання шляхом порівняння вилучених ознак із закладеними у базу даних.

На даний момент існує величезна різноманітність підходів для виявлення обличь. Найбільш досконалим методом розпізнавання на сьо-

годнішній день є згорточні нейронні мережі. Але вони досить складні у розробці, тому конкуренто спроможні рішення розробляються великими корпораціями (як, наприклад, розробка Facebook – DeepFace). У той же час існують алгоритми і рішення, які є сучасними і ефективними та можуть бути імплементовані без значних зусиль. У даній роботі досліджені ті методи, які можливо реалізувати у мобільних додатках при невеликих обсягах пам'яті. До них належать алгоритми Віоли-Джонса для пошуку об'єктів на зображенні та алгоритми Eigenfaces і LBPН для розпізнавання обличчя на фотографіях.

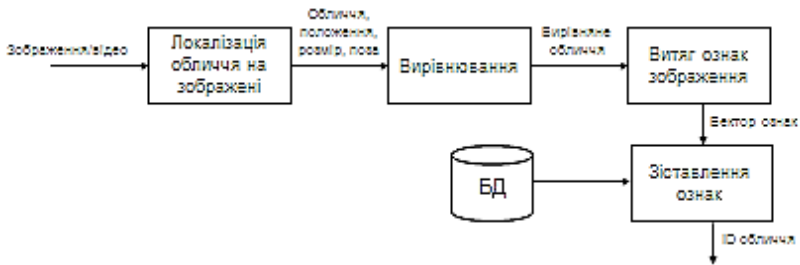


Рис. 1. Загальна схема процесу розпізнавання людини по зображенню обличчя

У роботі розглянуто та реалізовано наступні алгоритми і методи:

- Вирівнювання гістограм;
- Ознаки Хаара і алгоритм Віоли-Джонса, бустінг;
- Метод головних компонент та алгоритм eigenfaces (власних облич);
- Локальний бінарний шаблон (LBPН) та гістограма LBPН;
- Нероні мережі для вилучення головних ознак зображення (нейрона мережа Кохонена і багатошаровий перцептрон для порівняння);
- Нейроні мережі для класифікації образів за вектором їх ознак (нейрона мережа Хопфілда і багатошаровий перцептрон);

Було проведено дослідження алгоритмів Віоли-Джонса, Eigenfaces та LBPН та порівняно результати їх роботи з роботою перцептронів. Алгоритм Віоли-Джонса показав стабільно гарний результат пошуку об'єктів на зображенні (96 %). Алгоритми Eigenfaces та LBPН мають точність розпізнавання близько 85 %. Перцептрон демонструє точність близько 65 % навіть при незначному спотворенні вхідного образу і не практичний у використанні через необхідність довгого перенавчання при доданні кожного нового зразку.

Інструментом для реалізації інформаційно-аналітичної системи для розпізнавання обличь було обрано бібліотеку OpenCV з відкритим кодом, та мову Objective-C. Із застосуванням бібліотеки OpenCV було розроблено додаток для платформи iOS для розпізнавання людей по зображенню їх обличь.

УДК 681.51:629.5.081.326

Топалов А. М., Козлов О. В.,
Кондратенко Г. В.

НЕЧІТКИЙ РЕГУЛЯТОР СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ОПЕРАЦІЯМИ СПЛИВАННЯ ПЛАВУЧОГО ДОКУ

У доповіді обговорюються процеси оптимізації нечіткого регулятора осадки для системи автоматичного керування операціями спливання плавучого доку з судном. Також представлено порівняльний аналіз показників якості системи керування з різними типами регуляторів при виконанні операції спливання плавучого доку з судном.

Плавучий док представляє собою складну інженерну споруду, призначену для підйому, транспортування та спуску судна. За допомогою плавучого доку проводять технічний огляд, обслуговування, поточний і аварійний ремонт підводної частини корпусу судна та гвинторульового комплексу.

Для ефективного функціонування та проведення докових операцій (занурення та спливання) плавучий док має наступні системи: баластну, вакуумну, зачисну, вентиляційну та інші системи, що забезпечують роботу виконавчих механізмів і доку в цілому. З перерахованих вище систем, що входять до складу плавучого доку, найбільш важливою для виконання докових операцій є саме баластна система, оскільки вона призначена для забезпечення занурення та спливання плавучого доку на певне задане значення його осадки, що є ключовим керованим параметром під час проведення докових операцій плавучого доку.

Для дослідження ефективності системи автоматичного керування (САК) операціями спливання плавучого доку з судном на етапі її розробки доцільно використовувати методи математичного моделювання. Математична модель плавучого доку як об'єкту керування осадкою має суттєвий вплив на процес синтезу регулятора осадки. Проаналізувавши математичну модель плавучого доку можна зробити висновок, що корпус плавучого доку є істотно нелінійним об'єктом зі змінними

параметрами. Зокрема, коефіцієнт підсилення, стала часу і коефіцієнт демпфірування передаточної функції корпусу плавучого доку є змінними за своєю природою і мають нелінійні залежності від багатьох параметрів. Ці фактори впливають на динамічні властивості даного об'єкта керування, тому САК операціями спливання плавучого доку з судном на основі традиційного регулятора матиме досить низькі значення показників якості керування. Відомо, що для досягнення високих показників якості при керуванні об'єктами з суттєво нелінійними, нестационарними та невизначеними параметрами доцільно застосовувати інтелектуальні регулятори, зокрема, на основі нечіткої логіки та штучних нейронних мереж.

У даній роботі представлено синтез та оптимізацію нечіткого регулятора осадки типу Мамдані для САК операціями спливання плавучого доку з судном. Нечіткий регулятор типу Мамдані має досить прості та інтуїтивно зрозумілі процедури налаштування, а також забезпечує достатньо високі показники якості при керуванні нелінійними, нестационарними та невизначеними об'єктами за допомогою ефективної оптимізації його параметрів. Оскільки математична модель плавучого доку має інтегруючі ланки і є об'єктом керування без автостабілізації, тому доцільно використовувати саме нечіткий ПД-регулятор для САК операціями спливання плавучого доку з судном.

Функціональна структура запропонованого авторами нечіткого ПД-регулятора типу Мамдані САК операціями спливання плавучого доку з судном представлена на рис. 1.

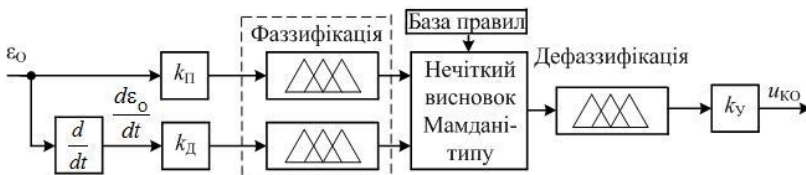


Рис. 1. Функціональна структура нечіткого ПД-регулятора типу Мамдані САК операціями спливання плавучого доку з судном

Сигнали помилки керування осадкою ε_O і його похідної $\frac{d\varepsilon_O}{dt}$, помножені на відповідні коефіцієнти k_P і k_D , надходять на входи нечіткого ПД-регулятора типу Мамдані. При цьому вихідний сигнал керування $u_{КО}$ попередньо підсилюється за допомогою коефіцієнта k_Y . Коефіцієнти k_P , k_D і k_Y використовуються в даному нечіткому контролері для додаткової оптимізації і при початкових умовах мають наступні значення: $k_P = 1$; $k_D = 1$; $k_Y = 1$.

Процедура оптимізації нечіткого ПД-регулятора типу Мамдані включає в себе оптимізацію параметрів функцій належності лінгвістичних термів вхідних і вихідних змінних, а також додаткових коефіцієнтів k_{Γ} , k_{Δ} , k_{Ψ} даного регулятора осадки на основі методу градієнтного спуску та бажаних перехідних процесів.

Метою процедури оптимізації є мінімізація інтегралу квадрата помилки $f(t, \mathbf{P})$ між модельованою $H_{sim}(t, \mathbf{P})$ і бажаною $H_{des}(t, \mathbf{P})$ перехідними характеристиками САК осадкою при зміні параметрів даного регулятора:

$$\min_{\mathbf{P}} f(t, \mathbf{P}) = \min_{\mathbf{P}} \left[\int_0^T e(t, \mathbf{P})^2 dt \right] = \min_{\mathbf{P}} \left[\int_0^T (H_{des}(t, \mathbf{P}) - H_{sim}(t, \mathbf{P}))^2 dt \right]. \quad (1)$$

Вектор параметрів $\mathbf{P}$ є масивом параметрів нечіткого ПД-регулятора осадки типу Мамдані, що піддаються оптимізації.

Запропонована САК операціями спливання плавучого доку з судном на основі оптимізованого нечіткого ПД-регулятора типу Мамдані дозволяє підвищити точність проведення докових операцій.

Результати комп'ютерного моделювання перехідних процесів САК операціями спливання плавучого доку з судном на основі оптимізованих нечіткого і традиційного ПД-регуляторів осадки детально обговорюються в доповіді.

УДК 004.03, 04.942

Швед О. В., Солобуто М. Є.

ЗАСОБИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ ЗАКУПІВЛЯМИ

Завдання управління процесами закупівлі, планування закупівель і реалізація транспортних перевезень опрацьовані досить добре. Однак залишаються невирішеними питання, пов'язані з оцінкою можливих змін зовнішнього середовища і вимоги організації. Вони вимагають швидкого і науково-обґрунтованого прийняття рішень в процесі управління закупівлями.

Уявімо завдання прийняття рішень по управлінню закупівлями магазину у вигляді моделі (рис. 1), в якій коригуюче управління забезпечується за рахунок замкнутого контуру.

Складовими системи процесу управління закупівлями є:

- Основний елемент системи – процеси логістичного управління.
- Вхід системи – потік товару, тобто все те, що змінюється при протіканні процесу логістичного управління, основні параметри логістичної системи – інформація від зовнішніх джерел.

- Вихід системи – результат перетворення входів, тобто потік створених або оброблених ресурсів у вигляді товару.
- Зворотний зв'язок – «Сигнали» зміни параметрів, які сприяють ефективному управлінню системою в змінливих умовах. Негативний зворотний зв'язок дозволяє зіставити отриманий результат з наміченою метою і в разі необхідності скорегувати його.
- Обмеження – відображають вплив параметрів зовнішнього середовища на логістичну систему).

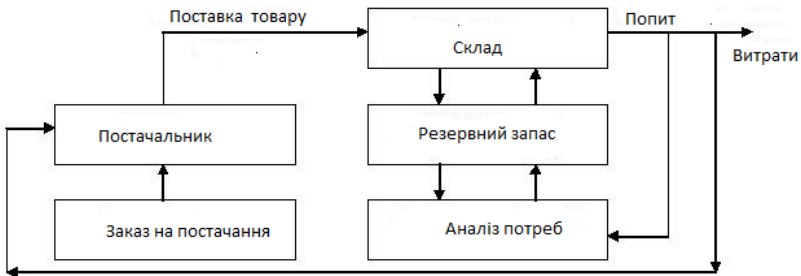


Рис. 1. Схема прийняття рішень

Слід визначити і формалізовано представити параметри даної моделі. Для автоматизованої обробки значень параметрів завдань управління закупівлями та інформаційної підтримки прийняття відповідних рішень потрібне створення прикладної інформаційної технології. Вона повинна забезпечувати процеси введення, зберігання і обробки вихідних даних про виробничі параметри і характеристики поставок. Для планування і прийняття рішень з управління закупівлями необхідно мати засоби моделювання стану зовнішнього середовища у вигляді характеристик попиту на продукцію.

Можливе рішення задач дослідження.

1. Теоретико-множинне уявлення системної моделі процесу управління закупівлями.

Визначимо параметри системної моделі процесу управління закупівлями. Представимо вектор входу:

$$X = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5),$$

де x_1 – матеріальні ресурси; x_2 – обладнання; x_3 – фінанси, що передаються постачальникам; x_4 – об'єм замовлення на постачання матеріально-технічних ресурсів; x_5 інформація о поставниках.

Представимо вектор виходу:

$$Y = (y_1, y_2, y_3, y_4, y_5),$$

де y_1 – ціна товару; y_2 – об'єм товару; y_3 – прибуток магазину; y_4 – економічний потенціал магазину; y_5 – документація.

Розглянемо множину можливих показників внутрішнього стану системи:

$$Z = (Z_1, Z_2),$$

де Z_1 – дані про завантаження складу; Z_2 – економічні показники ефективності роботи магазину.

Множина параметрів зовнішнього середовища:

$$W = (w_1, w_2, w_3),$$

де w_1 – об'єм попиту на товар; w_2 – ціна на товар при закупках; w_3 – інформація о конкурентах.

Стан системи в певний момент часу можна охарактеризувати таким чином:

$$h(t) = \langle x(t), y(t), z(t) \rangle.$$

Слід зауважити, що розглянуті параметри системи змінюються з часом. Для дослідження цих змін в роботі можна запропонувати створити прикладну інтегровану інформаційну технологію для підтримки прийняття рішень з управління закупівлями торговельного підприємства.

УДК 519.3

Хомченко А. Н.

**ФОРМОУТВОРЕННЯ СЕРЕНДИПОВИХ ПОВЕРХОНЬ,
ЩО ЗБЕРІГАЮТЬ ІНТЕГРАЛЬНИЙ БАЛАНС**

Серендипові поверхні вперше були застосовані в задачах відновлення функцій двох аргументів у 1968 р., коли Ергатудіс, Айронс та Зенкевич знайшли підбором поліноміальні базиси для біквадратичного та бікубічного скінченного елемента. Тут ми розглядаємо біквадратичний елемент Q8 (рис. 1).

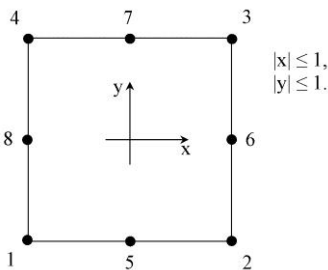


Рис. 1. Біквадратичний елемент Q8

Стандартний базис біквадратичної інтерполяції на квадратному носії (1968 р.) складається із функцій:

$$N_1(x, y) = \frac{1}{4}(1 - x)(1 - y)(-1 - x - y),$$

аналогічно для вузлів 2, 3, 4;

$$N_5(x, y) = \frac{1}{2}(1 - x^2)(1 - y),$$

аналогічно для вузлів 6, 7, 8.

Неважко переконатися, що для «кутової» поверхні $N_1(x, y)$ об'єм під носієм переважає об'єм над носієм. «Проміжна» поверхня $N_5(x, y)$ цілком накриває носій. Як бачимо, в стандартному випадку інтегральний баланс не зберігається. Досвід роботи з елементами серендипової сім'ї дозволяє сьогодні розв'язати обернену задачу теорії серендипо-

вих апроксимацій. При цьому, інтегральне середнє задається, а серендипова поверхня моделюється. Збереження інтегрального балансу означає, що інтегральне середнє дорівнює нулю, тобто серендипова поверхню обмежує однакові об'єми під носієм і над носієм.

Наведемо приклад базису, в якому інтегральний баланс зберігають «кутові» поверхні:

$$N_1(x, y) = \frac{1}{16} (1 - x)(1 - y)(3xy - x - y - 1),$$

аналогічно для вузлів 2, 3, 4;

$$N_5(x, y) = \frac{1}{16} (1 - x^2)(3y^2 - 8y + 5),$$

аналогічно для вузлів 6, 7, 8.

У наступному базисі інтегральний баланс зберігають «проміжні» поверхні:

$$N_1(x, y) = \frac{1}{4} (1 - x)(1 - y)(3xy + 2x + 2y + 2),$$

аналогічно для вузлів 2, 3, 4;

$$N_5(x, y) = \frac{1}{4} (1 - x^2)(3y^2 - 2y - 1),$$

аналогічно для вузлів 6, 7, 8.

Цікаво порівняти зображення ліній нульового рівня стандартних і нових альтернативних поверхонь. Когнітивно-графічний аналіз допомагає встановити причини виникнення фізичних аномалій (типу парадокса Зенкевича) в стандартних серендипових моделях. На серендипових елементах бікубічної інтерполяції існує модельний ряд поверхонь, що зберігають інтегральний баланс, але це тема для окремої публікації.

УДК 517.958

Воробйова А. І.

УМОВНА СИМЕТРІЯ ХВИЛЬОВОГО РІВНЯННЯ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОЮ ПРАВОЮ ЧАСТИНОЮ

Розглянемо нелінійні хвильові рівняння вигляду:

$$\square U + F(x, U, U) = 0, \quad (1)$$

де $x = (x_0 \equiv t, x_1, x_2, \dots, x_{n-1})$, $U = U(x_0, \bar{x})$, $U = (U_0, U_1, U_2, \dots, U_{n-1})$,

$F(x, U, U)$ – деяка гладка функція від x, U, U , симетричні влас-

тивості яких добре вивчені відносно алгебр, що містять в собі оператори трансляції P_μ .

У багатьох задачах математичної фізики дуже часто зустрічаються рівняння, в яких F залежить від X , тобто відсутня трансляційна симетрія.

У зв'язку з цим розглянемо групові властивості рівняння (1) відносно алгебр, які не містять операторів зсуву P_μ .

Розв'яжемо наступну задачу: описати всі нелінійні рівняння вигляду (1), інваріантні відносно алгебр A_1, A_2, A_3 , які породжуються операторами алгебри конформних перетворень $AC(I, n)$,

$A_1 = \langle I_{\mu\nu}, D \rangle$, $A_2 = \langle I_{\mu\nu}, K_\mu \rangle$, $A_3 = \langle I_{\mu\nu}, D, K_\mu \rangle$, які задовольняють комутативним співвідношенням:

$$[I_{\mu\nu}, I_{\rho\delta}] = -q_{\mu\rho}I_{\mu\delta} + q_{\mu\delta}I_{\nu\rho} + q_{\nu\rho}I_{\mu\delta} - q_{\nu\delta}I_{\mu\rho}.$$

$$[I_{\mu\nu}, K_\delta] = q_{\nu\delta}K_\mu - q_{\mu\delta}K_\nu, [K_\mu, D] = K_\mu,$$

$$[K_\mu, K_\nu] = [I_{\mu\nu}, D] = 0.$$

Побудуємо друге продовження оператора оберт $I_{\mu\nu}^2$ та, діючи ним на даламбертіан $\square U$, отримаємо: $I_{\mu\nu}^2 \square U = -2C_{\mu\nu}U^{\mu\nu} = 0$.

Таким чином, $\square U$ – диференціальний інваріант другого порядку алгебри Лоренца $AO(n) = \langle I_{\mu\nu} \rangle$. Звідси випливає, що рівняння (1) інваріантне відносно алгебри Лоренца, за умовою, що довільна функція $F(x, U, U_1)$ є функцією диференціальних інваріантів першого порядку алгебри Лоренца, тобто

$$\square U + \Phi = 0, \Phi = \Phi(\omega_1, \omega_2, \omega_3, U), \quad (2)$$

де $\omega_1 = q^{\mu\nu}x_\nu x_\mu$, $\omega_2 = x_\nu U_\mu$, $\omega_3 = q^{\mu\nu}U_\nu U_\mu$ – функціонально незалежні диференціальні інваріанти першого порядку алгебри $AO(n)$.

Теорема 1. Для того, щоб нелінійне хвильове рівняння (1) було інваріантне відносно алгебри $A_1 = \langle I_{\mu\nu}, D \rangle$ необхідно і достатньо, що воно мало наступний вигляд

$$\square U = U^{\frac{n+2}{n-2}} \Phi(\tau_1, \tau_2, \tau_3), \quad n \geq 3, \quad (3)$$

$$\text{де } \tau_1 = \frac{(q^{\mu\nu} x_\nu x_\mu)^{\frac{2-n}{4}}}{U}, \quad \tau_2 = \frac{x_\nu U_\nu}{U}, \quad \tau_3 = \frac{(q^{\mu\nu} U_\nu U_\mu)^{\frac{n-2}{2n}}}{U}.$$

Доведення. **Необхідність.** Для знаходження виду правої частини рівняння (1) використовуємо метод Лі. Умова інваріантності у даному

випадку приймає вигляд: $\frac{2}{X} S \Big|_{S=0} = 0$, де $S = \square U + F$, $\xi^\nu = x_\nu$,

$$\eta = \frac{2-n}{n} U.$$

Таким чином, отримаємо визначальне рівняння

$$4\omega_1 \Phi_{\omega_1} + (2-n)\omega_2 \Phi_{\omega_2} - 2\omega_3 n \Phi_{\omega_3} + (n+2)\Phi + (2-n)U\Phi = 0,$$

загальним розв'язком якого є функція

$$\Phi = U^{\frac{n+2}{n-2}} F \left(\frac{\omega_1^{\frac{2-n}{4}}}{U}, \frac{\omega_2}{U}, \frac{\omega_3^{\frac{n-2}{2n}}}{U} \right) \quad (*)$$

Достатність доводиться безпосереднім застосуванням алгоритму Лі до рівняння (1) з нелінійністю (*). Теорема доведена.

Теорема 2. Рівняння (3) інваріантне відносно алгебри $A_2 = \langle I_{\mu\nu}, K_\mu \rangle$ тоді і тільки тоді, коли

$$\Phi = U^{\frac{n+2}{n-2}} \psi \left(\frac{(q^{\mu\nu} x_\nu x_\mu)^{\frac{2-n}{n}}}{U} \right) \quad (**),$$

де ψ – довільна гладка функція.

Теорема 3. Рівняння (3) інваріантне відносно алгебри $A_3 = \langle I_{\mu\nu}, K_\mu, D \rangle$ тоді і тільки тоді, коли

$$\Phi = U^{\frac{n+2}{n-2}} \left(\lambda_1 \frac{(q^{\mu\nu} x_\nu x_\mu)^{\frac{2-n}{n}}}{U} + \lambda_2 \right) \quad (***)$$

де λ_1, λ_2 – довільні постійні.

Доведення. Необхідною і достатньою умовою інваріантності рівняння (3) відносно алгебри A_3 є умова: $S = \square U + F$,

де $X = C_{\mu\nu} I_{\mu\nu} + k_{\mu} K_{\mu} + dD$.

Оскільки алгебра A_2 є підалгеброю A_3 , то клас рівнянь (3), інваріантних відносно A_3 , буде не ширше класу хвильових рівнянь (1) з нелінійністю (***) (див. теорему 2), інваріантних відносно алгебри A_2 .

Відмітимо, що існує досить широкий клас нелінійних хвильових рівнянь (1), інваріантних відносно перетворень груп $A_1 = \langle I_{\mu\nu}, D \rangle$,

$A_2 = \langle I_{\mu\nu}, K_{\mu} \rangle$ (рівняння (3) з нелінійністю (*) і (***) (див. теореми 1, 2)), одночасно в класі рівнянь (1) існує єдине рівняння

$\square U = \lambda_1 U^{\frac{n+2}{n-2}} + \lambda_2 (x_{\nu} x^{\nu})^{\frac{2-n}{2}} U^{\frac{4}{n-2}}$, інваріантне відносно алгебри $A_3 = \langle I_{\mu\nu}, D, K_{\mu} \rangle$.

УДК 378: 51

Воробйова А. І., Варшамов А. В.

МАТЕМАТИЧНІ ОЛІМПІАДИ ЧНУ ІМ. ПЕТРА МОГИЛИ, ЯК ФАКТОР ФОРМУВАННЯ НАУКОВОГО СВІТОГЛЯДУ СТУДЕНТІВ ФАКУЛЬТЕТУ КОМП'ЮТЕРНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ НАУК

В системі організації науково-дослідної роботи студентів у вищих навчальних закладах важливе місце займають студентські олімпіади. Останнім часом спостерігається зменшення активності як студентів, так і викладачів в організації проведення олімпіад та підготовчої роботи до неї, але ця форма науково-дослідної роботи студентів є важливою формою наукового пошуку студентів. Проведення внутрішньої університетської олімпіади з окремих дисциплін у ВНЗ можна розглядати як форму якісної підготовки студентів до Всеукраїнської студентської олімпіади.

Учасники олімпіади набувають вмінь та навичок навчально-пошукової діяльності, відчують себе у ролі дослідників, глибше засвоюють матеріал розширюють свій науковий світогляд.

Завдання олімпіаді враховують математичну підготовку студентів різних факультетів (категорії М, Т, С) та містять задачі з основних розділів вищої математики.

Наведемо завдання І-го етапу Всеукраїнської студентської олімпіади з математики (2016 року м. Миколаїв, ЧНУ ім. П. Могили)

Завдання категорія М

1. Довести, що рівняння

$$x^{2016} + a_{2015}x^{2015} + a_{2014}x^{2014} + \dots + a_2x^2 + a_1x + a_0 = 0$$

має принаймні один дійсний корінь, якщо

$$\frac{1}{2017} + \frac{a_{2015}}{2016} + \frac{a_{2014}}{2015} + \dots + \frac{a_2}{3} + \frac{a_1}{2} + a_0 = 0.$$

Вказівка: $\int_0^1 x^\alpha dx = \frac{1}{\alpha + 1}$

2. Нехай $x_1, x_2, \dots, x_{2016}$ – корені рівняння $x^{2016} + x^{2015} + \dots + x + 1 = 0$.

Знайти $\sum_{k=1}^{2016} \frac{1}{1 - x_k}$.

Вказівка:

$$\sqrt[n]{1} = \cos \frac{2\pi k}{n} + i \sin \frac{2\pi k}{n}$$

3. Довести, що для будь-якого $x \geq 1$ має місце нерівність $x^{2016} \geq 2016(x^{1008} - x^{1007}) + 1$

Вказівка: нерівність Коші $\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n a_k \geq \left(\prod_{k=1}^n a_k \right)^{\frac{1}{n}}, \quad a_k > 0$

4. Знайти $\lim_{n \rightarrow \infty} 2^n \cdot \underbrace{\sqrt{2 - \sqrt{2 + \sqrt{2 + \sqrt{2 + \dots \sqrt{2}}}}}}_{n+1 \text{ радикал}}.$

Вказівка: $\sqrt{2} = 2 \cos \frac{\pi}{4}$

5. Довести, що ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \arctg \frac{2}{n^2}$ збіжний та знайти його суму.

Вказівка: $\operatorname{arctg} \frac{x-y}{1+xy} = \operatorname{arctg} x - \operatorname{arctg} y, \forall x, y \geq 0$.

6. Довести, що сума степеневого ряду $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^{2n}}{2n+1}, |x| < 1$ задо-

вольняє наступному функціональному рівнянню $f\left(\frac{2x}{x^2+1}\right) = (1+x^2)f(x)$.

Вказівка: $\ln(1+x) = \sum_{i=0}^{\infty} (-1)^{n-1} \cdot \frac{x^n}{n}, x \in (-1; 1)$

7. Обчислити: $\int_{-1}^1 \frac{dx}{(e^x + 1)(x^2 + 1)}$

8. Довести, що $\int_0^{\infty} \frac{dx}{(1+x^2)(1+x^a)}$ не залежить від величини a .

9. Записати рівняння дотичної до графіка функції

$$f(x) = (6x + 7)^{\frac{3}{2}} - 9x + 4,$$

якщо відомо, що на цій дотичній немає точок з рівними координатами.

10. Нехай y_1, y_2, y_3 – розв'язки диференціального рівняння $y''' + p(x)y'' + q(x)y' + r(x)y = 0$ такі, що для всіх x виконується умова: $y_1^2(x) + y_2^2(x) + y_3^2(x) = 1$. Нехай $f(x) = (y_1'(x))^2 + (y_2'(x))^2 + (y_3'(x))^2$. Знайти постійні **A** і **B** такі, що $f(x)$ є розв'язком диференціального рівняння $y' + A p(x)y = B r(x)$.

Завдання категорії Т

1. З прирічного міста A треба направити вантаж до пункту B , який розташований на d_1 кілометрів нижче по річці і у d_2 кілометрах від берега. Під яким кутом слід провести шосе з пункту B до річки, щоб доставка вантажу з міста A до пункту B була дешевшою, якщо тариф по річці вдвічі менший, ніж по шосе?

2. Точка рухається у площині так, що її координати $(x(t), y(t))$ у кожний момент часу $t \geq 0$ задовольняють диференціальні рівняння $x'(t) = x(t), y'(t) = -y(t)$ з початковими умовами $x(0) = 1, y(0) = 1$. Довести, що траєкторія руху не проходить через точку $\left(2015, \frac{1}{2016}\right)$.

3. Довести, що рівняння

$$x^{2016} + a_{2015}x^{2015} + a_{2014}x^{2014} + \dots + a_2x^2 + a_1x + a_0 = 0$$

має принаймні один дійсний корінь, якщо

$$\frac{1}{2017} + \frac{a_{2015}}{2016} + \frac{a_{2014}}{2015} + \dots + \frac{a_2}{3} + \frac{a_1}{2} + a_0 = 0.$$

Вказівка: $\int_0^1 x^\alpha dx = \frac{1}{\alpha + 1}$

4. Знайти $\lim_{n \rightarrow \infty} 2^n \cdot \underbrace{\sqrt{2 - \sqrt{2 + \sqrt{2 + \sqrt{2 + \dots \sqrt{2}}}}}}_{n+1 \text{ радикал}}.$

Вказівка: $\sqrt{2} = 2 \cos \frac{\pi}{4}$

5. Знайти $\lim_{n \rightarrow \infty} (-1)^n \sin \pi \sqrt{n^2 + n}.$

6. Обчислити: $\int_{-1}^1 \frac{dx}{(e^x + 1)(x^2 + 1)}$

7. Довести, що $\int_0^\infty \frac{dx}{(1+x^2)(1+x^\alpha)}$ не залежить від величини α .

8. Якій геометричній умові повинні задовільняти чотири точки для координат яких виконується умова:

$$\begin{vmatrix} x_1 & y_1 & z_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & z_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & z_3 & 1 \\ x_4 & y_4 & z_4 & 1 \end{vmatrix} = 0$$

9. Нехай y_1, y_2, y_3 – розв'язки диференціального рівняння $y''' + p(x)y'' + q(x)y' + r(x)y = 0$ такі, що для всіх x виконується умова: $y_1^2(x) + y_2^2(x) + y_3^2(x) = 1$. Нехай $f(x) = (y'_1(x))^2 + (y'_2(x))^2 + (y'_3(x))^2$. Знайти постійні **A** і **B** такі, що $f(x)$ є розв'язком диференціального рівняння $y' + A p(x)y = B r(x)$.

10. Всі елементи матриць 21×21 цілі числа. Відомо, що 422 із них мають однаковий залишок від ділення на 17. Довести, що визначник цієї матриці кратний числу 17.

Завдання категорія С

1. Знайти всі такі пари дійсних чисел a, b , що для будь-якого $x \in \mathbb{R}$ має місце рівність $\sin 2016x + \sin ax + \sin bx = 0$.

Вказівка: $f'(x) = 0 \Leftrightarrow f = \text{const}$

2. Знайти $\lim_{n \rightarrow \infty} (-1)^n \sin \pi \sqrt{n^2 + n}$.

3. Точка рухається у площині так, що її координати $(x(t), y(t))$ у кожний момент часу $t \geq 0$ задовольняють диференціальні рівняння $x'(t) = x(t)$, $y'(t) = -y(t)$ з початковими умовами $x(0) = 1$, $y(0) = 1$.

Довести, що траєкторія руху не проходить через точку $\left(2015, \frac{1}{2016}\right)$.

4. Довести, що якщо $f(x)$ – неперервна на відрізку $[0; 1]$, то виконується рівність:

$$\int_0^{\pi} x f(\sin x) dx = \frac{\pi}{2} \int_0^{\pi} f(\sin x) dx$$

Вказівка: інтеграл від непарної функції на симетричному відносно початку координат відрізку дорівнює нулю.

5. Обчислити:

$$\begin{vmatrix} 2016 & 2015 & \dots & 1 \\ 2015 & 2014 & \dots & 0 \\ 2014 & 2013 & \dots & -1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & 0 & \dots & -2014 \end{vmatrix}$$

6. Якій геометричній умові повинні задовольняють чотири точки

для координат яких виконується умова:

$$\begin{vmatrix} x_1 & y_1 & z_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & z_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & z_3 & 1 \\ x_4 & y_4 & z_4 & 1 \end{vmatrix} = 0$$

7. Записати рівняння дотичної до графіка функції $f(x) = (6x + 7)^{\frac{3}{2}} - 9x + 4$, якщо відомо, що на цій дотичній немає точок з рівними координатами.

8. Нехай y_1, y_2, y_3 – розв'язки диференціального рівняння $y''' + p(x)y'' + q(x)y' + r(x)y = 0$ такі, що для всіх x виконується умова: $y_1^2(x) + y_2^2(x) + y_3^2(x) = 1$.

Нехай $f(x) = (y'_1(x))^2 + (y'_2(x))^2 + (y'_3(x))^2$. Знайти постійні **A** і **B** такі, що $f(x)$ є розв'язком диференціального рівняння $y' + Ap(x)y = Br(x)$.

9. Довести, що $\int_0^{\infty} \frac{dx}{(1+x^2)(1+x^\alpha)}$ не залежить від величини α .

10. Всі елементи матриць 21×21 цілі числа. Відомо, що 422 із них мають однаковий залишок від ділення на 17. Довести, що визначник цієї матриці кратний числу 17.

Сучасні комп'ютерні фірми зацікавлені у якості підготовки наших випускників – своїх потенційних працівників. Окрім знання спеціальних дисциплін, вкрай важливим є рівень математичних знань. Так, наприклад дочірнє підприємство швейцарської фірми, що займається розробкою програмних продуктів на платформах Oracle/.NET – ТОВ «Ліценза Девелопмент» (Lizenza Development LLC) постійно співпрацює зі студентами та викладачами нашого університету з метою пошуку обдарованої студентської молоді. Саме завдяки цій фірмі переможці І етапу Всеукраїнської студентської олімпіади з математики, що відбулася у березні в ЧНУ імені Петра Могили, отримали відзнаку імені професора В. М. Лейфури – відомого українського ученого-математика, визначного освітянина.

Серед учасників олімпіади були студенти І курсу економічного факультету, факультету комп'ютерних наук та Навчально-наукового інституту інженерії об'єктів і систем. Абсолютним переможцем олімпіади в категорії (С) став студент спеціальності «Фінанси і кредит» Станкевіч Андрій, І місце в категорії (М) посів студент спеціальності «Комп'ютерні науки» Федоров Олександр, ІІ місце в категорії (М) отримав Трухов Артем спеціальність «Системний аналіз», ІІІ місце в категорії (С) побороти студенти спеціальності «Фінанси і кредит» Соловійова Ганна та Бабаніна Анастасія (І курс), в категорії (М) Стовманенко Владислав спеціальність «Комп'ютерні науки» та в категорії (Т) Шкрібка Максим спеціальність «Будівництво та цивільна інженерія».

В 2016 року на ІІ етапі Всеукраїнської студентської олімпіади з математики серед студентів класичних та технічних вищих навчальних закладів України студенти Чорноморського національного університету імені Петра Могили отримали вагомні результати в категорії С (Андрій Станкевіч отримав диплом другого ступеня).

УДК 004

Саченко П. П.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМЫ ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ КОНСОЛЬНОЙ БАЛКИ

Исследовать форму поперечных колебаний консольной балки, находящуюся под действием сосредоточенной силы P приложенной на свободном конце при нулевых начальных условиях



Функция $U=U(x;t)$ которая является решением уравнения

$$\frac{\partial^4 U}{\partial x^4} + \frac{1}{a^4} \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = 0 \quad (1)$$

где: $a^4 = \frac{EI}{\rho S}$

EI – жесткость балки, ρ – плотность материала балки,
 S – площадь поперечного сечения балки и которая удовлетворяет:
 – начальным условиям

$$U(x;t) \Big|_{t=0} = 0 \quad \frac{\partial U}{\partial t} \Big|_{t=0} = 0 \quad (2)$$

– граничным условиям

$$U(0;t) = 0; \quad \frac{\partial U}{\partial x} \Big|_{x=0} = 0; \quad \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \Big|_{x=l} = 0; \quad \frac{\partial^3 U}{\partial x^3} \Big|_{x=l} = \frac{P}{EI} \quad (3)$$

ищем в форме ряда

$$U(x;t) = \sum_{n=1}^{\infty} T_n(t) X_n(x) \quad (4)$$

где $X_{n(x)}$ – собственная функция, а функция $T_n(t)$ представляется формулой

$$T_n(t) = \frac{\int_0^l U(x;t) X_{n(x)} dx}{\int_0^l X_n^2(x) dx} = \frac{R_n(t)}{\int_0^l X_n^2(x) dx} \quad (5)$$

где функция $R_n(t)$ соответственно равна

$$R_n(t) = \int_0^l X_n^2(x) dx \quad (6)$$

Подставим (4) в уравнение (1) и для одной функции $U_n(x; y)$ получим $X_n^{IV}(x) T_n(t) + \frac{1}{a^4} T_n^{II}(t) X_n(x) = 0$ (7) разделяя переменные

$$\frac{T_n^{II}(t)}{a^4 T_n(t)} = - \frac{X_n^{IV}(x)}{X_n(x)} = -\lambda_n$$

получим два уравнения

$$X_n^{IV}(x) - \lambda_n X_n(x) = 0 \quad (8)$$

$$T_n^{II}(t) + \lambda_n a^4 T_n(t) = 0 \quad (9)$$

Для функции $X_n(x)$ получим задачу о собственных значениях

$$X_n^{IV}(x) - \lambda_n X_n(x) = 0$$

удовлетворяющую граничным условиям

$$X_n(0) = 0, \quad \frac{dX_n(x)}{dx} \Big|_{x=0} = 0, \quad \frac{d^2 X_n(x)}{dx^2} \Big|_{x=\ell} = 0, \quad \frac{d^3 X_n(x)}{dx^3} \Big|_{x=\ell} = 0 \quad (8^*)$$

Общее решение уравнения (8) имеет вид

$$X_n(x) = A_n ch^4 \sqrt[4]{\lambda_n} x + B_n sh^4 \sqrt[4]{\lambda_n} x + C_n \cos^4 \sqrt[4]{\lambda_n} x + D_n \sin^4 \sqrt[4]{\lambda_n} x \quad (10)$$

Используя граничные условия (8*) находим

$$A_n + C_n = 0, \text{ откуда } C_n = -A_n$$

$$B_n + D_n = 0, \text{ откуда } D_n = -B_n$$

Отсюда следует, что

$$X_n(x) = A_n (ch^4 \sqrt[4]{\lambda_n} x - \cos^4 \sqrt[4]{\lambda_n} x) + B_n (sh^4 \sqrt[4]{\lambda_n} x - \sin^4 \sqrt[4]{\lambda_n} x) \quad (11)$$

Условия $X_n''(\ell) = 0$ и $X_n'''(\ell) = 0$ дают

$$\begin{cases} A_n (ch^4 \sqrt[4]{\lambda_n} \ell + \cos^4 \sqrt[4]{\lambda_n} \ell) + B_n (sh^4 \sqrt[4]{\lambda_n} \ell + \sin^4 \sqrt[4]{\lambda_n} \ell) = 0 \end{cases} \quad (12)$$

$$\begin{cases} A_n (sh^4 \sqrt[4]{\lambda_n} \ell - \sin^4 \sqrt[4]{\lambda_n} \ell) + B_n (ch^4 \sqrt[4]{\lambda_n} \ell + \cos^4 \sqrt[4]{\lambda_n} \ell) = 0 \end{cases} \quad (13)$$

Для того, чтобы $A_n \neq 0$ и $B_n \neq 0$ необходимо чтобы определитель этой системы был равен нулю

$$\begin{vmatrix} ch^4 \sqrt[4]{\lambda_n} \ell + \cos^4 \sqrt[4]{\lambda_n} \ell & sh^4 \sqrt[4]{\lambda_n} \ell + \sin^4 \sqrt[4]{\lambda_n} \ell \\ sh^4 \sqrt[4]{\lambda_n} \ell - \sin^4 \sqrt[4]{\lambda_n} \ell & ch^4 \sqrt[4]{\lambda_n} \ell + \cos^4 \sqrt[4]{\lambda_n} \ell \end{vmatrix} = 0$$

Раскрывая этот определитель получим частотное уравнение.

$$ch^4 \sqrt[4]{\lambda_n} \ell \cos^4 \sqrt[4]{\lambda_n} \ell = -1 \quad (14)$$

Обозначая

$$\mu_n = \sqrt[4]{\lambda_n} \ell \quad (15)$$

Запишем трансцендентное уравнение (14) в следующем виде

$$ch \mu_n \cos \mu_n = -1 \quad (16)$$

где μ_n – корни уравнения (17)

Из выражения (15) получим

$$\sqrt[4]{\lambda_n} = \frac{\mu_n}{\ell}$$

и подставим в выражения (14) и (15)

$$A_n (ch \mu_n + \cos \mu_n) + B_n (sh \mu_n + \sin \mu_n) = 0 \quad (18)$$

$$A_n (sh \mu_n - \sin \mu_n) + B_n (ch \mu_n + \cos \mu_n) = 0 \quad (19)$$

Из уравнения (19) находим A_n и B_n в уравнении (11) получим собственную функцию

$$X_n(x) = (ch \mu_n + \cos \mu_n)(sh \mu_n \frac{x}{\ell} - \sin \mu_n \frac{x}{\ell}) - (sh \mu_n + \sin \mu_n)(ch \frac{\mu_n x}{\ell} - \cos \frac{\mu_n x}{\ell}) \quad (20)$$

Для определения функции $R_n(t)$ умножим уравнение (1) на собственную функцию $X_n(x)$ и проинтегрируем от 0 до ℓ .

$$\int_0^\ell \left(\frac{\partial^4 U}{\partial x^4} + \frac{1}{a^4} \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} \right) X_n(x) dx = \int_0^\ell \frac{\partial^4 U}{\partial x^4} X_n(x) dx + \frac{1}{a^4} \int_0^\ell \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} X_n(x) dx = 0 \quad (21)$$

Вычисляя первый интеграл в правой части уравнения (21) получим:

$$\int_0^\ell \frac{\partial^4 U}{\partial x^4} X_n(x) dx = \frac{P}{EI} X_n(\ell) + \lambda_n R_n(t) \quad (22)$$

Вычислим второй интеграл в правой части уравнения (21)

$$\frac{1}{a^4} \int_0^\ell \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} X_n(x) dx = \frac{1}{a^4} \frac{d^2 R_n(t)}{dt^2} \quad (23)$$

Подставляя выражения (22) и (23) в уравнение (21) получим

$$R_n''(t) + \frac{\mu_n^4 a^4}{\ell^4} R_n(t) = -\frac{a^4 P}{EI} X_n(\ell) \quad (24)$$

Общее решение уравнения (24) ищем в виде

$$R_n(t) = R_{n_1}(t) + R_{n_2}(t) \quad (25)$$

где $R_{n_1}(t)$ – общее решение однородного уравнения

$$R_n''(t) + \frac{\mu_n^4 a^4}{\ell^4} R_n(t) = 0 \quad (26)$$

которое имеет вид

$$R_{n_1}(t) = A_n(t) \cos \frac{\mu_n^2 a^2}{\ell^2} + B_n(t) \sin \frac{\mu_n^2 a^2}{\ell^2} \quad (27)$$

где A_n и B_n – произвольные постоянные.

$R_{n_2}(t)$ – частное решение уравнения (24) ищем методом Лагранжа в виде

$$R_{n_2}(t) = A_n(t) \cos \frac{\mu_n^2 a^2}{\ell^2} + B_n(t) \sin \frac{\mu_n^2 a^2}{\ell^2} \quad (28)$$

Выполняя соответствующие действия находим значение коэффициентов $A_n(t)$ $B_n(t)$

$$A_n(t) = \frac{a^2 \ell^2 P}{\mu_n^2 EI} X_n(\ell) \int_0^t \sin \frac{\mu_n^2 a^2 \tau}{\ell^2} d\tau \quad (29)$$

$$B_n(t) = -\frac{a^2 \ell^2 P}{\mu_n^2 EI} X_n(\ell) \int_0^t \cos \frac{\mu_n^2 a^2 \tau}{\ell^2} d\tau \quad (30)$$

Подставляя (29) и (30) в выражение (28) получим:

$$R_{n_2}(t) = \frac{\ell^4 P}{\mu_n^4 EI} X_n(\ell) \left(1 - \cos \frac{\mu_n^2 a^2 t}{\ell^2} \right)$$

Итак, частное решение уравнения (24) имеет вид

$$R_{n_2}(t) = \frac{\ell^4 P}{\mu_n^4 EI} X_n(\ell) \left(1 - \cos \frac{\mu_n^2 a^2 t}{\ell^2} \right) \quad (31)$$

Подставляя выражения (27) и (28) в формулу (25) находим общее решение уравнения (24)

$$\begin{aligned} R_n(t) = & A_n \cos \frac{\mu_n^2 a^2 t}{\ell^2} + B_n \sin \frac{\mu_n^2 a^2 t}{\ell^2} \\ & + \frac{\ell^4 P}{\mu_n^4 EI} X_n(\ell) \left(1 - \cos \frac{\mu_n^2 a^2 t}{\ell^2} \right) \end{aligned} \quad (32)$$

Постоянные A_n и B_n определяются из нулевых начальных условий

$$R_n(0) = 0 \text{ и } R'_n(0) = 0 \quad (33)$$

которые получаются из исходных начальных условий (2) путем умножения на собственную функцию $X_n(x)$ и последующего интегрирования по x в интервале $(0; \ell)$

$$\begin{aligned} R_n(t) \Big|_{t=0} &= \int_0^\ell U(x; 0) X_n(x) dx = 0 \\ R'_n(t) \Big|_{t=0} &= \int_0^\ell U'_t(x; 0) X_n(x) dx = 0 \end{aligned}$$

В результате получим:

$$A_n = 0 \text{ и } B_n = 0$$

и тогда выражение (32) принимает вид

$$R_n(t) = \frac{\ell^4 P}{\mu_n^4 EI} X_n(\ell) \left(1 - \cos \frac{\mu_n^2 a^2 t}{\ell^2} \right) \quad (34)$$

Подставляя выражение (34) в формулу (5) находим функцию $T_n(t)$

$$T_n(t) = \frac{\frac{\ell^4 P}{\mu_n^4 EI} X_n(\ell) \left(1 - \cos \frac{\mu_n^2 a^2 t}{\ell^2} \right)}{\int_0^\ell X_n^2(x) dx} \quad (35)$$

Интеграл от квадрата собственной функции вычислим по формуле

$$\int_0^{\ell} X_n^2(x) dx = \frac{\ell}{4} [X_n^2(\ell) + X_n''^2(\ell) - 2X_n'(\ell)X_n'''(\ell)] \quad (36)$$

которая, учитывая граничные условия (8*), принимает вид

$$\int_0^{\ell} X_n^2(x) dx = \frac{\ell}{4} X_n^2(\ell) \quad (37)$$

Подставляя (37) в выражение (35) получим

$$T_n(t) = \frac{4\ell^3 P \left(1 - \cos \frac{\mu_n^2 a^2 t}{\ell^2}\right)}{\mu_n^4 EI X_n(\ell)} \quad (38)$$

Подставляя в выражение (21) $x = \ell$ находим значение собственной функции $X_n(\ell)$

$$X_n(x) = (ch \mu_n + \cos \mu_n)(sh \mu_n - \sin \mu_n) - (sh \mu_n + \sin \mu_n)(ch \mu_n - \cos \mu_n) \quad X_n(\ell) = 2(sh \mu_n \cos \mu_n - ch \mu_n \sin \mu_n) \quad (39)$$

Учитывая выражение (39) формула (38) принимает вид

$$T_n(t) = \frac{2\ell^3 P \left(1 - \cos \frac{\mu_n^2 a^2 t}{\ell^2}\right)}{\mu_n^4 EI (sh \mu_n \cos \mu_n - ch \mu_n \sin \mu_n)} \quad (40)$$

Подставляя (40) в выражение (4) находим искомую функцию

$$U(x; t) = \frac{2P\ell^3}{EI} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 - \cos \frac{\mu_n^2 a^2 t}{\ell^2}}{\mu_n^4 (sh \mu_n \cos \mu_n - ch \mu_n \sin \mu_n)} X_n(x) \quad (41)$$

УДК 004

Саченко П. П.

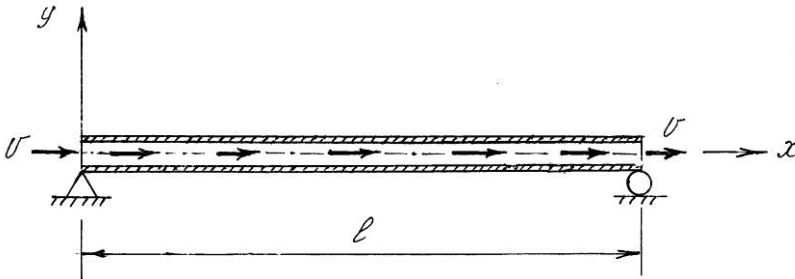
ВАРИАЦИОННЫЙ МЕТОД ВЫВОДА УРАВНЕНИЯ ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ ШАРНИРНО-ОПЁРТОЙ ТРУБЫ С ПРОТЕКАЮЩЕЙ ВНУТРИ НЕЁ ЖИДКОСТЬЮ

Вывод дифференциального уравнения поперечных колебаний шарнирно-опёртой трубы с протекающей внутри неё жидкостью, используя вариационный метод.

По упругой тонкостенной нерастяжимой трубе шарнирно закреплённой на концах протекает жидкость плотности ρ с постоянной скоростью V . Площадь поперечного сечения трубы постоянна по длине и равна S .

При расчете трубу рассматривать как балку с постоянной по длине изгибной жесткостью EI и погонной массой μ .

Начальным прогибом, связанным с действием веса системы пренебречь.

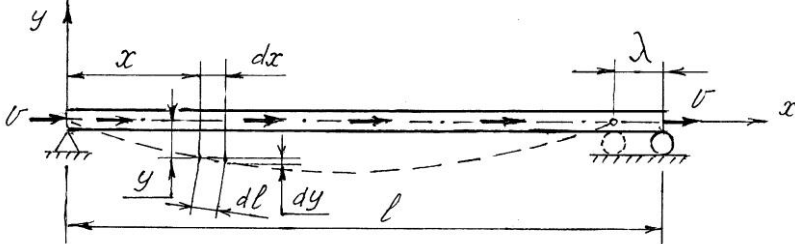


Составить дифференциальное уравнение малых поперечных колебаний трубы, внутри которой течёт жидкость с постоянной скоростью V (режим течения ламинарный, средняя скорость жидкости по сечению потока изменяется по параболическому закону), используя вариационный принцип Гамильтона-Остроградского.

Решение:

Труба с движущейся жидкостью является механической системой с бесчисленным множеством координат.

Изобразим трубу в процессе колебаний в промежуточном положении.



Труба совершает свободные колебания в вертикальной плоскости. При условии не растяжимости трубы горизонтальные перемещения точек трубы в процессе колебаний в сравнении с их вертикальными перемещениями оказываются величинами второго порядка малости, и которыми можно пренебречь.

$$x = \text{Const} \text{ и } \dot{x} = 0$$

Вертикальные перемещения точек трубы зависят от координаты x и времени t

$$y = y(x; t)$$

Выделим бесконечно малый элемент трубы с жидкостью длиной dl . Тогда кинетическая энергия этого элемента при малых колебаниях ($dl = dx$) будет равна

$$dT = \frac{1}{2} u^2 dm = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial y}{\partial t} \right)^2 (\mu + \rho S) dx$$

где μ – погонная масса трубы

ρ – плотность жидкости

S – площадь поперечного сечения трубы

u – скорость поперечного движения выделенного элемента трубы с жидкостью

При вычислении квадрата этой скорости $u^2 = \dot{y}^2 + \dot{x}^2$ учитывая условие (1) получим $u^2 = \dot{y}^2$.

$$dT = \frac{1}{2} \dot{y}^2 (\mu + \rho S) dx \quad (3)$$

Так как труба с движущейся жидкостью является системой с непрерывно распределённой массой, то полная кинетическая энергия трубы длиной l определится с помощью определённого интеграла

$$T = \int_0^l dT = \frac{1}{2} \int_0^l (\mu + \rho S) \dot{y}^2 dx \quad (4)$$

Труба рассматривается как упругая прямолинейная балка, потенциальную энергию которой при упругой деформации изгиба можно определить по известной формуле

$$\Pi_1 = \frac{1}{2} EI \int_0^l \left(\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \right)^2 dx \quad (5)$$

Поскольку гибкая труба является нерастяжимой, то при изгибных колебаниях правое концевое сечение трубы получит смещение λ , которое можно определить из следующих соображений.

Длину dl бесконечно малого элемента трубы при изгибных колебаниях можно представить в виде

$$dl = \sqrt{(dx)^2 + (dy)^2} = \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2} dx \quad (6)$$

Разложим $\sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2}$ в биномиальный ряд и удержим в нём первые два члена

$$\sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2} = 1 + \frac{1}{2} \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \quad (7)$$

и подставим в выражение (6)

$$dl = \left(1 + \frac{1}{2} \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right) dx$$

Для системы с распределёнными параметрами, когда элемент dl трубы рассматривается в определённый момент времени, т. е. время t при дифференцировании остаётся постоянным можно записать

$$dl = \left(1 + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial y}{\partial x} \right)^2 \right) dx \quad (8)$$

Элементарное смещение $d\lambda$ для выделенного элемента балки будет равно

$$d\lambda = dl - dx = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial y}{\partial x} \right)^2 dx \quad (9)$$

Полная величина λ очевидно будет равна

$$\lambda = \int_0^l d\lambda = \frac{1}{2} \int_0^l \left(\frac{\partial y}{\partial x} \right)^2 dx \quad (10)$$

Поток движущейся в трубе жидкости будет стремиться выпрямить изогнутую ось трубы при её изгибных колебаниях, тем самым уменьшая накопленную при изгибе потенциальную энергию.

Поэтому полная потенциальная энергия данной системы будет равна

$$\Pi = \Pi_1 - \Pi_2 \quad (11)$$

где Π_2 – потенциальная энергия численно равная работе деформации, которую совершает сила гидродинамического давления N потока движущейся жидкости на конечном перемещении λ

$$\Pi_2 = A_N = N\lambda = \frac{1}{2} N \int_0^l \left(\frac{\partial y}{\partial x} \right)^2 dx \quad (12)$$

где $N = \rho S V^2$

Подставим выражения (5) и (12) в уравнение (11)

$$\Pi = \frac{1}{2} EI \int_0^l \left(\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \right)^2 dx - \frac{1}{2} N \int_0^l \left(\frac{\partial y}{\partial x} \right)^2 dx$$

или

$$\Pi = \frac{1}{2} \int_0^l \left(EI \left(\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \right)^2 - N \left(\frac{\partial y}{\partial x} \right)^2 \right) dx \quad (13)$$

Для упрощения дальнейших записей введём следующие обозначения

$$\frac{\partial y}{\partial x} = y', \quad \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = y'', \quad \frac{\partial^3 y}{\partial x^3} = y''', \quad \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = y^{IV}$$

Определим функцию Лагранжа

$$L = T - \Pi \quad (14)$$

$$L = \frac{1}{2} \int_0^l (\mu + \rho S) \dot{y}^2 dx - \frac{1}{2} \int_0^l (EI y''^2 - N y'^2) dx$$

$$L = \frac{1}{2} \int_0^l (\mu + \rho S) \dot{y}^2 - EI y''^2 + N y'^2 dx \quad (15)$$

Определим действие S по Гамильтону

$$S = \int_{t_1}^{t_2} L dt = \frac{1}{2} \int_{t_1}^{t_2} dt \int_0^l ((\mu + \rho S) \dot{y}^2 - EI y''^2 + N y'^2) dx \quad (16)$$

Вычислим вариацию действия по Гамильтону

$$\delta S = \int_{t_1}^{t_2} dt \int_0^l ((\mu + \rho S) \dot{y} \delta \dot{y} - EI y'' \delta y'' + N y' \delta y') dx \quad (17)$$

Согласно принципу Гамильтона-Остроградского функция $y = y(x; t)$ должна быть такой, чтобы действие S по Гамильтону имело стационарное значение, т. е. чтобы первая вариация действия S равнялась нулю

$$\delta S = 0 \quad (18)$$

при этом функция $y = y(x; t)$ должна быть непрерывной, иметь непрерывные частные производные по x и t и её вариации в начальный t_1 и конечный t_2 моменты времени должны быть равны нулю

$$\delta y(x; t_1) = 0; \delta y(x; t_2) = 0 \quad (19)$$

Подставим выражение (17) в уравнение (18)

$$\int_{t_1}^{t_2} dt \int_0^l ((\mu + \rho S) \dot{y} \delta \dot{y} - EI y'' \delta y'' + N y' \delta y') dx = 0 \quad (20)$$

Так как операции варьирования и дифференцирования коммутативны (переставимы)

$$\delta \dot{y} = \delta \frac{dy}{dt} = \frac{d}{dt} \delta y$$

$$\delta y' = \delta \frac{\partial y}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \delta y$$

$$\delta y'' = \frac{\partial}{\partial x} \delta y'$$

Учитывая приведённые выражения уравнения (20) примет

$$\int_{t_1}^{t_2} dt \int_0^l \left((\mu + \rho S) \dot{y} \frac{d}{dt} \delta y - EI y'' \frac{\partial}{\partial x} \delta y' + N y' \frac{\partial}{\partial x} \delta y \right) dx = 0 \quad (21)$$

$$\text{Так как } \frac{d}{dt}(\dot{y}\delta y) = \dot{y}\frac{d}{dt}\delta y + \delta y\frac{d}{dt}\dot{y} = \dot{y}\frac{d}{dt}\delta y + \ddot{y}\delta y$$

то

$$\dot{y}\frac{d}{dt}\delta y = \frac{d}{dt}(\dot{y}\delta y) - \ddot{y}\delta y \quad (22)$$

$$\text{Так как } \frac{\partial}{\partial x}(y''\delta y') = y''\frac{\partial}{\partial x}\delta y' + \delta y'\frac{\partial y''}{\partial x} = y''\frac{\partial}{\partial x}\delta y' + y'''\delta y'$$

то

$$y''\frac{\partial}{\partial x}\delta y' = \frac{\partial}{\partial x}(y''\delta y') - y'''\delta y' \quad (23)$$

$$\text{Поскольку } y'''\delta y' = y'''\frac{\partial}{\partial x}\delta y$$

то

$$y'''\frac{\partial}{\partial x}\delta y = \frac{\partial}{\partial x}(y'''\delta y) - \delta y\frac{\partial y'''}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x}(y'''\delta y) - y^{IV}\delta y \quad (24)$$

Подставим выражение (24) в выражение (23)

$$y''\frac{\partial}{\partial x}\delta y' = \frac{\partial}{\partial x}(y''\delta y') - \frac{\partial}{\partial x}(y'''\delta y) + y^{IV}\delta y$$

$$y''\frac{\partial}{\partial x}\delta y' = \frac{\partial}{\partial x}(y''\delta y' - y'''\delta y) + y^{IV}\delta y \quad (25)$$

$$\text{Так как } \frac{\partial}{\partial x}(y'\delta y) = y'\frac{\partial}{\partial x}\delta y + \delta y\frac{\partial y'}{\partial x} = y'\frac{\partial}{\partial x}\delta y + y''\delta y$$

то

$$y'\frac{\partial}{\partial x}\delta y = \frac{\partial}{\partial x}(y'\delta y) - y''\delta y \quad (26)$$

Подставим (22), (25) и (26) в уравнение (21)

$$\int_{t_1}^{t_2} dt \int_0^l \left((\mu + \rho S) \left(\frac{d}{dt}(\dot{y}\delta y) - \ddot{y}\delta y \right) - EI \left(\frac{\partial}{\partial x}(y''\delta y' - y'''\delta y) + y^{IV}\delta y \right) \right) +$$

$$+ N \left(\frac{\partial}{\partial x}(y'\delta y) - y''\delta y \right) dx = 0 \quad (27)$$

Преобразуем полученное уравнение

$$(\mu + \rho S) \int_{t_1}^{t_2} dt \int_0^l \frac{d}{dt}(\dot{y}\delta y) dx + \int_{t_1}^{t_2} dt \int_0^l ((\mu + \rho S)(-\ddot{y}\delta y) - EI y^{IV}\delta y - N y''\delta y) dx +$$

$$\begin{aligned}
 & + \int_{t_1}^{t_2} dt \int_0^l (-EI \frac{\partial}{\partial x} (y'' \delta y' - y''' \delta y)) dx \\
 & + \int_{t_1}^{t_2} dt \int_0^l N \frac{\partial}{\partial x} (y' \delta y) dx = 0
 \end{aligned} \tag{28}$$

Вычислим интегралы, входящие в уравнение (28)

$$\begin{aligned}
 (\mu + \rho S) \int_{t_1}^{t_2} dt \int_0^l \frac{d}{dt} (\dot{y} \delta y) dx &= (\mu + \rho S) \int_0^l dx \int_{t_1}^{t_2} \frac{d}{dt} (\dot{y} \delta y) dt = \\
 &= (\mu + \rho S) \int_0^l dx \int_{t_1}^{t_2} d(\dot{y} \delta y) = (\mu + \rho S) \int_0^l (\dot{y}(x, t_2) \delta y(x, t_2) \\
 &\quad - \dot{y}(x, t_1) \delta y(x, t_1)) dx
 \end{aligned}$$

Учитывая выражения (19), найдём

$$\begin{aligned}
 (\mu + \rho S) \int_{t_1}^{t_2} dt \int_0^l \frac{d}{dt} (\dot{y} \delta y) dx &= 0 \tag{29} \\
 \int_{t_1}^{t_2} dt \int_0^l EI \frac{\partial}{\partial x} (y''' \delta y - y'' \delta y') dx &= \int_{t_1}^{t_2} dt \int_0^l EI \partial (y''' \delta y - y'' \delta y') = \\
 &= EI \int_{t_1}^{t_2} dt (y'''(l, t) \delta y(l, t) - y''(l, t) \delta y'(l, t) - y'''(0, t) \delta y(0, t) \\
 &\quad + y''(0, t) \delta y'(0, t)) \tag{30}
 \end{aligned}$$

В точке $x = 0$ и в точке $x = l$ труба шарнирно закреплена, поэтому вариации

$$\begin{cases} \delta y(0, t) = 0, & \delta y'(0, t) = 0 \\ \delta y(l, t) = 0, & \delta y'(l, t) = 0 \end{cases} \tag{31}$$

Следовательно

$$\int_{t_1}^{t_2} dt \int_0^l EI \frac{\partial}{\partial x} (y''' \delta y - y'' \delta y') dx = 0 \tag{32}$$

Далее имеем (33)

$$\int_{t_1}^{t_2} dt \int_0^l N \frac{\partial}{\partial x} (y' \delta y) dx = \int_{t_1}^{t_2} dt \int_0^l N \partial (y' \delta y) = N \int_{t_1}^{t_2} dt (y'(l, t) \delta y(l, t) - y'(0, t) \delta y(0, t))$$

Принимая во внимание условия (31) имеем

$$\int_{t_1}^{t_2} dt \int_0^l N \frac{\partial}{\partial x} (y' \delta y) dx = 0 \quad (34)$$

Учитывая выражения (29), (32), и (34) уравнение (28) принимает вид

$$\begin{aligned} \int_{t_1}^{t_2} dt \int_0^l ((\mu + \rho S) (-\ddot{y} \delta y) - EI y^{IV} \delta y - N y'' \delta y) dx = 0 \\ \int_{t_1}^{t_2} dt \int_0^l (((\mu + \rho S) \ddot{y} + EI y^{IV} + N y'') \delta y) dx = 0 \end{aligned} \quad (35)$$

Так как вариация δy в уравнении (35) произвольна и независима $(\mu + \rho S) \ddot{y} + EI y^{IV} + N y'' = 0$

или

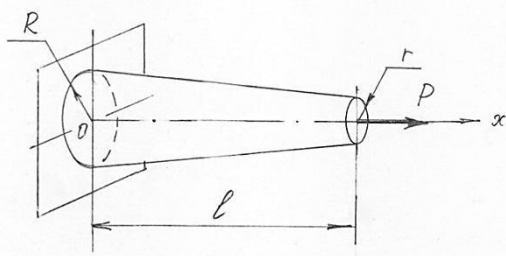
$$EI \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} + \rho S V^2 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = -(\mu + \rho S) \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \quad (36)$$

УДК 004

Саченко П. П.

ПРОДОЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ КОНСОЛЬНОГО СТЕРЖНЯ

Исследовать продольные колебания консольного стержня предварительно растянутого силой P , приложенной на конце $x = l$, возникающая при внезапном прекращении действия силы. Стержень имеет форму усечённого конуса длины l с радиусами оснований R и r .



Принимаем, что $u(x;t)$ является функцией абсолютных продольных перемещений стержня. Поскольку площадь поперечного сечения непрерывно изменяется по его длине, то для определения функции $u(x;t)$ воспользуемся уравнением

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(F(x) \frac{\partial u}{\partial x} \right) - \frac{1}{a^2} F(x) \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 0 \quad (1)$$

где $F(x)$ – площадь поперечного сечения стержня, соответствующая координате x

$$a^2 = \frac{E}{\rho}$$

E – модуль упругости, ρ – плотность материала стержня.

Функция абсолютных продольных перемещений стержня $u(x;t)$ должна удовлетворять граничным условиям

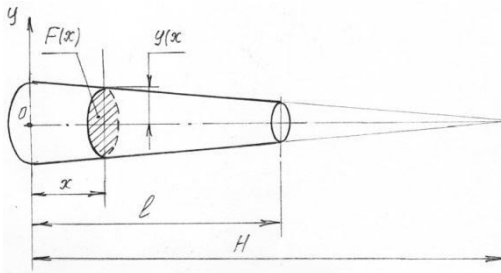
$$u(0; t) = 0, \quad \frac{\partial u(l; t)}{\partial x} = 0$$

и начальным условиям

$$u(x; 0) = \varepsilon x \quad (2.1), \quad \frac{\partial u(x; 0)}{\partial t} = 0 \quad (2.2)$$

Поскольку площади поперечных сечений консольного стержня непрерывно изменяются по его длине, то необходимо предварительно установить связь между площадью сечения стержня и соответствующей этому сечению координаты по оси x .

Совместим координатную ось x с продольной осью стержня, а её начало расположим в центре левого закреплённого торца стержня радиуса R



H – высота полного конуса, частью которого является стержень.

Из соотношения

$$\frac{R}{H} = \frac{r}{H - l} \quad (3)$$

находим высоту конуса

$$H = \frac{Rl}{R - r} \quad (4)$$

Составляя второе отношение

$$\frac{y(x)}{H - x} = \frac{R}{H} \quad (5)$$

Находим $y(x)$ – радиус поперечного сечения конуса, соответствующий координате x

$$y(x) = \left(1 - \frac{x}{H}\right) R \quad (6)$$

и площадь поперечного сечения $F(x)$

$$F(x) = \pi y^2(x) = \pi \left(1 - \frac{x}{H}\right)^2 R^2 \quad (7)$$

Составляя первое начальное условие (2) принимаем, что в начальный момент времени перемещение поперечного сечения стержня с координатой x пропорциональна этой координате.

Коэффициент пропорциональности ε представляет собой относительное продольное удлинение стержня при $t = 0$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad (8)$$

где Δl – абсолютное продольное удлинение при $t = 0$

Из курса сопротивления материалов известно, что абсолютное удлинение стержня с непрерывно изменяющейся по длине площадью сечения определяется формулой

$$\Delta l = \frac{P}{E} \int_0^l \frac{dx}{F(x)}$$

и тогда коэффициент пропорциональности равен

$$\varepsilon = \frac{P}{El} \int_0^l \frac{dx}{F(x)} \quad (9)$$

Подставляя в формулу (9) выражение (7) интегрируя, получим

$$\varepsilon = \frac{HP}{\pi R^2 (H - l) E} \quad (10)$$

и тогда первое начальное условие принимает вид

$$u(x; t) \Big|_{t=0} = \frac{HP}{\pi R^2 (H - l) E} x$$

Функцию $u(x; t)$ ищем методом Фурье, представляя её в виде суммы частных решений

$$u(x; t) = \sum_{n=1}^{\infty} X_n(x) T_n(t) \quad (11)$$

где $X_n(x)$ – функция одной переменной x , а $T_n(t)$ – переменной t .

Подставим (11) в уравнение (1). Выполняя соответствующие преобразования и разделяя переменные, получим два уравнения

$$X_n''(x) + \frac{\frac{\partial F(x)}{\partial x}}{F(x)} X_n'(x) + \lambda_n^2 X_n(x) = 0 \quad (12)$$

$$T_n''(t) + \lambda_n^2 a^2 T_n(t) = 0 \quad (13)$$

Принимая во внимание выражение (7) коэффициент стоящей при $X_n'(x)$ уравнении (12) равен

$$\frac{\frac{\partial F(x)}{\partial x}}{F(x)} = \frac{2}{x - H}$$

и тогда уравнение (12) принимает следующий вид

$$X_n''(x) + \frac{2}{x - H} X_n'(x) + \lambda_n^2 X_n(x) = 0 \quad (14)$$

Уравнение (14) относится к уравнениям, которые приводятся к уравнениям с постоянными коэффициентами. Для этого выполним замену искомой функции X_n на новую функцию $Z_n(x)$ по формуле

$$X_n(x) = Z_n(x) e^{-\int \frac{p(x)}{2} dx} \quad (15)$$

где $p(x)$ – коэффициент, стоящий при $X_n'(x)$ в уравнении (14) равный

$$p(x) = \frac{2}{x - H}$$

Выполняя соответствующие действия, получим следующее уравнение

$$Z_n''(x) + \lambda_n^2 Z_n(x) = 0 \quad (16)$$

Решением уравнения (16) является функция

$$Z_n(x) = A_n \cos \lambda_n x + B_n \sin \lambda_n x \quad (17)$$

где A_n и B_n – произвольные постоянные.

Подставляя (17) в (15) находим

$$X_n(x) = \frac{1}{x - H} (A_n \cos \lambda_n x + B_n \sin \lambda_n x) \quad (18)$$

Постоянные A_n и B_n находим из граничных условий

$$X_n(0) = 0, \quad \frac{\partial X_n(l)}{\partial x} = 0 \quad (19)$$

Из первого граничного условия находим $A_n = 0$ и тогда выражение (18) принимает вид

$$X_n(x) = B_n \frac{1}{x - H} \sin \lambda_n x \quad (20)$$

Из второго граничного условия (19) учитывая, что $B_n \neq 0$ находим

$$X_n'(l) = \frac{\lambda_n(l - H) \cos \lambda_n l - \sin \lambda_n l}{(l - H)^2}$$

$$\lambda_n(l - H) \cos \lambda_n l - \sin \lambda_n l = 0$$

откуда получим трансцендентное уравнение

$$\operatorname{tg} \lambda_n l - (l - H) \lambda_n = 0 \quad (21)$$

где $\lambda_n - n^{\text{ый}}$ положительный корень этого уравнения.

Решением уравнения (13) является функция

$$T_n(t) = C_n \cos \lambda_n at + D_n \sin \lambda_n at \quad (22)$$

где C_n и D_n – произвольные постоянные.

Последовательно подставляя значение функции $X_n(x)$ и $T_n(t)$ в выражение (11) находим искомую функцию продольных перемещений стержня

$$u(x; t) = \frac{1}{x - H} \sum_{n=1}^{\infty} (N_n \cos \lambda_n at + L_n \sin \lambda_n at) \sin \lambda_n x \quad (23)$$

где N_n и L_n – произвольные постоянные, которые определим из начальных условий (2)

Из второго начального условия (2.2) находим, что $L_n = 0$ и тогда (23) принимает вид

$$u(x; t) = \frac{1}{x - H} \sum_{n=1}^{\infty} N_n \cos \lambda_n at \sin \lambda_n x \quad (24)$$

Из первого начального условия (2.1) получим

$$\sum_{n=1}^{\infty} N_n \sin \lambda_n x = \varepsilon x(x - H) \quad (25)$$

где коэффициент ε определяется из выражения (10)

Разложим функцию, стоящую в правой части (25) в ряд Фурье по $\sin \lambda_n x$

$$\varepsilon x(x - H) = \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin \lambda_n x \quad (26)$$

где коэффициенты b_n находим из выражения

$$b_n = \frac{2}{l} \varepsilon \int_0^l x(x - H) \sin \lambda_n x dx \quad (27)$$

Интегрируя выражение (27), получим

$$b_n = \frac{2\varepsilon}{l} \frac{(H - l)\lambda_n^2 l \cos \lambda_n l + (2l - H)\lambda_n \sin \lambda_n l + 2(\cos \lambda_n l - 1)}{\lambda_n^3} \quad (28)$$

Сравнивая соответствующие коэффициенты в рядах (25) и (26) находим постоянную N_n

$$N_n = \frac{2HP}{\pi R^2(H - l)El} \frac{(H - l)\lambda_n^2 l \cos \lambda_n l + (2l - H)\lambda_n \sin \lambda_n l + 2(\cos \lambda_n l - 1)}{\lambda_n^3} \quad (29)$$

Подставляя, согласно (29) значение постоянной N_n в выражение (24) находим функцию $u(x; t)$ – свободных продольных колебаний стержня имеющего форму усечённого конуса

$$u(x; t) = \frac{2HP}{\pi R^2(H-l)El(x-H)} \times \\ \times \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(H-l)\lambda_n^2 \cos \lambda_n l + (2l-H)\lambda_n \sin \lambda_n l + 2(\cos \lambda_n l - 1)}{\lambda_n^3} \cos \lambda_n a t \sin \lambda_n x$$

УДК 004.94:519.632

Коваль Н. В.

ПОРІВНЯННЯ ЧИСЕЛЬНИХ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ СТАЦІОНАРНОЇ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ

Для розв'язання задачі стаціонарної теплопровідності у двовимірній області можуть бути використані різноманітні методи наближених обчислень, серед яких найбільш популярні такі чисельні методи, як: метод скінченних різниць та метод Монте-Карло.

Математично задача стаціонарної теплопровідності зводиться до розв'язання рівняння Лапласа

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = 0$$

в області D з граничними умовами $D = \{(x, y) | 0 \leq x \leq a, 0 \leq y \leq b\}$, $U(0, y) = \psi_1(y)$, $U(a, y) = \psi_2(y)$, $U(x, 0) = \psi_3(y)$, $U(x, b) = \psi_4(y)$.

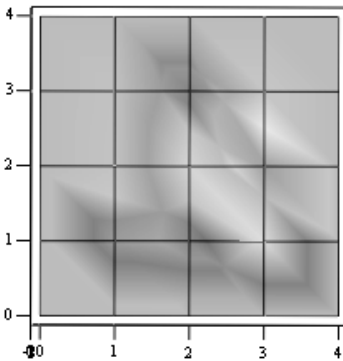
Для розв'язання диференціальних рівнянь другого порядку в частинних похідних методом скінченних різниць використовується двовимірна прямокутна сітка з обчислювальним шаблоном типу «хрест»:

$$U_{i,j} = \frac{1}{4}(U_{i-1,j} + U_{i+1,j} + U_{i,j-1} + U_{i,j+1}).$$

Для розв'язання задачі Діріхле для рівняння Лапласа методом випадкових блукань (метод Монте-Карло) припускають, що точка M здійснює рівномірні випадкові блукання по вузлах сітки, що закінчуються у момент потрапляння точки на границю. Методом Монте-Карло можна знайти наближене значення розв'язання задачі в єдиній точці, не знаючи розв'язання задачі для всіх інших точок сітки, що вигідно вирізняє даний метод серед звичайних способів розв'язання подібних задач.

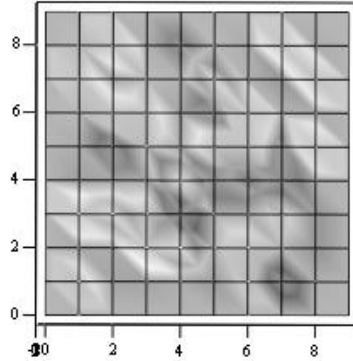
Для порівняння методів скінченних різниць і випадкових блукань розв'яжемо даними методами наведену у книзі Т. Шупа «A Practical Guide to Computer Methods for Engineers» (1979) задачу знаходження стаціонарного розподілу температури у квадратній пластині, для якої задані граничні умови $T(x = 0) = 0$, $T(x = 1) = 100$, $T(y = 0) = 100x$, $T(y = 1) = 100x^2$.

Побудуємо на квадратній пластині сітку з N вузлами на кожній стороні. Для методу випадкових блукань розрахунок проводився при викидуванні 1000 точок. Відхилення у результатах обчислень за методом скінченних різниць від результатів обчислень за методом випадкових блукань при різних значеннях N представлено на рис. 1, де затемення вказують на найбільші відхилення. Оскільки метод випадкових блукань заснований за випадкових числах, то при кожній окремій спробі чисельні результати відрізняються, однак загальна тенденція залишається.



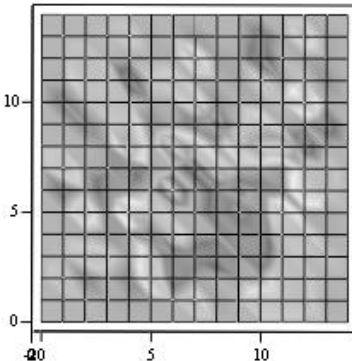
$N = 5$

Параметри відхилення:
min: -2.129
max: 1.418



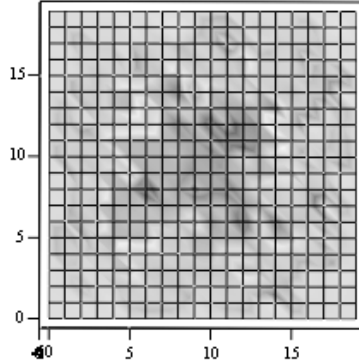
$N = 10$

Параметри відхилення:
min: -2.359
max: 2.079



$N = 15$

Параметри відхилення:
min: -2.687
max: 2.362



$N = 20$

Параметри відхилення:
min: -6.856
max: 1.118

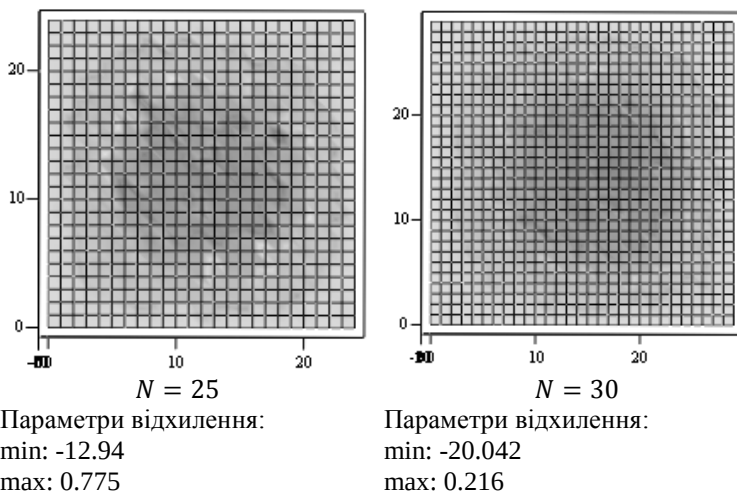


Рис. 1. Відхилення в результатах обчислень методом скінченних різниць і методом випадкових блукань

Наведені на рисунках відхилення результатів розрахунків показують, що збільшення кількості вузлів на сітці при використанні методу Монте-Карло приводить до більш точних результатів тільки до певного значення N , однак при $N > 20$ результати починають різко відрізнятися від результатів, отриманих методом скінченних різниць, тобто спостерігається погіршення точності розрахунків. Збільшення кількості точок у методі випадкових блукань також не приводить до більш точних результатів.

У подальшому планується використати унітарний скінченний елемент (8, 12 вузлів) для відновлення температурного поля двовимірної пластини з граничними умовами.

УДОСКОНАЛЕННЯ КЛАСИЧНОГО НАЇВНОГО БАЙЕСОВОГО КЛАСИФІКАТОРА БАГАТОВИМІРНИХ ОБ'ЄКТІВ

Недоліком класичного наївного Байєсового класифікатора для визначення ймовірності гіпотези h_λ або у вигляді формули

$$p_{h\lambda}^D = \frac{p_\lambda^0 \prod_{j=1}^n p_{\lambda j}(x_j | h_\lambda)}{\sum_{\lambda=1}^\Lambda \left[p_\lambda^0 \prod_{j=1}^n p_{\lambda j}(x_j | h_\lambda) \right]} \quad (1)$$

або у вигляді чисельника формули (1)

$$p_{h\lambda}^{pD} = p_\lambda^0 \prod_{j=1}^n p_{\lambda j}(x_j | h_\lambda) \quad (2)$$

де $p_{h\lambda}^D$ – ймовірність спостереження гіпотези h_λ за апостеріорними даними об'єкта по формулі (1); $p_{h\lambda}^{pD}$ – оцінка ймовірності спостереження гіпотези h_λ за апостеріорними даними об'єкта по чисельнику формули (1); $H = (h_1, h_2, \dots, h_\lambda, \dots, h_\Lambda)$, $\lambda = 1, 2, \dots, \Lambda$, – вектор гіпотез; $p_{h\lambda}^0$ – апріорна ймовірність гіпотези h_λ ; $p_{\lambda j}(x_j | h_\lambda)$ – умовна ймовірність спостереження змінної (ознаки) x_j гіпотези h_λ , є можливість виникнення явища «нульової частоти» (zero frequency), при якому дорівнює нулю підсумок двійкових змінних (ознак) x_j для подій навчальної множини деякої гіпотези h_λ . Кожна подія (об'єкт, гіпотеза) h_λ має вигляд вектора двійкових ознак $X = (x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_n)$, $j = 1, 2, \dots, n$, $x_j = \pm 1$. В результаті умовна ймовірність $p_{\lambda j}(x_j | h_\lambda)$ спостереження змінної x_j в об'єктах гіпотези h_λ може дорівнювати нулю, що за формулами (1) та (2) перетворює на нуль ймовірність спостереження самої гіпотези.

Виходить, що мале значення умовної ймовірності однієї змінної має нічим не виправдані «привілеї» перед значеннями ймовірностей всіх інших змінних і «забороняє» прийняття гіпотези, навіть якщо всі ймовірності інших змінних дорівнюють 1 (тобто якщо всі інші змінні свідчать на користь прийняття гіпотези). Цю проблему, розв'язують за допомогою згладжування, за яким для об'єктів навчальної вибірки штучно змінюють спостереження подій (тобто, псують інформацію), в результаті чого величина ймовірності спостереження «1» дещо змен-

шується до «приблизної одиниці», а величина ймовірності спостереження «0» дещо зростає до «приблизного нуля». При цьому не звертають уваги на те, що згладжування не розв'язує проблеми «привілеїв» однієї змінної, бо «приблизний нуль», хоча й не зведе ймовірність спостереження гіпотези до нуля, але однаково може перетворити на практичний нуль умовну ймовірність існування гіпотези. Це суперечить головному принципу статистики: не можна допустити, щоб одна змінна з «робочим, нормальним, припустимим» малим (нульовим) значенням ймовірності спостереження змінної «одноосібно» забороняла прийняття гіпотези без урахування значень ймовірностей її інших ознак. Це вимагає перегляду для багатовимірних стохастичних подій наївного принципу Байєсової класифікації, який базується на незалежності змінних, та вимагає перегляду формул наївного Байєсового класифікатора (1) та (2).

Пропонується замінити принцип незалежності змінних, на якому базується наївний Байєсовий алгоритм, на принцип математичного очікування ознак багатовимірних об'єктів. Це замінює добуток ймовірностей ознак в формулах (1) та (2) на їх підсумок. В результаті отримуємо формули Байєсового класифікатора

$$p_{H\lambda}^{\Sigma} = \frac{p_{\lambda}^0 \sum_{j=1}^n p_{\lambda j}(x_j | h_{\lambda})}{\sum_{\lambda=1}^{\Lambda} \left[p_{\lambda}^0 \sum_{j=1}^n p_{\lambda j}(x_j | h_{\lambda}) \right]} \quad (3)$$

$$p_{H\lambda}^{p\Sigma} = p_{\lambda}^0 \sum_{j=1}^n p_{\lambda j}(x_j | h_{\lambda}) \quad (4)$$

Формули (3) та (4) мають наступні переваги, які усувають відповідні похибки класифікації формул (1) та (2): відпадає вимога взаємної незалежності ознак x_j ; жодна змінна x_j не має переваг перед іншими змінними; вхідна інформація не псується шляхом згладжування; ліквідується порушення основного принципу статистики, бо одна ознака з малим значенням ймовірності не може «одноосібно» забороняти обрання гіпотези всупереч протилежному «колективному рішення» всіх інших ознак.

На наш погляд практика підтвердження ефективності наївних Байєсових класифікаторів (1) та (2) пояснюється двома причинами:

1. Добуток ймовірностей в формулах (1) та (2) та їх підсумок в формулах (3) та (4) мають одну спільну особливість: результати розрахунку збільшуються при зростанні значень ймовірностей. Тому висновки за формулами (1), (2) та (3), (4) майже завжди співпадають, хоча співпадіння спостерігаються не завжди.

2. В формулах (1), (2) використовується один з принципів дисципліни «Розпізнавання образів», за яким дозволяється як завгодно математично обробляти ознаки образу з метою наступного їх використання для класифікації. Таким прикладом є «метод центральних моментів»: початкові «моменти» є довільною заданою експертом функцією ознак; наступні «моменти» є функціями початкових «моментів» і використовуються у сукупності для класифікації образів (гіпотез).

УДК 004.8(075)

Кутковецький В. Я., Турти М. Ю., Гриза О. В.

ЗАГАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ ДАТЧИК ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ

Автоматизовані інтелектуальні системи застосовуються для отримання інформації щодо поточного фізичного стану та даних спортсменів, старих чи хворих дорослих людей та дітей з використанням медичних датчиків, які сигналізують про їх фізичні дані, про виникнення проблем з різним рівнем необхідного обслуговування, чи загрози їх здоров'ю.

Хоча запропонований напрямок може бути розширеним на n – вимірний простір з довільною кількістю змінних і довільним характером інформації, нижче для спрощення ми будемо розглядати хвору людину, у якій контролюється лише температура тіла t , тиск крові p , ритм серця f та зволоження v .

Звичайно ці параметри контролюються окремими датчиками, які сигналізують про перевищення деякого граничного рівня ($t > T_{\max}$, $p > P_{\max}$, $f > F_{\max}$, $v > V_{\max}$), або про не дозволене зниження числових значень параметрів ($t < T_{\min}$, $p < P_{\min}$, $f < F_{\min}$, $v < V_{\min}$).

Але в подібних інтелектуальних системах виникає додаткова потреба у наявності загального сигналу із загальною характеристикою рівня небезпеки одночасно по всім параметрам, бо обслуговуючому персоналу насамперед потрібно знати загальний рівень небезпеки і рівень потреби у допомозі у випадку одночасної появи сигналів від кількох пацієнтів.

З математичної точки зору змінні (t, p, f, v) можна уявити незалежними і розміщеними по взаємно перпендикулярним осям. При відомих максимальних значеннях змінних (t, p, f, v) всі практично можливі точки координат, які характеризують стан людини у вигляді деякої складної функції $Q(t, p, f, v)$, розміщуються всередині деякої кулі.

Гіперкулею n – вимірного простору зветься геометричне *тіло*, всі точки якого з координатами $X=(x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_n)$ знаходяться від центру на відстані, не більшої за гіперрадіус (рис. 1)

$$R_1 = \sqrt{\sum_{j=1}^n x_j^2} \Rightarrow R_2 = \sqrt{t^2 + p^2 + f^2 + v^2} \quad (1)$$

де R_1, R_2 – радіуси – вектори в n – вимірному просторі; x_j – змінна, яка характеризує стан хворої людини; $j = 1, 2, \dots, n$ – порядковий номер змінної x_j .

Тут змінні x_j [або (t, p, f, v)] з метою запобігання неоднакового впливу на рішення малих і великих цифр параметрів представлені у відносних одиницях по відношенню до нормальних або деяких граничних значень.

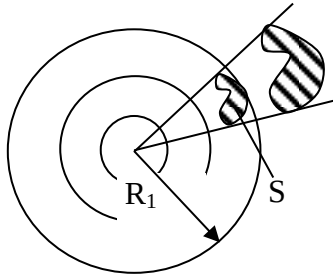


Рис. 1. Гіперкуля із зовнішнім радіусом R_1 з вкладеними одна в одну порожнистими гіперкулями та тілесним гіперкутом, що спирається на площу S гіперсфери радіусом R_1

В інтелектуальних системах ми розглядаємо деяку складну залежність $Q(R)$, де $R_1(x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_n)$ – радіус гіперкулі. З формули (1) випливає, що при нормалізації всіх змінних максимальні значення всіх параметрів тіла людини (t, p, f, v) можуть бути обмежені значенням граничного радіусу $R_{гi}$ відповідної гіперкулі, де $гi = 1, 2, 3$ – рівень небезпеки. Завдання кількох вкладених одна в одну порожнистих гіперкуль з граничними радіусами $R_{гi}$ характеризує відповідну ступінь загроз для здоров'я хворого.

Подібна інформація має ту перевагу, що вона є чутливою до випадків, коли одночасно кілька змінних наближуються до недозволеної границі, бо в існуючих інформаційних системах звичайно не розглядається небезпека здоров'ю людини у випадках, коли граничний рівень не перевищується, але разом з тим ряд параметрів може загрозливо наближуватись до граничних рівнів.

Формула (1) встановлює загальний вигляд граничної геометричної залежності між змінними. Для більшої зручності у визначенні інформаційної функціональної залежності бажано, щоб параметри людини (t, p, f, v) у нормальному стані давали інформацію у вигляді радіуса R , рівного 1, зі збільшенням R при подальшому зростанні (t, p, f, v).

У формулі (1) потрібно урахувати:

– змінні (t, p, f, v) у хворого є взаємно залежними: якщо $t > T_{\max}$, то інші змінні (p, f, v) теж можуть збільшуватись;

– різні змінні по-різному впливають на рівень загрози щодо пацієнта.

Для аналізу пропонується використовувати модифіковану формулу (1), наприклад, у вигляді

$$R_3 = k_R \sqrt{\sum_{j=1}^n k_j x_j^2} \Rightarrow R_4 = k_R \sqrt{(k_t t)^2 + (k_r r)^2 + (k_f f)^2 + (k_v v)^2} \quad (2)$$

де $k_R = 0 \dots 1$ – коефіцієнт зведення радіусів R_3 та R_4 до 1 при нормальних параметрах (t, p, f, v) здорової людини; k_t, k_r, k_f, k_v – коефіцієнти впливу, які змінюються у межах $0 \dots 1$, для урахування того, що різні координати – параметри (t, p, f, v) по – різному впливають на загрозу здоров'ю; (t, p, f, v) – параметри, які представлені у відносних одиницях по відношенню до номінальних значень здорової людини. Відносні одиниці використані з метою запобігання неоднакового впливу на рішення малих і великих цифр параметрів.

Якщо $R > R_{ci}^{\max}$ (або $R < R_{ci}^{\min}$), $i = 1, 2, 3$, то використовуються три рівня аварійної сигналізації:

– $R_{r1}^{\max} (R_{r1}^{\min})$ – наближення до аварійної ситуації (постійний жовтий світловий сигнал);

– $R_{r2}^{\max} (R_{r2}^{\min})$ – аварійна ситуація (червоний світловий сигнал, звуковий сигнал);

– $R_{r3}^{\max} (R_{r3}^{\min})$ – аварійна ситуація підвищеного ризику (блискавичний червоний світловий сигнал, перериваний звуковий сигнал).

Внаслідок складності обмежуючої функції (2), її коефіцієнти нелінійно залежать від змінних. Використання згідно аналітичної геометрії p – вимірних тілесних кутів двовимірної мапи для відображення процесів $Q(R)$ в p – вимірному просторі підвищує наочність аналізу; дозволяє перевести всі процеси в один тілесний кут з графічним відображенням ізоліній функції $Q(R)$ та годографа вектора R і сприяє апроксимації нелінійних функціональних залежностей.

Застосування бездротового зв'язку надає автоматизованій інтелектуальній системі відомі додаткові переваги.

Розглянутий підхід підвищує якість обслуговування пацієнтів медичною інтелектуальною системою і поліпшує умови праці обслуговуючого персоналу особливо у випадку одночасної появи аварійних сигналів від кількох пацієнтів.

УДК 004.45 (076.5)

Старченко В. В.

ВИКОРИСТАННЯ ANDROID-ДОДАТКІВ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Актуальність роботи обумовлена необхідністю дослідження нових можливостей, що відкриваються для викладача з появою ОС Android та мобільних пристроїв, які працюють під її керуванням.

Метою роботи є відбір, дослідження та опанування методів викладання навчальних дисциплін з широким використанням Android-додатків, розроблених як самим викладачем, так і іншими розробниками.

Основні аспекти використання Android-додатків є такими:

- Демонстрація основних теоретичних положень (теорем, формул, законів).

- Сприяння у набутті практичних навичок. Пропозиція тренувальних вправ та завдань, задач, питань до самоконтролю.

- Текучий та підсумковий контроль знань. Тестові питання та завдання.

У якості предмета дослідження була обрана тема «Код Прюфера» з курсу «Дискретна математика».

Тема була запропонована студентам для самостійного вивчення. Для цього була розроблена детальна інструкція до виконання самостійної роботи, методика оцінки результатів та Android-додаток для наочної демонстрації роботи алгоритму. Для зручності студентів Android-додаток був опублікований на Web-сайті сервісу Google Play за адресою: <https://play.google.com/store/apps/details?id=wst.edu.prufer.codetreegraphbuilder>.

Самостійна робота була проведена згідно робочого плану. Під час виконання роботи було зафіксовано 18 завантажень демонстраційного Android – додатку за допомогою сервісу Google Play.

Результати перевірки отриманих звітів були порівняні з результатами самостійних робіт, що виконувалися студентами у попередні навчальні роки. Порівняння результатів виконання самостійної роботи з результатами попередніх років показало підвищення рівня засвоєння навчального матеріалу у середньому на 15 %.

УДК 004

Салтовський Б. Г.

ВИКОРИСТАННЯ 3D-ПРИНТЕРА У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Зараз у продажу з'явилися 3d-принтери початкового рівня за ціною менш ніж \$ 200. Наприклад, модель **Anet A8 Prusa i3**. Цей принтер має

робочу область 200 x 200 x 250 мм, сопло діаметром 0,4 мм та стіл з підігрівом, що дозволяє друкувати як PLA так і ABS пластиком прутком діаметром 1,75 мм. За допомогою безкоштовного програмного забезпечення **Cura** можливе конвертування 3d-моделей з формату **STL** в файл 3d-друку **G-code**. Це дозволяє друкувати моделі як з комп'ютера так і в автономному режимі, з microSD картки пам'яті.

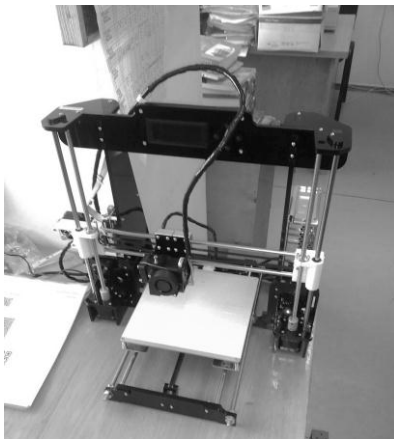


Рис. 1. 3d-принтер початкового рівня

Такий принтер може використовуватись в навчальному процесі наступним чином:

Створення наочних посібників

Для демонстрації фізичних або механічних явищ можливе виготовлення як окремих деталей так і рухомих механізмів за допомогою 3d-друку.

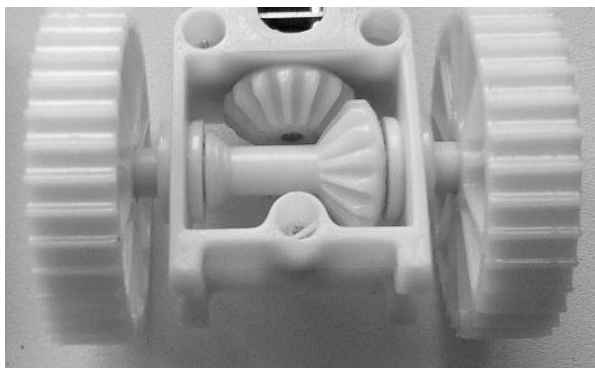


Рис. 2. Приклад надрукованого конічного редуктора

Створення корпусів приладів

При створенні приладів в рамках курсової або дипломної роботи у студентів виникають проблеми при виготовленні корпусів. Можливість його надрукувати не лише спрощує створення приладів та й дає студенту знання щодо вимог до габаритів та приєднувальних розмірів устаткування.

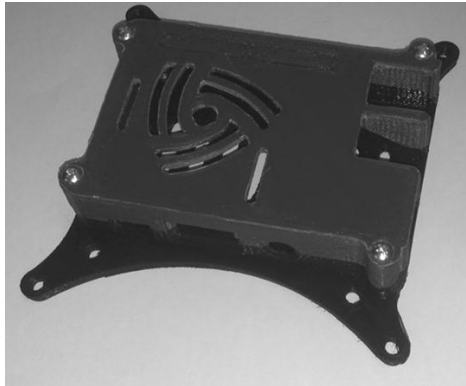


Рис. 3. Корпус для міні-комп'ютера Raspberri Pi

Навчання 3D-модельюванню

В рамках дисциплін пов'язаних з навчанням комп'ютерній графіки, студенти (крім іншого) вчаться створенню тривимірних об'єктів. Можливість роздрукувати створену модель може підняти у студентів мотивацію до навчання.

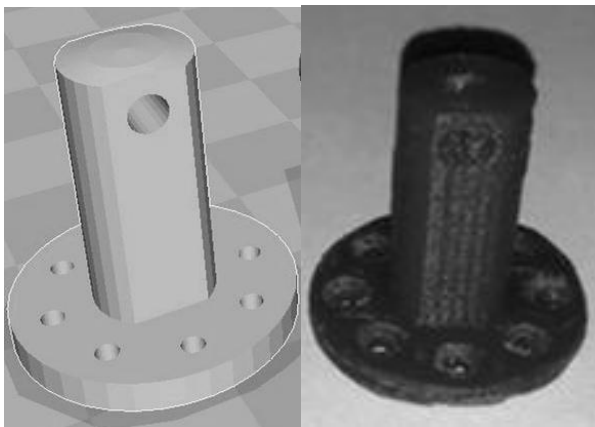


Рис. 4. Модель та її надрукована копія

Крім цих застосувань, 3d-принтер в навчальному закладі може використовуватись і по-іншому. Наприклад, для ремонту обладнання, але це вже не відноситься до навчального процесу.

УДК 004.312.26:519.725

Крайник Я. М., Перов В. О.

ДЕКОДУВАННЯ TURBO-PRODUCT-КОДІВ НА ОСНОВІ КОМБІНОВАНОГО ПІДХОДУ

Turbo-Product-коди (ТР-кодів) є заводозахисними кодами, що широко використовуються в системах передачі інформації при передачі за допомогою каналів, у яких наявні шуми. Зазвичай, їх виправна здатність є нижчою, ніж у таких кодів, як LDPC, проте часто вони застосовуються як складові для комплексних кодів для того, щоб підвищити загальну виправну здатність. Для декодування ТР-кодів використовуються жорсткі та м'які алгоритми декодування. Жорсткі алгоритми характеризуються тим, що вони є простими в реалізації та забезпечують високу швидкодію, проте їх виправна здатність менша, ніж у м'яких алгоритмів. Тому можливим варіантом реалізації декодера, який зможе забезпечити високу швидкодію та вищу пропускну здатність, ніж декодери на основі м'яких рішень, є об'єднання комбінування підходів, що пропонуються у м'яких та жорстких декодерах в одному декодері.

Проведене у роботі дослідження показує, що декодер, який працює на основі правил, що комбінують декодування за жорстким алгоритмом та декодування за алгоритмом Чейза, здатен забезпечувати очікувані показники швидкодії та коригуючої здатності. Список даних правил є наступним:

- якщо синдром жорсткого рішення для вектору, що відповідає м'яким вхідним значенням, є нульовим, то необхідно збільшити модуль м'яких вхідних значень;
- якщо синдром жорсткого рішення для вектору, що відповідає м'яким вхідним значенням, не є нульовим, але вказує на наявність помилки та дозволяє її виправити, то інвертувати знак у необхідній позиції, а модулі інших м'яких значень вхідного вектору – збільшити;
- якщо синдром жорсткого рішення для вектору, що відповідає м'яким вхідним значенням, не є нульовим, але серед синдромів V_i наявні такі, що мають значення 0, то встановити знаки м'яких рішень вхідних даних відповідно до знайденого;

– якщо синдром жорсткого рішення для вектору, що відповідає м'яким вхідним значенням, не є нульовим, і серед синдромів V_i нульовий синдром відсутній, то модуль м'яких вхідних значень зменшується.

Декодер, що працює відповідно до наведених правил здатен працювати з більшою пропускну здатністю, ніж декодер, що використовує м'які алгоритми декодування (алгоритми Чейза, алгоритми MAP) та, при цьому, забезпечує виправну здатність вищу, ніж жорсткі декодери. Реалізація з використанням мікросхеми ПЛІС Altera Stratix IV показала, що пропускна здатність декодера може бути більше за 600 Мбіт/с, а виграш у порівнянні з жорстким декодером у виправній здатності становив більше 2 дБ.

УДК 629.7.058.8: 629.734

Журавська І. М., Олійник В. В.

ПІДСИСТЕМА КАТАПУЛЬТУВАННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ GPS-КООРДИНАТ БЛОКІВ БПЛА ПРИ КРИТИЧНОМУ ЗАСТОСУВАННІ

На теперішній час використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) є досить широким – в сферах моніторингу ситуації на відповідних територіях, об'єктів на складах, стану аграрних комплексів та багато іншого.

При використанні у надзвичайних ситуаціях або при відмові деяких вузлів БПЛА може наступити критична ситуація, коли можливості посадити апарат не буде, що спричинить втрату БПЛА. Але зібрана апаратом інформація представляє велику цінність, тому актуальною задачею є забезпечення можливості зберегти накопичені дані, що знаходяться, наприклад, на карті пам'яті, розміщеній на борту БПЛА.

Запропонована підсистема катапультивання призначена для забезпечення неушкодженості модулю пам'яті за рахунок конструктивних підходів, які передбачують всі можливі ситуації посадки. Крім того, блок оснащений модулем GPS, що надає координати місцевості, в якій опинився катапультований блок. Також блок має GSM-модуль, через який виконується передача наземному/повітряному пункту керування координат, отриманих з GPS-модулю, що дозволить в оптимальні строки знайти катапультований блок. Маєт конструктивного під'єднання зазначених модулів наведений на рис. 1.

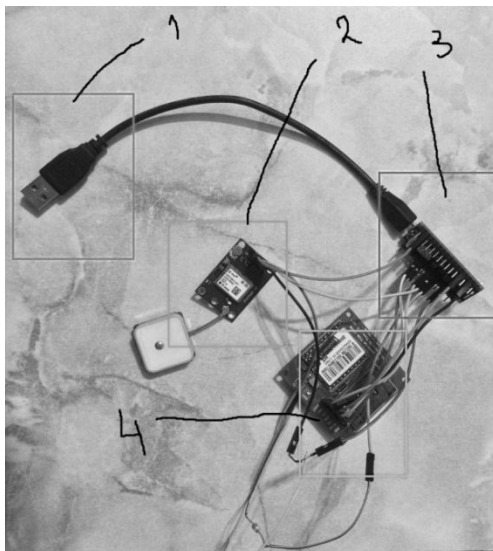


Рис. 1. Конструктивне під'єднання модулів:
1 – VCC (живлення); 2 – GPS-модуль з антеною;
3 – плата Arduino (центральне керування); 4 – GSM-модуль

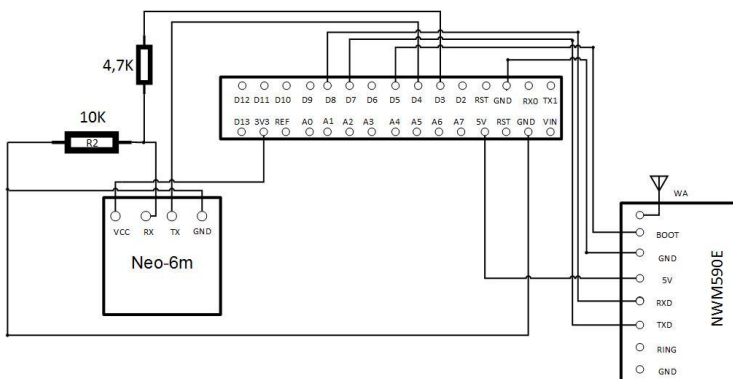


Рис. 2. Схема електричних з'єднань модулів

Алгоритм роботи підсистеми катапультивання виглядає наступним чином:

1. Визначення ситуації втрати керування.
2. Спрацювання механізму відстрілу блоку.
3. Приземлення блоку збереження інформації.

4. Визначення GPS-координат місця приземлення блоку.

5. Передача координат до наземного командного центру через GSM-модуль.

Запропонований підхід, конструкція та алгоритм дії модулів блоку надає можливість зберегти дані неушкодженими. В результаті пошуку та отримання даних з втраченого БПЛА можливо згодом проаналізувати їх та вирішити поставлену задачу, а також визначити, що призвело до втрати керування літальним апаратом.

УДК 004.4

Дворник О. В. Горбцов Д. С.

СИСТЕМА МАСШТАБУВАННЯ ДОДАТКІВ НА БАЗІ DOCKER-ПЛАТФОРМИ

Зазвичай можливість використання процесу масштабування починають розглядати, коли сервер не справляється з покладеним на нього навантаженням. Підтримка сучасних додатків вимагає все більших ресурсів, оскільки робота будь-якого web-сервера зводиться до основної задачі комп'ютерів – обробки даних. Тобто розглядаються дві основні сутності: дані, що характеризуються своїм обсягом, та обчислення, що характеризуються складністю.

Сервер може вийти з ладу через великий обсяг даних або через велике обчислювальне навантаження. Сумарне навантаження, як складність обробки одного запиту, може бути невеликим, але велика кількість запитів може призвести до того, що сервер не впорається. Перший час з навантаженням можна і, безсумнівно, потрібно боротися шляхом оптимізації алгоритмів і / або архітектури самого додатку.

Перед масштабуванням слід розглядати проблему зі сторони оптимізації, відповівши на наступні запитання:

- чи оптимальні запити до бази даних;
- чи зберігаються дані правильно;
- чи оптимальні алгоритми обробки даних;
- чи використовуються механізми кешування;
- чи немає зайвих запитів до файлової системи або бази даних;
- чи оптимальні налаштування оточення: Apache / Nginx, MySQL / PostgreSQL, PHP / Python / Go.

Однак, що робити коли оптимізація вже проведена, але додаток все одно не може впоратися з навантаженням? В такому випадку вирішенням проблеми може послужити розподіл додатку між кількома хостами з ме-

тою збільшення загальної продуктивності за рахунок збільшення доступних ресурсів. Такий підхід має офіційну назву – масштабування. Під масштабуванням розуміють можливість системи збільшувати свою продуктивність при збільшенні кількості ресурсів, які виділяються системі. Розрізняють два способи масштабування: вертикальне і горизонтальне.

Вертикальне масштабування розглядається зі сторони збільшення продуктивності додатку шляхом додавання ресурсів (процесора, пам'яті, диска) в рамках одного вузла (хоста), але такий підхід дуже швидко сягає своєї межі. Горизонтальне масштабування характерне для розподілених додатків і розглядається з боку зростання продуктивності при додаванні ще одного вузла (хоста).

Проте, взаємодія між компонентами таких систем, додавання, видалення, інтеграція нових компонентів та балансування навантаження між ними, завжди потребують часу та ресурсів. Для подібних цілей актуальною стає система, яка допоможе звести усі дії по масштабуванню до мінімуму.

Під системою масштабування додатків на базі Docker-платформи розуміється програмне забезпечення, яке встановлюється на кожен вузол та допомагає автоматично реєструвати чи видаляти компоненти, в режимі реального часу проводити опитування між усіма компонентами системи, для визначення вузлів, які вийшли з ладу та автоматично визначати головного учасника системи для перерозподілу навантаження.

Docker обрано за основну платформу для запуску системи масштабування, оскільки він особливо корисний в умовах високих навантажень та дозволяє у своєму ядрі запускати практично будь-який додаток, безпечно ізольований в контейнері. Такий механізм дозволяє запускати на одному хості п-ну кількість контейнерів одночасно, що має значні переваги в порівнянні з віртуальними машинами на основі гіпервизора.

УДК 004.9

Дворник О. В., Ванда А. О.

ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ МОДУЛЬ ПОБУДОВИ ТЕПЛОВИХ КАРТ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТЕРИТОРІЙ

В наш час дедалі більшого використання та популярності набирають безпілотні літальні апарати (далі БПЛА), дрони та квадрокоптери. Донедавна дрони, оснащені камерами, передавали тільки видимий спектр, тобто те зображення, яке людина сприймає оком. Вони вирішували проблему спостереження в важкодоступних місцях. Проте

дрон, який «бачить» інфрачервоний діапазон, є представником принципово нового покоління безпілотників. Його головним призначенням є термальне інспектування території. Такий БПЛА може знайти використання як у військових, так і в мирних цілях.

Приклади можливих способів використання дрона в поєднанні з тепловізором:

- охоронна території, тобто відстеження загрози на етапі першого наближення до об'єкта для її оперативного усунення;
- збір розвіданих вночі – тепловізор здатний розпізнати постать людини в кущах чи в повній темряві, що не завжди може зробити звичайна камера при недостатньому освітленні;
- проведення аварійно-рятувальних операцій для виявлення поранених людей під час надзвичайних ситуацій;
- попередження виникнення великих пожеж.

Головна проблема оснащення дрона тепловізором є занадто велика ціна самого тепловізора. На даний момент вона коливається від 11 до 200 тис. грн. в залежності від функцій які тепловізор виконує. Таким чином набирає актуальності питання розробки програмно-апаратного модуля тепловізора, який буде недорогим та невеликим за розмірами, для зручного встановлення на корпус БПЛА.

Для роботи тепловізора можна використати досить простий алгоритм:

- позиціонування датчика;
- запуск сканування;
- збір отриманих від датчика даних;
- формування зображення, так званої теплової карти.

Для апаратної реалізації алгоритму пропонується наступний набір основних деталей:

- платформа Arduino UNO;
- датчик температури зі спеціальною насадкою для забезпечення вузького поля зору, наприклад, MLX90614-BCI;
- веб-камера;
- двохвісьовий кронштейн для сервоприводів;
- лазерна вказівка для позиціонування датчика.

Вже на початковому етапі проектування модуля можна відмітити недолік в алгоритмі – певні часові затрати на формування зображення. Зважаючи на ціни оригінальних тепловізорів, зазначений недолік не є кардинально впливовим в перспективі його усунення програмними засобами.

Ідея поєднання тепловізора з БПЛА має перспективи для подальшого розвитку та застосування, адже комбінація таких приладів дає можливість відслідковувати температурні градієнти.

УДК 004.9

Норд Л. П.

3D-ПРИНТЕР

У процесі аналізу сучасного ринку 3D-принтерів було виявлено 3 основні технології 3D друку:

1. Технологія X-Y.
2. Технологія H-bot.
3. Технологія Core-xu.

Проаналізувавши представлені технології, було виокремлено такі недоліки та переваги конструкцій:

У технології X-Y є багато недоліків, такі як складність конструкції, оскільки використано 2 окремих ремня, які не можуть дати гарантію нормального переміщення, і розсинхронізовані між собою у часі. Також слід виділити те, що в процесі роботи виникають значні вібрації, які можуть впливати на якість друку. В наслідок значних вібрацій з часом експлуатації розтягуються реміні осей і це впливає на точність переміщення.

У конструкції по типу H-bot є більше переваг, оскільки в ній використовується один ремінь, який виконує переміщення по обох осям і завдяки цьому немає потреби в синхронізації осей. Однак завдяки його довжині з часом експлуатації ремінь розтягується більше, в наслідок чого можливі значні деформації деталей.

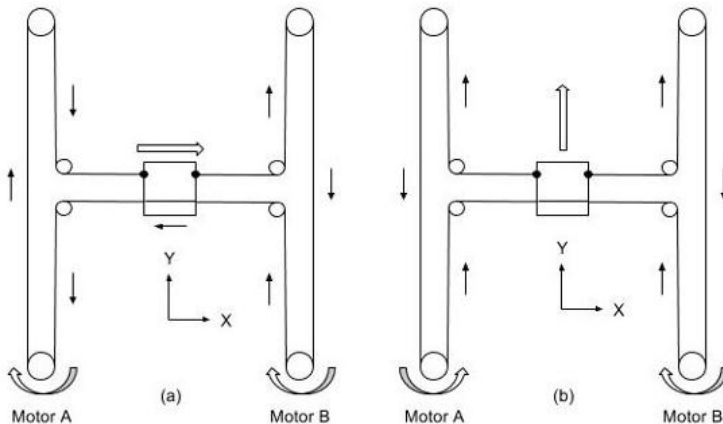


Рис. 1.

Також є технологія Core-xu, що створена на основі двох попередніх. Core-xu увібрала в себе всі найкращі якості попередніх технологій,

але має 2 окремих ременя і складну кінематику на відміну від попередніх. Основним недоліком даної системи є те, що при перетині осей виникає тертя між ременями і в процесі його роботи було виявлено, що ремінь стирається і втрачає здатність нормально функціонувати після 140 годин роботи.

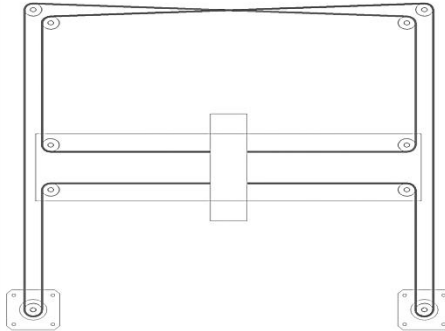


Рис. 2.

В процесі розробки і експлуатації 3D-принтера виконано дослідження і апробовані 3 різні технології. За результатами апробації втілена технологія «H-bot» яка повністю задовольнила необхідні параметри, також добре показала себе під час експлуатації.

УДК 004.9

Голобородько А. М., Ніколаєнко А. В.

АВТОНОМНА СИСТЕМА ВІДЕОПОСТЕРЕЖЕННЯ

На сьогоднішній день встановлення автономної системи відеоспостереження стало дуже актуальним. Це зумовлено тим, що люди прагнуть захистити та вберегти власний бізнес від протиправних дій та недобросовісних людей.

Відеоспостереження – один з ефективних засобів для забезпечення безпеки. Системи відеонагляду використовуються в офісах, транспорті, промисловості, спортивних центрах та центрах дозвілля.

Основні завдання, що вирішуються за допомогою відеоспостереження:

- можливість організації безперервного відеозапису відеоспостереження на цифровий відеореєстратор або комп'ютерну систему –

дозволяє документально підтвердити факт порушення і надає можливість для проведення ефективного вивчення кожної ситуації;

- візуальний контроль ситуації на об'єкті, що охороняється, – надає інформацію на пост спостереження в мультиекранному режимі (у режимі очікування) або в повноекранному режимі (зображення від однієї телекамери на увесь екран) в режимі реального часу. Це забезпечує можливість прийняття оперативних рішень, які необхідні у конкретній ситуації;

- виконання функцій охоронної сигналізації, використовуючи детектори руху відеокамер або зовнішніх охоронних датчиків; інформованість оператора системи про виникнення тривоги в контрольованій зоні відбувається за допомогою світлового або звукового сигналу сповіщення. При цьому, спрацювання детектора руху може автоматично активувати запис для повної реєстрації тривожної ситуації, запуск одного з численних сценаріїв реакції системи, тобто запуск старанних механізмів, зміна режиму роботи компонента системи, запуск інших застосувань або ж комбінація вищезазначених елементів.

Існують об'єкти, які вимагають нестандартних рішень в організації охоронного відеоспостереження. Автономні камери відеоспостереження стали одним з таких рішень для особливих умов відеозйомки. Автономні камери відеоспостереження для багатьох людей асоціюються з різними можливостями і характеристиками, адже вони мають масу переваг:

- збереження енергії у порівнянні з іншими видами відеонагляду;
- легкість монтажу та обслуговування – при установці аналогових відеокамер не виникає жодних складнощів, так вони мають компактні розміри і зручні системи монтажу;

- якісна робота – у автономних камер відеоспостереження відсутнє апаратне «зависання», тому вони працюють досить стабільно і довго, головне – наявність джерел живлення (безперебійні блоки живлення, акумулятори і т. д.);

- можливість установки в будь-якому місці – аналогові бездротові відеокамери можуть встановлюватися де завгодно, що дозволяє уникнути цілий ряд незручностей при поточному обслуговуванні;

- простота в експлуатації – для використання камер відеоспостереження із записом не потрібно купувати спеціальні пристрої для прийому зображення;

- можливість установки будь-якого додаткового обладнання – при необхідності на автономну відеокамеру можуть бути встановлені додаткові об'єктиви, мікрофон, система ІЧ-підсвічування та багато іншого;

- низька вартість – порівняно з цифровими, автономні камери відеоспостереження коштують значно дешевше.

Для роботи автономної системи відеоспостереження можна використати даний алгоритм:

- спрацювання датчика руху;
- включення камери;
- створення зображення;
- відправлення фото через GSM мережу на електронну адресу користувача;
- отримання файлу користувачем.

На основі алгоритму можна зробити певні висновки щодо вибору основних деталей:

- платформа Arduino UNO;
- датчик руху, наприклад, MLX90614-BCI;
- модуль камери LinkSprite JPEG Camera;
- GSM-модем MTSMC-G2-IP;
- мікро SD карта для збереження інформації;
- вимикач TPS2020.

У сучасному світі розвиток нових технологій не стоїть на місці, інновації успішно впроваджуються у всіх сферах людського життя. Одним з таких прикладів є створення і використання автономної системи відеоспостереження. На відміну від інших різновидів камер відеонагляду, головними перевагами якої є збереження енергії та передача інформації безпосередньо користувачу. Автономна система відеоспостереження – це помітний крок вперед, бо вона має багато переваг, які роблять життя користувача економним та зручнішим.

УДК 004.93

Корецька О. О.

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ВИХІДНОЇ НАПРУГИ ДАТЧИКІВ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ ВІД ЕНЕРГІЇ ВИМІРЮВАЛЬНОГО СИГНАЛУ

Дослідження присвячено підвищенню ефективності роботи перетворювачів, в основу яких покладено ідею використання енергії вимірювального сигналу для живлення елементів електронної техніки вимірювальних систем. Так як датчик є перетворювачем енергії фізичного впливу на чутливий елемент в електричний сигнал, в системах такого типу вимірювальну енергію спочатку використовують для накопичення енергії в системі, а потім – для живлення елементів вимірюваль-

ного пристрою, що дозволяє реалізувати механізм вимірювання та передачі інформації на відстані.

В роботі розглянуто ефект збільшення накопичення енергії за рахунок використання поліметричних датчиків, так як збільшення кількості вимірювальних величин призводить до збільшення енергії, що отримується від вимірювальних сигналів.

Іншим методом збільшення вихідної енергії при використанні п'єзоперетворювачів є використання в якості чутливих елементів розроблених та запатентованих Шараповим В. М. та Мусієнком М. П. доменно-дисипативних п'єзоперетворювачів. Проведені дослідження з цими перетворювачами в якості датчиків тиску показали підвищення їх чутливості в робочому діапазоні частот, а отже збільшення вихідної напруги датчиків.

При проведенні досліджень була побудована система накопичення енергії, яка пов'язує споживача, накопичувач та генератор енергії для можливості оцінки забезпечення споживача енергією від первинних перетворень вимірювальної інформації. Отримані схемо-функціональні моделі компонентів інформаційно-вимірювальних комп'ютерних систем із живленням від енергії вимірювального сигналу, що дозволило проводити оцінку властивостей системи під дією випадкових та динамічних змін вимірювальної величини. Проведені експериментальні дослідження із розробленими зразками компонент, що живляться від енергії вимірювального сигналу на базі трьох різних типів первинних перетворювачів, що підтвердили достовірність отриманих теоретичних положень.

Отже для досягнення мети в роботі розглянуті такі методи та засоби:

- розроблення нових методів поліметричних вимірювань за рахунок додавання нових перетворювальних компонентів на чутливому елементі датчика, що дозволить збільшити кількість одночасно вимірювальних величин;
- дослідження та розроблення нових моделей та методів оптимального нанесення та розподілу електродів на поверхні чутливих елементів для збільшення енергії, що можна отримати від енергії вимірювального сигналу;
- оптимально перерозподіляти енергію між вузлами вимірювального пристрою дозволить створення програмно-апаратних засобів контролю елементів накопичення та управління вторинними перетворювачами енергії.

Крім того, в розробці технології саможивлювальних датчиків застосовані існуючі підходи, методи та засоби розроблення первинних перетворювачів, що ґрунтуються, в першу чергу, на основі методів оптимального вибору параметрів електродів та геометричних розмірів чутливих елементів та багато інших підходів.

Таким чином, застосування усіх запропонованих методів та засобів підвищення вихідної напруги датчиків, що працюють від енергії вимірювального сигналу, дозволить будувати елементи саможивлюючих вимірювальних систем з достатньою довготривалістю роботи без застосування батарейних джерел живлення.

УДК 004.072.5, 004.942

Солобуто Л. В.

МОДЕЛЮВАННЯ ПЗУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИНЦИПІВ ЙОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ

В процесі експлуатації цифрових електронних пристроїв та реалізації різних практичних задач, виникає необхідність зберігання інформації, яка би залишалась незмінною протягом тривалого часу. Це може бути така інформація, як програми у мікроконтролерах, початкові завантажувачі, BIOS у персональних комп'ютерах, таблиці коефіцієнтів цифрових фільтрів у сигнальних процесорах і т. ін. Для таких задач використовуються постійні запам'ятовуючі пристрої – ПЗП (ROM – Read-Only Memory), вміст яких не може бути змінений процесором під час виконання програми і зберігається, в тому числі, при відсутності живлення.

Мікросхеми пам'яті розташовуються на системній платі комп'ютера, на платі контролерів зовнішніх пристроїв, на платі відеоадаптера та взагалі у контролерах усіх пристроїв комп'ютера, що мають власні керуючі процесори (мікроконтролери). Усі ПЗП є енергонезалежними.

ПЗП має багато варіантів побудови схем реалізації заданої функції. Один з варіантів представлений у вигляді діодної матриці «MATRIX» (рис. 1).

Матриця є аналогом запам'ятовуючого пристрою, який зберігає деяку інформацію за допомогою діодів. Виводи X0-X7, є входами адреси, а виводи Y0-Y7, є виходами, через які буде виведена інформація, що зберігається в запам'ятовуючому пристрої.

Для дослідження алгоритму роботи запам'ятовуючого пристрою пропонується схема одновимірного ПЗП, що приведена на рис. 2. Вона складається з дешифратора адреси «38dec» і діодної матриці «MATRIX», структура якої представлена вище.

У відповідності до значень сигналів на адресних входах А, В, С дешифратора адреси, активується один з виходів дешифратора і на одному з входів X0-X7 діодної матриці з'являється сигнал високого рівня, який через відповідні діоди передається на виходи Y0-Y7, фак-

тично відображаючи у двійковому коді значення слова, створеного в матриці за допомогою приєднаних діодів). Отже, можна вважати, що ПЗП зберігає в матричному пристрої пам'яті таблицю станів n -вхідової і m -вихідової комбінаційної функції.

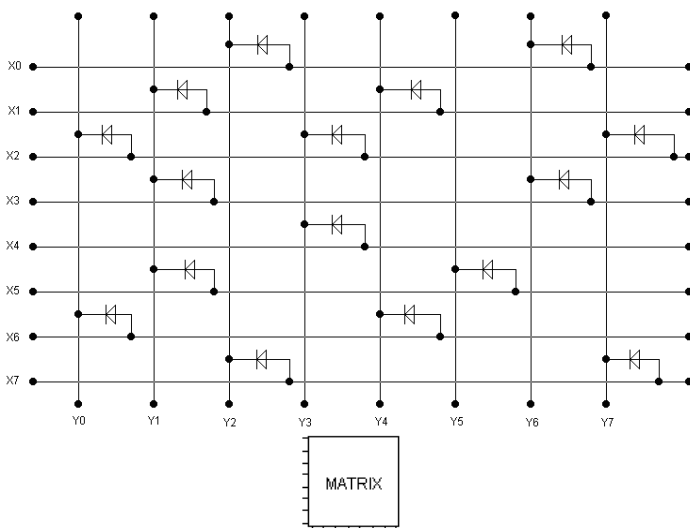


Рис. 1. Структура діодної матриці

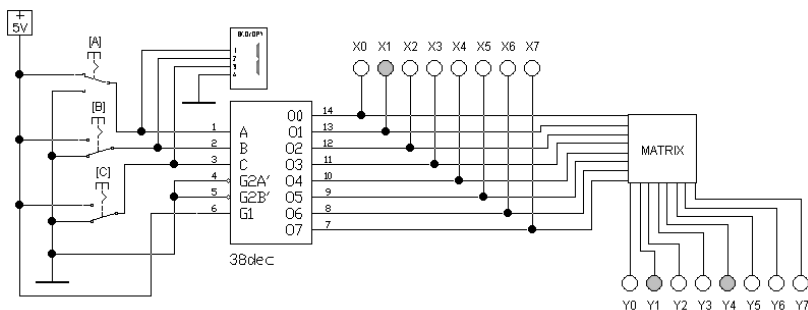


Рис. 2. Одновимірний ПЗП

Двовимірні ПЗП будуються на основі діодної матриці з розділеною дешифрацією рядків та стовпців. Приклад організації такого ПЗП приведений на рис. 3. Дешифратор використовується для вибору номеру рядка, а мультимплексор – для звернення до конкретного біту з цього

рядка. Якщо на вхід дешифратора подати адрес комірки пам'яті «4», то на виході отримуємо двійковий код адреси, яка подається на вхід діодної матриці. В результаті, за цією адресою буде зчитана інформація, що зберігалася у цій матриці, а саме: «011». Результат операції, що виводиться через мультимплексор, показано на індикаторному пристрої.

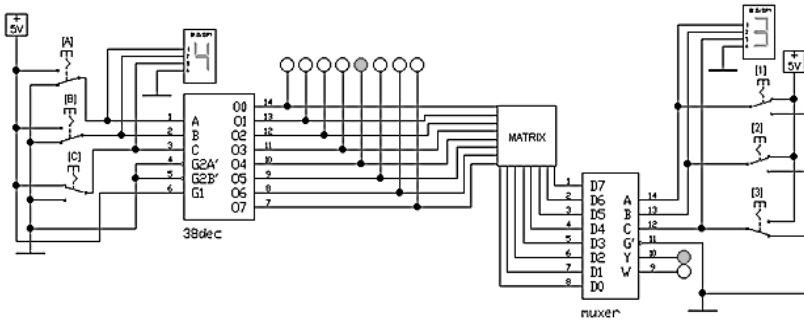


Рис. 3. Двовимірний ПЗП

Запропонована схема надає можливість детально розглянути структуру ПЗП, промоделювати роботу з даними в мікропроцесорній системі, а також уявити один з важливіших принципів роботи із запам'ятовуючими пристроями – адресацію даних при зверненні до пам'яті.

УДК 51–76:612.16

Чуйко Г. П., Шиян С. І.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КАРДІОНАВАНТАЖЕНЬ НА СПЕКТР ПУЛЬСОВОГО СИГНАЛУ

Задача оперативного визначення поточного функціонального стану людини в реальному масштабі часу стає все більш актуальною. Для оперативного визначення поточного функціонального стану людини, тобто стану ССС та вегетативної нервової системи (ВНС), перспективним є застосування спектральних характеристик сигналу пульсової хвилі.

Можливості пульсової діагностики зумовлені тим, що сигнал периферійного пульсу містить в собі інформацію про більшість фізіологічних процесів, що проходять в організмі, зокрема в серцево-судинній та вегетативній нервовій системах

Внаслідок впливу дихальної і повільних хвиль на ритм серцевих скорочень, амплітуду і форму пульсового сигналу, пульсова хвиля є квазіперіодичним сигналом. Тому обвідна амплітудного спектра його вибірки має максимуми на гармоніках частоти серцевих скорочень, усередненої за довжину вибірки. В околах гармонік спостерігаються «розмитості», ширина і форма яких залежать від ступеню аритмії. А остання, як відомо, характеризує стан збалансованості взаємодії різних відділів ВНС, тобто стан вегетативного гомеостазу. Таким чином, за проявом окремих складових, ступенем і характером розмитості спектра можна визначати рівень і характер аритмії, вплив дихальної і повільних хвиль. Це забезпечить можливість спостереження за станом вегетативного гомеостазу.

Для верифікації цих положень і встановлення взаємозв'язку між станом системи гемодинаміки і амплітудним спектром експериментально досліджено залежності параметрів спектра коротких реалізацій пульсової хвилі при дії тестових впливів різного характеру (рис. 1).

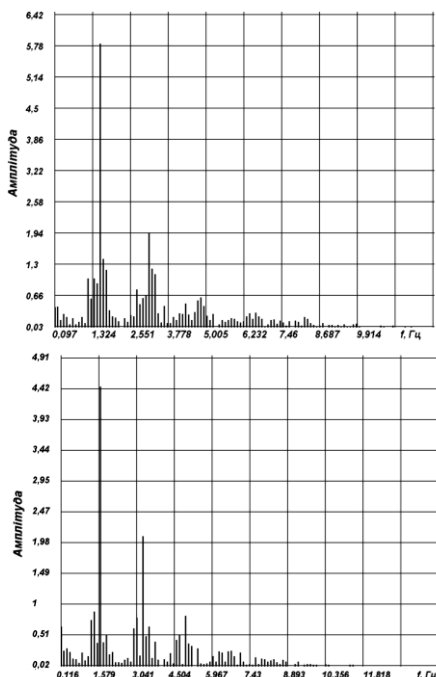


Рис. 1. Динаміка спектрів пульсового сигналу при різних видах навантаження

При тестуванні використовувалося навантаження, яке було зумовлене вживанням кави або чаю, фізичне навантаження зумовлене 20 присіданнями у швидкому темпі та пробіжкою по сходах з п'ятого поверху на перший та назад, паління людей, що не палять. Досліди виконувалися на волонтерах, які не мали виражених патологій серцево-судинної системи. Результати, що тут представлено, отримані за найбільш простим способом запису фотоплетизмограми з пальця досліджуваного.

Висновки. Підтверджено можливість визначати стан системи гемодинаміки та ВНС за параметрами амплітудного спектра периферичного пульсу. За спектральними характеристиками пульсограм можна оперативно отримувати інформацію про зміну та характер частоти серцевих скорочень, наявність, характер і ступінь аритмії, склад і динаміку повільних хвиль. Подальші дослідження спектрів пульсових хвиль та напрацювання баз даних при різних ситуаціях дозволять порівняти та визначити показники цих спектрів для встановлення поточно-го функціонального стану людини під час стресових ситуацій.

УДК 378.016:004]:025.328

Чуйко Г. П., Дворник О. В.

INTERNET OF THINGS ТА ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ: АНОТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Інтернет речей» – нова навчальна дисципліна, запропонована для студентів бакалаврату комп'ютерного факультету ЧНУ імені Петра Могили як дисципліна за вибором студентів. Запропонований для початку обсяг навчальної дисципліни складає 3 кредити ECTS з таким розподілом часу: лекцій – 22 години, семінарів – 6 годин, залікове тестування – 2 години. Надалі можливе розширення обсягу дисципліни за рахунок додавання комп'ютерного практикуму.

Internet of Things (Інтернет речей), як концепція, визначена Міжнародним Союзом Електрозв'язку на початку другого десятиліття ХХІ сторіччя. У відповідності до концепції Інтернет речей привносить в мережі зв'язку дві головні нові властивості: перехід від мільярдних мереж до трильйонних, та перехід від інфраструктурних до таких, які самоорганізуються.

У рамках дисципліни планується дати огляд методів взаємодії в Інтернеті речей та сполучення між мережами, окреслити існуючі та прогнозовані проблеми глобальної мережі, розглянути рішення цих про-

блем. Пропонується також вирішити питання щодо поліпшення якості надаваних Internet of Things послуг. Дисципліна також розглядатиме проблеми міжмашинних комунікацій (M2M connections).

«Промисловий інтернет речей зробить кожного працівника інформаційним і дозволить операторам верстатів та іншим робітникам, використовуючи цифрові дані, робити за допомогою обладнання більше, ніж це можливо сьогодні. Справа не тільки в продуктивності, але і в нових можливостях отримання прибутку з допомогою даних, які надходять працівникам за новими каналами», – говорить експерт з промислового Інтернету речей Пол Догерті.

Компетентнісний підхід є базовим для запропонованої дисципліни. Створення нових компетенцій визнається головною метою в сучасних навчальних програмах, які орієнтовані на європейській простір вищої освіти.

Дисципліна містить три теми з розподілом аудиторного часу, який показаний на діаграмі у годинах та у відсотках.

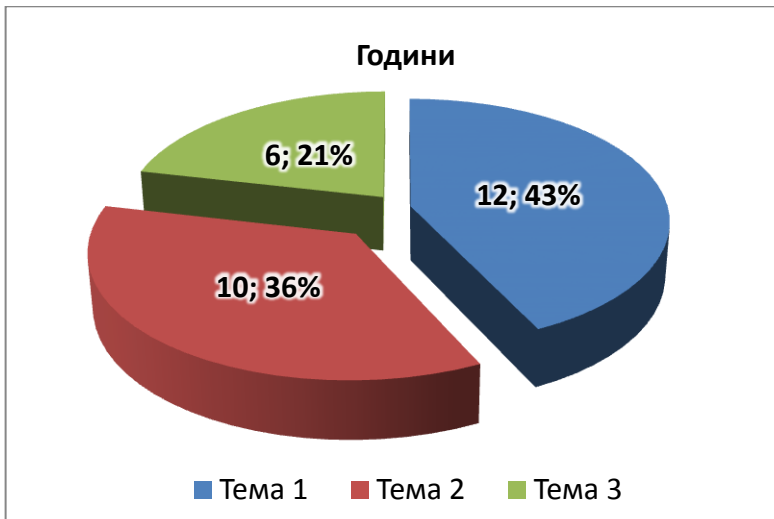


Рис. 1. Структура дисципліни «Інтернет речей».

Тема 1 розкриває вступні положення, коротку історію розвитку Інтернету речей, базову термінологію та приклади галузевих застосувань. Тема складатиметься з 5 лекцій та одного підсумкового семінару. Розглядаються питання базової термінології, основ роботи та галузевих застосувань Інтернету речей.

Тема 2 присвячена концепціям Інтернету речей та міжмашинним комунікаціям. Тема складається з 4 лекцій та одного підсумкового семінару. Планується розглянути концепції Інтернету речей, технологічні основи та перспективи розвитку.

Тема 3 описує ринок Інтернету речей, його драйвери (рушійні сили) та бар'єри. В цій темі розглядається маркетинг Інтернету речей та проблеми, які стримують його розвиток. Тема містить 2 лекції та підсумковий семінар з теми.

УДК 004.9

Голобородько А. М., Подолянський Д. В.

ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС ПІДТРИМКИ МІКРОКЛІМАТУ ТЕПЛИЦІ

Останнім часом все більш актуальним стає питання автоматизації теплиць. Управління кліматом всередині теплиць стає необхідністю, адже для отримання оптимальних результатів вирощування потрібно відповідне управління. Одним з головних чинників при вирощуванні в теплиці є клімат, або краще сказати мікроклімат.

З кожним роком в тепличних підприємствах все більша увага приділяється якісному підтриманню мікроклімату. Правильно вибрана технологія підтримки мікроклімату одна з найважливіших складових, що дозволяють підвищити врожайність. А ефективне використання енергоресурсів – додаткова можливість істотно зменшити собівартість виробленої продукції. Сучасна автоматизована система управління мікрокліматом повинна підтримувати не тільки заданий режим, але й максимально ефективно використовувати можливості виконавчих систем.

Одним з важливих факторів є автоматична система вентиляції. Система запускається тоді, коли підвищується температура або вологість повітря всередині теплиці щодо заданої позначки. Дана система працює за рахунок включення механічного відкриття кватирок спеціальними приводами. Сигнали для роботи ці приводи отримують від контролера, а він, у свою чергу, посиляє їх, аналізуючи показники датчиків температури і вологості повітря.

Для циркуляції повітря у теплиці можна використовувати пристрої різних типів: електричні на основі термореле, гідравлічні і пневматичні. Все залежить від габаритів теплиці, необхідних потужностей і рівня автоматизації.

Щоб отримувати максимальний врожай на протязі року треба контролювати температуру за допомогою опалення. Для того, щоб була

можливість відслідковувати показники опалення в теплиці, необхідно передбачити монтаж сигнального пристрою. Адже якщо знехтувати таким заходом, то можливість втратити всю виконану роботу значно зросте. Щоб уникнути такої неприємності, можна встановити датчики, які сигналізують про зниження або про підвищення зазначеної температури, а також про відключення подачі струму. Деякі аграрії пере-страховуються за допомогою установки запасного опалювального пристрою, який автоматично запускається в аварійному режимі в разі відключення головної системи опалення.

У теплиці надзвичайно важливо, щоб тепло рівномірно поширюва-лося площею теплиці для правильного і рівномірного дозрівання куль-тур. З огляду на великий потік повітря потрібного для отримання мак-симального результату з мінімальними витратами енергії, вентилятор змішує шари повітря з метою гомогенізації повітряних мас і працює в якості економічного устрою з оптимальними результатами.

Безумовно, стан погоди за стінами теплиці безпосередньо впливає на процеси, що відбуваються всередині. Тому для оптимізації роботи автоматичних систем все частіше застосовують установки метеороло-гічного контролю. Вони використовуються для того, щоб на основі отриманих даних можна було вносити необхідні корективи в роботу автоматичного управління. Наприклад, полив і регуляція температури повітря безпосередньо пов'язані з погодними умовами. Тому застосу-вання даних про стан повітря зовні дозволяє не витрачати енергію і час на додаткові заходи всередині теплиці.

Сучасні метеостанції для даних потреб підключаються до комп'ютера для можливості зберігати дані про погодні умови протягом цілого року. Така інформація може значно допомогти в плануванні аграрних робіт на майбутнє.

Загальний недолік, який властивий всім перерахованим вище сис-темам автоматизації – це залежність роботи від електроенергії. Адже в разі збою подачі електрики можуть загинути всі рослини. Щоб уник-нути таких труднощів слід передбачити установку додаткового джере-ла резервного електроживлення.

УДК 004.9

Голобородько А. М., Кузьменко Б. А.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»

«Розумний дім» в широкому розумінні – це сукупність інтелектуа-льних систем, здатних значно оптимізувати життя та побут свого влас-ника, що називається, «від А до Я». В більш вузькому – це передові,

але не обов'язково дуже вартісні технології, що дозволяють ефективніше контролювати та регулювати рівень комфорту вдома (особливо, якщо серед членів сім'ї є алергіки, астматики, маленькі діти).

Датчики температури, рівня вологості та забрудненості повітря – ось базовий комплект технологій «розумного дому», який може бути по кишені пересічному українцю та дозволить йому засвоїти гарний навик: дбати про своє здоров'я та самопочуття родини, починаючи з вдосконалення умов житла.

Які основні фактори негативно позначаються на домашньому мікрокліматі?

- Надто сухе повітря. Якщо рівень його вологості знижується до 35 % і менше, у людини починають пересихати слизові оболонки, поступово знижується імунітет, з'являється хронічний головний біль. Одночасно в повітрі збільшується кількість часток пилу, спор плісняви, бактерій. Результат – людина стає більш вразливою до ГРЗ та алергій в себе ж вдома.

- Надто вологе повітря. Підвищений рівень вологості повітря сприяє більш активному розповсюдженню бактерій і грибка в приміщеннях, а також може стати причиною псування побутової техніки.

- Низька чи висока температура. В обох випадках зростає ймовірність загострення хронічних захворювань.

- Загальна забрудненість повітря пилом та пиловими кліщами, спорами грибку, мікрочастками епідермісу, випарами побутової хімії тощо. В таких умовах ймовірні алергічні реакції «незрозумілого походження», які, якщо не ужити заходи, можуть перейти в астму.

Відповідні датчики відслідковують якість повітряного середовища в будинку чи квартирі та відмічають її найменші зміни. Якщо вологість / температура / чистота повітря досягають гранично допустимих значень, власник житла отримує повідомлення з попередженням на телефон або персональний комп'ютер. Що важливо – такі «розумні технології» пристосовані до вітчизняних реалій та не переймають на себе відповідальність змінювати клімат у домі (можливо, із міркування економії мешканці готові деякий час потерпіти не критичні для них незручності, наприклад, незначне зниження температури повітря). Вони залишають за людиною право на самостійний вибір: чи варто ввімкнути зволожувач повітря, чи є потреба в роботі іонізатора / кондиціонера / обігрівача, чи необхідно просто пропилососити дім.

Наразі електронне визначення кліматичних параметрів житла особливо актуальне для людей з обмеженими можливостями, таких як алергіки та астматики, для осіб, що мають хронічні захворювання ЛОР-органів, верхніх та нижніх дихальних шляхів, для дбайливих батьків, що слідкують за здоров'ям та розвитком дітей. В майбутньому технологія може отримати набагато більше розповсюдження: шанс слідку-

вати за якістю повітря та гнучко реагувати на її зниження допоможе мільйонам споживачів налагодити мікроклімат в домі, на перспективу покращити самопочуття, посилити імунітет та попередити розвиток алергій, дотримуючись при цьому балансу між розумною економією та якістю життя.

УДК 658.012:378

Потай І. Ю., Горбунов Я. А.

ПРОБЛЕМА СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ РОЗКЛАДУ В СУЧАСНИХ ВНЗ

На сьогодні з впровадженням нових освітніх технологій, перед ВНЗ стоїть завдання впровадження автоматизованої системи складання навчального розкладу з урахуванням нових вимог. Складання розкладу навчальних занять носить комплексний характер, де відповідальність кожного фахівця того чи іншого відділу відбивається на отриманні оптимального розкладу. І кожен відділ свої функціональні обов'язки повинен вчасно виконувати на рівні автоматизованої системи.

Складання оптимального розкладу навчального процесу у вищих навчальних закладах завжди носить характер складної роботи. З урахуванням всіх факторів і вимог розробка оптимальної автоматизованої програми складання розкладу вдавалася тільки в середніх навчальних закладах і невеликих вузах через багатопараметреність завдання.

Ключову роль в ефективному управлінні освітньою діяльністю сучасного ВНЗ відіграють автоматизовані системи управління (АСУ), що представляють собою сукупність математичних методів, технічних засобів (ЕОМ, засобів зв'язку, пристроїв відображення інформації й т. д.) і організаційних комплексів, що забезпечують раціональне управління складним об'єктом (процесом) відповідно до заданої мети.

АСУ складається з основи і функціональної частини. В основу входять інформаційне, технічне і математичне забезпечення. До функціональної частини відносять набір взаємозв'язаних програм, що автоматизують конкретні функції управління (планування, фінансово-бухгалтерську діяльність і ін.).

Розрізняють АСУ:

- об'єктами (технологічними процесами – АСУТП, підприємством – АСУП, галузі – ГАСУ);
- функціональними автоматизованими системами (наприклад: проектування розрахунків матеріально-технічного забезпечення). Стосовно до ВНЗ можна використовувати термін автоматизована система управління вищим навчальним закладом (АСУ ВНЗ).

Очевидно, що складання повного розкладу навчального процесу на вищому якісному рівні поки неможливо, так як повний розклад повинен мати такі параметри: аудиторія / потік, дисципліна, час, викладач. Останній параметр визначається після декількох процедур. При цьому організаторам навчального процесу необхідно підготувати довідник схожих дисциплін з урахуванням унікальності дисциплін.

Для ефективного управління навчальних процесів у ВНЗ, потрібно впроваджувати автоматизовано-інформаційні системи, які дозволяють оперативно управляти ходом навчального процесу. Однією з найважливіших вимог до таких систем є побудова систем, заснованих на принципах, що забезпечують створення єдиного інформаційного освітнього простору вищого навчального закладу.

Впровадження розробленої в майбутньому інтелектуалізованої системи складання розкладу з інтеграцією з існуючою системою управління підприємств навчальним процесом вузу вирішить проблеми складання розкладу навчального процесу і дозволить:

- домогтися прозорості всіх процесів управління освітньою установою;
- підвищити контроль якості надання освітніх послуг студентам;
- оперативно надавати достовірні дані організаторам навчального процесу вищої та середньої ланки, підвищити оперативність, точність і правильність прийняття управлінських рішень.

Автоматизація та подальша оптимізація складання розкладу занять є складним комбінаторним завданням високої розмірності, для вирішення якого можливо застосовувати методи багаторівневої оптимізації, теорії нечітких множин, методи експертних систем, а також передові технології розробки програмних систем. Для підвищення якості розкладу, і зменшення витрат часу можливо також автоматизувати процес складання розкладу занять з використанням спеціалізованих генетичних алгоритмів (ГА).

Загальна блок схема алгоритму складання розкладу навчальних занять у ВНЗ надана на рис. Алгоритм дозволяє скласти найкращий варіант розкладу навчальних занять з урахуванням усіх зазначених вище вимог. Якщо в щоденному розкладі навчальних занять кожної навчальної групи на кожному тижні виконуються всі вимоги, то розклад буде оптимальним. Щоб не знизити якість підготовки фахівців за рахунок зниження якості розкладу, головні вимоги при формуванні розкладу знімаються з виконання у виняткових випадках.

Дослідження формування розкладу навчальних занять у ВНЗ дозволяє спланувати розклад навчальних занять з заданим показником оптимальної якості розкладу і оптимального з позиції планування праці викладачів і використання їх унікального педагогічного та методичного досвіду.

УДК 378.016:004]:025.328

Щебетюк В. О.

ДОПОМОГА МАЙБУТНЬОМУ АБІТУРІЄНТОВІ З ВИБОРОМ НАПРЯМКУ ПІДГОТОВКИ

На даний момент існує безліч напрямків підготовки абітурієнтів. І з кожним роком їх кількість збільшується. Майбутнім студентам, які збираються вступати до вищого навчального закладу, стає все важче і важче визначитися з напрямком підготовки.

Вчителі, які викладають в старших класах, в першу чергу допомагають учневі визначитися з майбутньою професією, а також в якому напрямку йому краще розвиватися і вчитися далі.

Для визначення інтересів і можливостей учнів, на початку навчального року проводиться бесіда, в якій кожен з учнів розповідає про свої захоплення і навички. Ця інформація дає можливість поділити дітей на групи за інтересами і складати завдання за темами, які будуть дотримуватися плану роботи а також давати учням можливість включати інтерес і креативність при виконанні завдання. Для кожного завдання визначається термін здачі, після якого завдання буде вважатися не виконаним з відповідною оцінкою. Це дає додатковий стимул для виконання завдання. Також на стимуляцію до виконання завдання впливає класний керівник, який може повідомити батьків про погану успішність.

За швидкістю здачі виконаних робіт і кількістю поставлених їм додаткових питань, визначається зацікавленість учня до даної галузі знань. При достатньому рівні зацікавленості, учневі даються додаткові завдання для самостійного рішення. Якщо учень справляється з більшою частиною додаткових завдань, він залучається до олімпіад за цією областю знань. Це дає йому можливість усвідомити на якому рівні знаходяться його знання і тим самим підтримувати його прагнення розвиватися в цій області знань.

Якщо інтерес учня лежить за межами плану роботи і вчитель має достатній рівень знань в цій області знань, то для підтримки інтересу учня, з ним можна проводити заняття після уроків або під час проведення додаткових гуртків.

Якщо з самого початку визначити інтереси і можливості учня і за час навчання утримати його інтерес і підвищити його навички в цьому напрямку, то при виборі спеціальності та напрямку підготовки, сумнівів та труднощів виникати не повинно.

ЗАДАЧА СИНХРОНІЗАЦІЇ ДАНИХ В РБД. СИНХРОННЕ ТА АСИНХРОННЕ ОНОВЛЕННЯ

Є два методи синхронізації реплік (оновлень). Синхронна реплікація (Synchronic replication) – перед тим як фіксувати транзакцію, ми зобов'язані оновити всі репліки. Як результат – читання даних таблиці є завжди однаковим для кожної репліки. Асинхронна реплікація (Asynchronic replica) – копії зміненої таблиці оновлюють тільки час від часу – метод набагато дешевший; але репліки не можуть синхронізуватися з головною таблицею миттєво.

Звичайно репліки – це копії головної таблиці на якій виконуються всі операції INSERT, DELETE та UPDATE. Репліка, що оновлюється (Updatable replica) – це репліка через яку ми можемо здійснювати зміни до головної таблиці, виконуючи оператори INSERT / DELETE/ UPDATE. Головною проблемою є те, що робити у разі конфлікту, наприклад, коли в двох різних вузлах виконувалися різні модифікації того ж рядка, особливо, коли зміни у всіх ресурсах, що задіяні в транзакції, стають остаточними). Щоб вирішити ці конфлікти, можливі наступні шляхи: не дозволяти операцію фіксації результату, доки не розпізнано, чи трапився конфлікт; сформулювати загальні правила, яка з фіксацій COMMIT сильніша, наприклад, базуючись на пріоритетах; залишити вирішення конфліктів на адміністратора бази даних. Формулювання правил управління модифікаціями реплік має здійснюється із дотриманням правила ACID.

Основою для виконання розподілених транзакцій є двофазний контроль завершення транзакцій – протокол 2PC (Two-Phase Commit protocol – 2PC). Спочатку координатор посилає повідомлення підготувати завершення транзакції до всіх вузлів. Вузли локально приймають рішення про можливість фіксації транзакції та відправляють відповідне повідомлення координатору (так або ні). Коли координатор одержує одну загальну відповідь так, він заносить запис фіксувати до журналу реєстрації і посилає повідомлення фіксувати до всіх вузлів. У решті випадків, він пише в журнал перервати запис і посилає повідомлення відкату до всіх вузлів. Вузли відповідно виконують команду фіксації,

або відкату, а потім відправляють повідомлення підтвердження координатору. Після отримання всіх підтверджень, координатор пише запис кінець до журналу реєстрації і закінчує операцію.

Серед головних недоліків використання механізмів синхронної реплікації та двофазного контролю завершення транзакції – необхідність одночасної доступності всіх вузлів, що містять у собі репліки об'єктів, задіяних в поточній операції. Враховуючи необхідність забезпечення безперебійної роботи віддаленого АРМ, та можливі перебої в роботі віддалених серверів, каналів зв'язку та енергоживлення, цей недолік може стати критичним і унеможливити вирішення тих задач, що ставиться замовниками перед ІС з розподіленою БД.

Розглянемо режим синхронного оновлення даних окремо для стратегій без дублювання даних та з дублюванням даних. У першому випадку немає як такої необхідності у реплікації, але залишається вимога одночасної доступності всіх вузлів, що задіяні в розподіленій транзакції. Іншим аспектом є можливе сповільнення роботи запиту у порівнянні із централізованою БД, оскільки загальний час очікування буде дорівнювати максимальному часу очікування одного з задіяних вузлів, плюс час необхідний на фіксацію транзакції.

У випадку стратегії розподіленої БД із дублюванням даних маємо необхідність включення реплікації даних до складу розподіленої транзакції. Фактично маємо третю фазу, що полягає у синхронізації загальної частини у множині оновлених даних, яка має відбутись тільки за умови можливості фіксації всіх локальних транзакцій. Але загальна фіксація має відбутись лише за умови успішного завершення реплікації.

Незважаючи на недоліки, пов'язані зі зниженням швидкості обробки транзакцій та доступністю даних, основною перевагою синхронного оновлення є гарантія цілісності даних.

Асинхронний режим оновлення даних здійснюється не в той же момент, коли відбувається запис оригінального блока даних, а в інший «зручний час». Таким чином, при асинхронній реплікації вводиться затримка, або час очікування, протягом якого окремі репліки можуть бути фактично неідентичними (тобто визначення репліка виявляється не зовсім відповідним, оскільки ми не маємо справи з точними і своєчасно створеними копіями). У більшості продуктів асинхронна реплікація реалізується за допомогою читання журналу транзакцій або постійної черги тих оновлень, які підлягають поширенню.

Перевага асинхронної реплікації полягає в тому, що додаткові витрати реплікації не пов'язані з транзакціями оновлень, які можуть мати важливе значення для функціонування всього підприємства і пред'являти високі вимоги до продуктивності.

Головним недоліком асинхронного режиму є складність поєднання суперечливих даних. Така ситуація можлива при одночасній зміні одних даних на декількох вузлах, в результаті чого з'являється необхідність у використанні додаткових методів для визначення пріоритетності змін. Пріоритети можуть бути визначені на рівні вузла даних, користувача БД, загального обсягу змінених у межах транзакції даних, або іншого, наперед визначеного критерію.

При виборі підходу щодо реплікації даних вважається доцільним використовувати комбінований підхід в залежності від того, чи є тип запита віддаленим або розподіленим. У випадку віддаленого запиту, коли взаємодія з іншими вузлами необхідна лише для забезпечення реплікації даних, вважається за доцільне використання асинхронної реплікації. Подібне рішення обґрунтовано можливістю виключити із транзакції всі «зайві» вузли, залишивши один вузол, на якому, фактично, знаходяться дані (рис. 1.4).

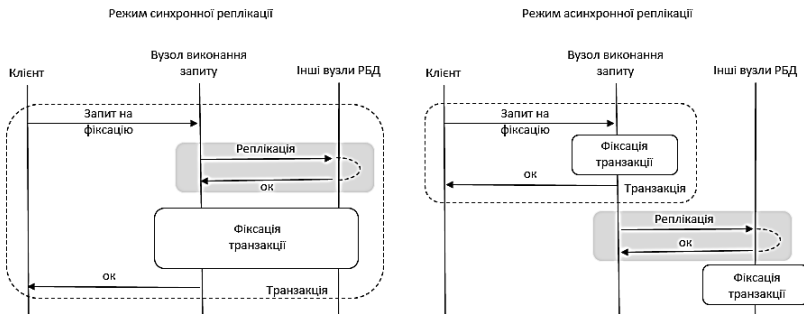


Рис. 1.4. Порівняння режимів реплікації у випадку віддаленого запита

При синхронізації даних у випадку розподіленого запиту взаємодія із віддаленими вузлами не може бути винесена за межі транзакції. Це обумовлено тим фактом, що до розподіленої транзакції у будь якому випадку входять фрагменти даних, що зберігаються на інших вузлах та не представлені на вузлі виконання запиту. Зважаючи на цей факт, не вбачається за доцільне винесення процесу реплікації за межі транзакції, оскільки зменшення часу виконання транзакції є незначним у порівнянні із можливими суперечностями в даних, пов'язаними із несинхронністю оновлення (рис. 1.5).

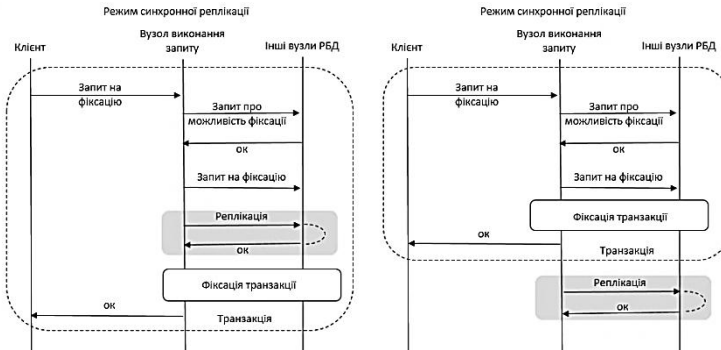


Рис .1.5. Порівняння режимів реплікації у випадку розподіленого запита

УДК 004.942:004

Ткаченко А. В.

АНАЛІЗ ТА ПРОЦЕС УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПРОЕКТУ ПРИ СТВОРЕННІ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ. МЕТОДИ МОНІТОРИНГУ РИЗИКІВ ТА ВИЯВЛЕННЯ ЗОВНІШНІХ ЗАГРОЗ ДЛЯ ПРОЕКТУ

Сучасні проекти потребують більшої уваги з точки зору аналізу ризиків, оскільки неврахування певних факторів на початку життєвого циклу проекту, а саме при його плануванні, загроза мати негативні наслідки на завершенні проекту збільшується, а можливість їх уникнути з часом зменшується. Управління ризиком – в першу чергу реагування на події та зміни в процесі виконання проекту. Проект потребує моніторингу ризиків протягом всього життя проекту, а якісний моніторинг ризиків забезпечує управління інформацією, яка допомагає приймати ефективні рішення до настання ризикових подій. Для роботи з вже виявленими ризиками необхідно виявити тип ризику, та міру його впливу на організаційні та технічні аспекти.

Аналіз ризиків поділяють на кількісний та якісний. Кількісний аналіз ризику повинен дати можливість визначити число та розміри окремих ризиків та ризики проекту в цілому. Якісний аналіз визначає фактори, межі та види ризиків. Для аналізу ризику використовують метод аналогії, метод експертних оцінок, розрахунково-аналітичний метод та статистичний метод. Метод Делфі має за мету домогтися максимального консенсусу при визначенні правильного рішення за допомогою послідовних дій – опитувань, мітингів, мозкових штурмів.

Графіки, діаграми в аналізі управління проектом є важливою складовою представлення ризиків з поділом за пріоритетністю ліквідації. Стратегічне планування та використання його для оцінки факторів впливу на проект чи організацію з структурованим описом ситуації допомагає виявити SWOT-аналіз. SWOT-аналіз виявляє позитивні та негативні факторів впливу у виявленні сильних, слабких сторін, можливостей, які виникають та загрози яких слід остерігатись.

Діаграма Ганта дає змогу швидко переглядати відомості про завдання у стовпцях і рядках із відповідними смужками вздовж часової шкали в MS Project. Можливість налаштовувати діаграмну частину цих подань у програмі Project відповідно до своїх потреб. Ризики які виникають у перенавантаженні ресурсів одразу стають помітними для користувача та таким чином унеможливають не виявлення ризиків ресурсів.

PERT – техніка оцінки та аналізу програм (проектів), яка використовується при управлінні проектами. PERT – це спосіб аналізу завдань, необхідних для виконання проекту. Особливо, аналізу часу, який потрібен для виконання кожної окремої задачі, а також визначення мінімального необхідного часу для виконання всього проекту. Найпопулярнішою частиною PERT є метод критичного шляху, що спирається на побудову мережного графіку (мережеві діаграми PERT).

Отже використання методів експертних оцінок, побудова графіків, діаграм, використання IT-рішень в аналізі управління можуть надати швидкий та розгорнутий огляд ризиків та своєчасне їх вирішення, або можливість для підготовки стратегічного плану у випадку коли наслідки ризику є неминучими.

УДК 004.654

Кандиба І. О.

АНАЛІЗ ПОТОЧНОГО СТАНУ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ З ВИКОРИСТАННЯМ ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОЇ БАЗИ ДАНИХ

Сучасні локальні комп'ютерні мережі, які використовуються на промислових об'єктах, представляють собою складні інфраструктури з великою кількістю активного мережевого обладнання.

Коректну роботу великої комп'ютерної мережі, як правило, забезпечують технологією «active directory» та вбудованими службами операційної системи (ОС), що дозволяє організувати доступність та безпеку інформаційних ресурсів. При некоректній роботі локальної мережі виявлення проблеми здійснюється шляхом перегляду журналів.

Оптимізація процесу пошуку проблем можлива при створенні додаткової бази даних (БД) з поточною інформацією про стан активного мережевого обладнання. ОС Windows має вбудовані інструменти для діагностики, такі як «systeminfo», що надає користувачу повну інформацію про персональний комп'ютер (ПК).

Збереження отриманих даних та їх подальша обробка потребує використання БД. Враховуючи кількість інформації та її тип, доцільно використання об'єктно-орієнтованої БД. Її головною перевагою є використання об'єктів, тобто можливо представити кожен активний елемент мережі, як окремий об'єкт з власними атрибутами.

Більшість сучасних мов програмування підтримують технологію об'єктно-орієнтованої бази даних, що в свою чергу дозволяє працювати з більшістю ОС (Windows, Linux, MAC OS X, Android).

На основі зібраних даних адміністратор мережі фактично може локалізувати проблемну частину мережі, а у деяких випадках виявити причину проблеми (ситуація конфлікту IP адрес).

Наступною проблемою у промислових комп'ютерних мережах є облік наявного обладнання. Темпи розвитку мереж вимагають частого оновлення техніки, але це не завжди вигідно підприємству, тому проводиться часткова модернізація, при відсутності централізованого контролю обліку не завжди можливо виявити навіть необхідної заміни компонентів (поламка жорсткого диску). БД доповнить інформацію, яку збирає служба «active directory», так як утиліта «systeminfo» збирає всю доступну інформацію про ПК, використання об'єктно-орієнтованої бази даних значно полегшить також ведення обліку обладнання.

Cache – це об'єктно-реляційна система керування базами даних, в якій підтримуються частково методи реляційної БД та об'єктно-орієнтований підхід. Програмний продукт підтримує ОС Linux, Windows, Mac OS, що робить її ідеальним варіантом для створення БД з даними локальної мережі на промислових об'єктах.

Отже використання об'єктної БД з вбудованими утилітами ОС значно прискорює пошук проблеми у разі виникнення несправності та спрощує процес ведення обліку активного мережевого обладнання.

УДК 004.652.5

Горбань Г. В.

ТИПИ АСОЦІАТИВНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ МІЖ БАГАТОМІРНИМИ ДАНИМИ ТА ОБЧИСЛЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЇХ ЗНАЧУЩОСТІ

Виявлення асоціативних залежностей є однією із задач інтелектуального аналізу даних, яка наразі є достатньо поширеною. Подібні за-

лежності представлені за допомогою асоціативних правил, що мають вигляд $X \rightarrow Y$, де X є умовою, а Y – наслідком.

Відомі методи пошуку асоціативних правил в основному пристосовані до роботи з даними, що представлені у табличному вигляді, але подібні закономірності можуть також бути виявлені у багатомірних даних, які знайшли своє відображення у структурах, що мають назву OLAP-кубів.

Основними складовими OLAP-кубів є виміри, які представлені послідовністю значень одного з параметрів, що підлягає аналізу, та міри, що представляють собою фактичні значення, які можна кількісно охарактеризувати.

У багатомірних даних можливо знайти асоціативні правила, що можна класифікувати на наступні типи:

1) міжвимірові асоціативні правила (inter-dimensional association rules) – правила між атрибутами різних вимірів:

$$(A_I^x \in D_I) \wedge \dots \wedge (A_J^y \in D_J) \rightarrow A_K^z \in D_K;$$

2) асоціативні правила в межах одного виміру (intra-dimensional association rules):

$$(A_I^x \in D_I) \wedge \dots \wedge (A_I^y \in D_I) \rightarrow (A_I^z \in D_I) \wedge \dots \wedge (A_I^v \in D_I);$$

3) гібридні асоціативні правила, які представляються залежностями між атрибутами різних вимірів, але до правила може входити більше ніж один атрибут певного виміру:

$$(A_I^x \in D_I) \wedge \dots \wedge (A_J^y \in D_J) \rightarrow (A_J^v \in D_J) \wedge \dots \wedge (A_K^z \in D_K).$$

Міжвимірові асоціативні правила та методи їх знаходження детально розглянуті у дисертаційному дослідженні автора. Зокрема, були введені формули розрахунку їх характеристик значущості (об'єктивних та суб'єктивних) та запропонований метод генерації шаблонів даного типу асоціативних правил. Щодо інших типів асоціативних правил між багатомірними даними, то вони досліджені поки недостатньо добре.

Розглянемо обчислення зазначених характеристик значущості для правил у межах одного виміру та гібридних правил на прикладі кубу, що складається з трьох вимірів, тобто множина його вимірів є наступною: $D = \{D_1, D_2, D_3\}$.

У свою чергу, у кожного виміру є множина його атрибутів (значень), яку можна представити наступним чином:

$$A_i = \{A_i^1, A_i^2, \dots, A_i^k, \dots, A_i^m\},$$

де A_i^k – k -ий атрибут i -го виміру, m – кількість атрибутів в i -му вимірі.

Припустимо, потрібно знайти залежності у межах певного виміру. Щодо інших вимірів, то можна як присвоїти ним певні фіксовані значення, так і шукати залежності за підсумковими даними (при цьому значення вимірів дорівнюватимуть ALL). Наприклад, знайдемо асоціації для конкретних значень другого та третього вимірів, які дорівнюватимуть відповідно a та b .

В асоціативне правило в межах одного виміру повинні входити як мінімум два атрибути одного й того ж виміру. Максимальна кількість атрибутів одного виміру, які можуть входити у правило, дорівнює загальній кількості атрибутів у вимірі.

Представимо множини атрибутів певного виміру OLAP-кубу, що входять в умову та наслідок асоціативного правила в межах одного виміру, які матимуть назву *Ant* та *Cons* відповідно:

$$Ant = \{ant_1, ant_2, \dots, ant_k, \dots, ant_p\};$$

$$Cons = \{cons_1, cons_2, \dots, cons_l, \dots, cons_r\},$$

де p – кількість елементів в умові правила, r – у наслідку правила відповідно.

Елементи множин *Ant* та *Cons* обов'язково належать до множини атрибутів того виміру, за яким здійснюється аналіз: $ant_k, cons_l \in A_i$.

Підтримкою асоціативного правила в межах одного виміру буде відношення суми всіх мір, що мають у вимірі, за яким проводиться аналіз, атрибуту, що належать як до умови, так і до наслідку, до підсумкового значення міри (ALL) за відповідним виміром:

$$Supp = \frac{\sum_{k=0}^p M_{ant_k, a, b} + \sum_{l=0}^r M_{cons_l, a, b}}{M_{ALL, a, b}}.$$

У свою чергу, достовірність асоціативного правила дорівнюватиме відношенню суми мір, що містять атрибути аналізованого виміру, що присутні як в умові, так і в наслідку, до суми мір, що містять атрибути виміру, які присутні тільки в умові:

$$Conf = \frac{\sum_{k=0}^p M_{ant_k, a, b} + \sum_{l=0}^r M_{cons_l, a, b}}{\sum_{k=0}^p M_{ant_k, a, b}}.$$

На основі підтримки та достовірності обраховуються суб'єктивні характеристики значущості асоціативного правила, якими є ліфт та левіридж.

У подальші плани автора входить розробка методів генерації асоціативних правил у межах одного виміру з подальшою їх реалізацією, а також дослідження гібридних асоціативних правил між багатомірними даними.

УДК 004.02

Давиденко Є. О., Гуменюк А. Б., Павлович Д. С.

WEB-ОРІЄНТОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

Сучасні ІТ технології застосовуються у більшості галузей діяльності людини. Ці технології широко використовуються у сфері навчання. Невід’ємною частиною цієї сфери є контроль та оцінка набутих знань студентом протягом курсу. Найчастіше цим контролем виступає методологія тестування.

Тестування як один з варіантів оцінки якості навчання є важливою частиною викладеного курсу. Існує ряд проблем при перевірці результатів тестування викладачем, наприклад, що будь-яка необґрунтованість або поспішність у висновках може призвести до неправильного оцінювання – це може поставити під сумнів професіоналізм викладача.

Для вирішення проблеми оцінювання знань у навчальних закладах та підвищення контролю перевірки знань, необхідно використовувати нові підходи з боку технічних та інформаційних систем для контролю знань.

Метою роботи є створення програмного продукту для перевірки та оцінки знань студентів за допомогою моделі, яка побудована на принципах генерації тестових завдань. Даний програмний продукт націлений не тільки на якісне оцінювання рівня знань студентів, але й для отримання нових.

Предметна область або її підрозділи поділяються на тези та варіанти відповідей. На базі сформованих компонентів заносимо дані до бази знань. База знань є необхідною ланкою в оцінюванні результату тестування.

Важливою та невід’ємною частиною контролю є база даних MS SQL, яка зберігає в собі питання, варіанти відповіді та результати тестування.

Клієнтська частина створена на движку Razor, який дозволяє використовувати синтаксиси, C#/VB, зручна читабельність у будь якому текстовому редакторі, та має підтримку Intellisense.

Серверна частина створена за допомогою фреймворка ASP.NET MVC, концепція якого базується на використанні паттерна MVC (model – view – controller).

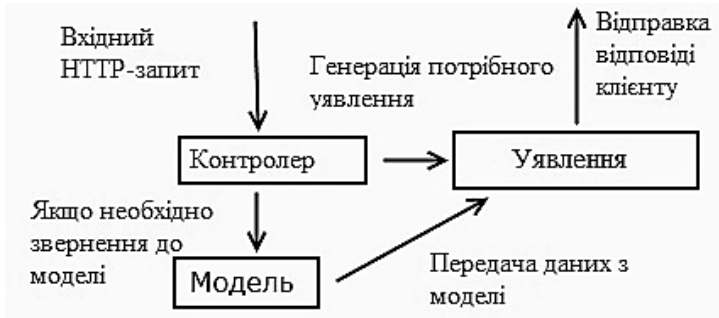


Рис. 1. Схема MVC

- Model (модель) – представляє собою клас, який описує логіку використання даних.
- Controller (контролер) – клас, що забезпечує зв'язок між користувацькою та серверною частинами, моделлю представлення та збережених даних.
- View (представлення) – саме візуальний інтерфейс користувацького контенту.

Найважливішим аспектом є те, що генерація тестових завдань відбувається випадково.

Розроблено програмний додаток, який надає можливість випадкового генерування тестових завдань та варіантів відповідей зі збереження отриманих результатів. Викладачам надається можливість створювати нові тести, обирати часові обмеження на виконання тесту. Після проходження даного виду контролю знань, результати, заздалегідь оцифровані, автоматично надходять до викладача. Це забезпечує більш якісний варіант оцінювання знань.

УДК 004.054

Давиденко Є. О., Можаровська А. Ю.

ВПЛИВ ВАЛІДАЦІЇ НА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ WEB-РЕСУРСУ

Перевірка валідації сайту потрібна, щоб у майбутньому уникнути критичних помилок і збоїв у його роботі. Також вона дає певну

впевненість в тому, що адаптивність сайту знаходиться на належному рівні.

Адже якщо не перевірити код web-ресурсу заздалегідь на наявність помилок, про деякі з них можна буде дізнатися, лише коли вони проявляться при збігу певних умов (нестандартний браузер, екран мобільного пристрою з малим розширенням).

До того ж валідність коду сайту має деякий вплив на його просування. Пошукові системи стежать за якістю коду сторінок веб-ресурсів. Наявність всього лише декількох критичних помилок може стати причиною істотного зниження рейтингу web-ресурсу.

Валідація сайту є дуже важливим моментом його внутрішньої оптимізації, особливо для створення якісного проекту.

Більшість існуючих в Інтернеті сторінок, на жаль, не є валідними. Багато розробників вважають, що абсолютно суворе дотримання стандартів HTML – зовсім не обов'язкова умова того, щоб сайт вийшов якісним і ефективним.

Дійсно, існує безліч вельми успішних сайтів, код яких не проходить прискіпливої перевірки валідатором.

Немає сумнівів, що можна зробити якісний сайт, який не до кінця буде відповідати формальним правилам мови. Проте розробка валідного коду має ряд переваг як для самого розробника, так і для кінцевого користувача. Рекомендується писати грамотний код і перевіряти його валідатором.

Це корисно з наступних причин:

- перевірка документів валідатором дозволяє уникнути дрібних прикрих помилок – неправильно вкладених тегів, пропущених дужок і лапок.

Якщо сторінка відображається не так, як хотів розробник, – у половині випадків це відбувається через яку-небудь дрібну неакуратність в коді.

Валідатор допоможе вам автоматично виключити такі помилки. Справді, помилки при відображенні сторінки в браузері можуть виникати з багатьох причин, і в тому числі через неграмотний код.

Якщо ви позбулися неграмотного коду – вам буде легше тестувати сторінки, так як зникне одна з найпоширеніших причин помилок;

Підступність розробки web-сторінок полягає в тому, що розробник не може передбачити всі проблеми, які можуть виникнути у різних користувачів з його сторінками.

Навіть якщо сторінка була ретельно протестована – обов'язково знайдуться користувачі, у яких несподівано з'являється горизонтальна смуга прокрутки, блоки на сторінці «зісковзують» один під одного,

виникають несподівані відступи, що створюють непотрібні порожні простору на сторінці.

Перевірка коду валідатором не врятує від усіх несподіванок, але збереже принаймні від половини.

– Сучасні браузерери підтримують стандарти W3C набагато краще, ніж їх колишні версії. Ця тенденція зберігається, так що відповідність DTD (Document Type Definition) набуває все більшу важливість для правильного відображення сторінок в браузерах.

Багато браузерів застосовують різні алгоритми аналізу і відображення сторінок в залежності від того, який DTD вказаний в пролозі і зазначений він взагалі.

Якщо DTD не вказано, браузер змушений «вгадувати», як відобразити сторінку – і часто не може вгадати правильно. Якщо DTD зазначений, але код сторінки йому не відповідає, – сторінка також може відобразитися некоректно;

– Так як валідний код відповідає певним формальними правилами, його легше інтерпретувати і обробляти. Він швидше аналізується і відображається в браузері, з ним легше працювати пошуковим та індексуєчим системам.

Валідна сторінка краще піддається автоматичній обробці – наприклад, якщо потрібно вчинити яке-небудь однотипне редагування над безліччю сторінок, то завдання істотно спроститься, якщо ці сторінки будуть відповідати певному DTD;

– Валідність коду гарантує сумісність ваших сторінок не тільки з нинішніми, але і з майбутніми версіями браузерів. Вам не доведеться переписувати ваші сторінки після виходу нової версії Internet Explorer або Opera.

Розробники браузерів гарантують все більш і більш повну підтримку стандартів. А ось коректне відображення сторінок ніхто не гарантує.

Піклуючись про грамотність сторінок, про їх відповідність стандартам W3C, не треба впадати в крайність і думати, що якщо сторінка успішно перевірена валідатором, то вона автоматично є якісною та ефективною.

Валідатор завжди абсолютно точно скаже, чи відповідають ваші сторінки правилам. Набагато складніше йдуть справи зі зручністю, доступністю, ефективністю і привабливістю сторінок: немає ніякої програми, яка може перевірити, чи є ваша сторінка ефективною і привабливою. Тут розробнику доводиться спиратися на власний інтелект, досвід, здоровий глузд і творчі здібності.

УДК 004.4'27

Давиденко Є. О. Дем'янчик С. О.,
Овечкін Д. В., Розганяєв В. О.

РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ НАВІГАЦІЇ ВСЕРЕДИНИ БУДІВЛІ

У зв'язку зі складною структурою будівлі, великої кількості корпусів, поверхів і кімнат ускладнюється навігація усередині таких приміщень. Тому виникає проблема орієнтування невідомої людини в такій будівлі. Цю ситуацію чудово ілюструє університет і його нові студенти, які не знають як дійти до потрібної їм аудиторії. На щастя, масове використання мобільних пристроїв дозволяє зручно і ефективно вирішити дану проблему шляхом створення мобільного додатку по навігації в будівлі.

Під час прийняття рішення щодо вибору методу реалізації даного додатку було зроблено висновок, що використання GPS-технології недоречно. Адже GPS має ряд значних мінусів, а саме його залежність від стабільності сигналу і багатопроблемне поширення, що веде до непереможних помилок. У такому випадку цілком прийнятне є використання одного із алгоритмів пошуку шляху – алгоритм Дейкстри.

Алгоритм дає змогу представити будівлю з усіма його поверхами і кімнатами у вигляді графа:

$$G = (V, E),$$

де V – множина вершин, E – множина ребер.

Вершина даного графа представляє собою певну структуру (struct point), в якій визначені поля, що описують певну важливу точку приміщення, яка зображена на карті, наприклад, кімната або перехід між поверхами.

```
struct point{  
    public int name; – назва важливої точки  
    public int move; – мінімальна кількість кроків, що потрібна,  
    щоб потрапити в необхідну точку  
    public bool enable; – доступність точки для перевірки алгоритмом, якщо вона вже перевірена, то точка не доступна  
    public int[] path; – шлях через який можна потрапити в цю точку  
    public int x; – координата  $X$  необхідної точки на зображенні  
    public int y; – координата  $Y$  необхідної точки на зображенні  
    public int[] weight; – масив ваг
```

public int[] rib; – масив ребер, які виходять з поточної, де кожному ребру відповідає вага з масиву wag.

}

А ребро – відстань між важливими точками, що є його вагою. Щоб отримати ці дані, передусім необхідно обробити відповідні зображення – карти або плани поверхів, це надає змогу візуалізувати алгоритм пошуку (рис. 1).

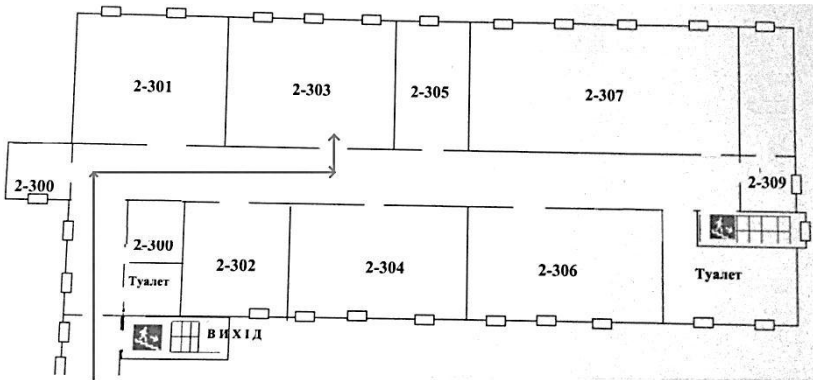


Рис. 1. Схематичний приклад візуалізації шляху

Далі на підставі цих даних використовуємо алгоритм Дейкстри, тобто кожній вершині з V присвоїмо мітку – мінімальну відому відстань від цієї вершини до вхідної вершини. Алгоритм працює покроково – на кожному кроці він «відвідує» одну вершину і намагається зменшувати мітки. Робота алгоритму завершується, коли всі вершини відвідані.

УДК 658.012:378

Потай І. Ю., Король О. А.

АНАЛІЗ ЗАДАЧІ ТЕОРІЇ РОЗКЛАДУ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Перші опубліковані дослідження на тему автоматизації при складанні розкладів занять з'явилися ще в ХХ ст. Математичною основою таких робіт є теорія розкладів – розділ дослідження операцій, в якому будуються і досліджуються математичні моделі календарного планування.

Завдання складання розкладу виникають в різних сферах діяльності:

- виробництво (впорядкування технологічних операцій по виконавцям і за часом);
- транспорт;
- освіта (організація навчального процесу).

Задачі про складання оптимального розкладу в тій чи іншій області присвячено досить велику кількість робіт, що говорить про її складності і практичної значущості.

Подібні завдання пов'язані з упорядкуванням деяких робіт в залежності від кількості виконавців або часу. Одночасно необхідно враховувати обмеження на послідовність виконання робіт, обмеження, пов'язані з виконавцями, і т. д.

Мета рішення таких завдань – це побудова допустимих розкладів при дотриманні всіх обмежень або знаходження оптимального допустимого розкладу по тим або іншим критерієм оптимальності (поняття оптимальності тут замінюється поняттям допустимості, задовільності, раціональності), що є ще більш складним завданням.

Завдання щодо складання розкладу у ВНЗ є завданням багатокритеріальної оптимізації. Необхідно враховувати досить велику кількість критеріїв. Як правило, критеріям призначається ступінь важливості, що робить істотний вплив як на процес, так і на якість складається розкладу.

Впровадження кредитно-трансферної технології навчання вимагає від вищих навчальних закладів подальшого зміцнення навчально-методичної, матеріально-технічної та наукової бази. Завдання складання розкладу повинна враховувати нові вимоги щодо організації навчального процесу. Це позначиться на кількості показників і обмежень при реалізації алгоритмів вибору найкращого розкладу занять.

Рішення задач теорії розкладів ускладнюються тим фактом, що більшість з них є NP-складними, і алгоритми їх автоматизації повинні бути адаптовані для отримання прийняттого варіанту за гранично допустимий час.

Відзначимо, що завдання складання розкладу залежить від інших суміжних завдань, які необхідно вирішувати при організації навчального процесу, наприклад, від завдання складання навчального навантаження. Варіанти її розподілу можуть по-різному впливати на якість підсумкового розкладу (рис. 1).

До розкладу пред'являється безліч вимог. Вимоги при складанні розкладу також ранжуються і поділяються на основні та другорядні (рис. 2).

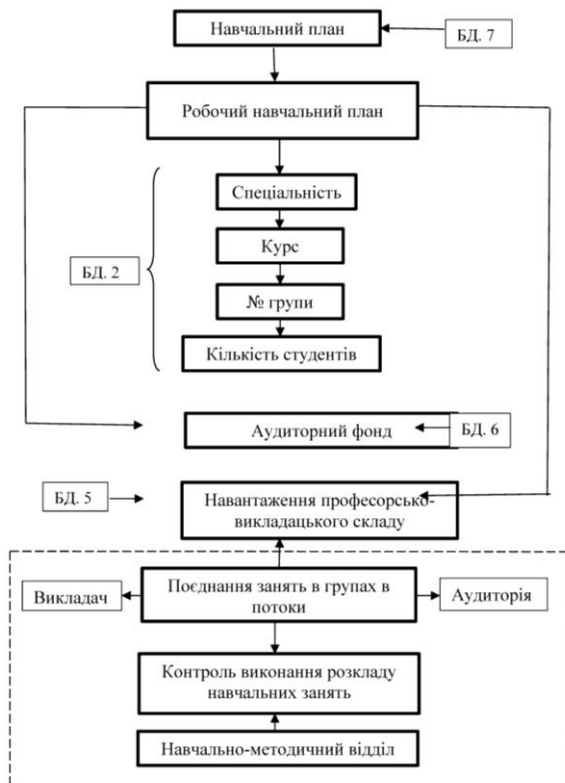


Рис. 1. Підсистема «Розклад»



Рис. 2. Класифікація вимог при складанні розкладу у ВНЗ

У сучасних умовах кількість вимог при формуванні розкладів зростає, внаслідок чого автоматизовані комплекси необхідно перебудовувати. Рішення завдання з автоматичного формування розкладу заощадить трудовитрати співробітників навчальних відділів, створить максимально зручні умови для викладацької діяльності, яка не обмежується аудиторного навантаження. Отже, процес формування розкладу також повинен бути адаптований до нових вимог, а якість складеного розкладу повинно бути прямо пов'язане з ефективністю навчального і виховного процесу в ВНЗ.

УДК 004.82

Фісун М. Т., Крайник О. М.

КОГНІТИВНИЙ АНАЛІЗ СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНОЇ СХЕМИ НАЧАЛЬНОГО ПЛАНУ

Структурно-логічна схема (СЛС) начального плану (НП) представляє собою упорядковану послідовність викладання дисциплін навчального плану, що забезпечує методологічно правильну послідовність викладання дисциплін таким чином, щоб викладання матеріалу певної дисципліни вже було забезпечено засвоєння матеріалу попередньої дисципліни. СЛС НП зазвичай представляють у вигляді оргграфа, в якому вершинами є дисципліни, а дугами – зв'язки між дисциплінами. СЛС дозволяє правильно встановити послідовність викладання дисциплін у часі. Але у більшості випадків на цьому і закінчується використання такої схеми. Для подальшого аналізу СЛС доцільно перевірити граф на валідність, тобто чи підкріплені наведені в робочих програмах посилання на дисципліни, на яких базується дана дисципліна, посиланнями на дисципліни, які забезпечує дана дисципліна. Нижче на рис. 1 наведено фрагмент графа СЛС, де відсутня така узгодженість. Це можна зробити, будуючи два графа: один, використовуючи розділ навчальної програми дисципліни «Дисципліни, на яких ґрунтується вивчення даної дисципліни», а другий – «Які дисципліни забезпечує дана дисципліна». Для більш глибокого аналізу треба переходити до розкриття поки що на вербальному рівні, які ж конкретні знання і вміння використовує певна дисципліна от попередніх в схемі дисциплін, і які знання й уміння вона «передає» наступним у схемі дисциплінам. За своєю сутністю с певними уточненнями СЛС НП можна вважати когнітивною картою.

Когнітивна карта (КК) призначена для виявлення структури причинних зв'язків між елементами складного об'єкта і оцінки наслідків зовнішніх впливів на елементи і зв'язки між ними. Елементи досліджуваної системи представлені набором вершин графа, зв'язки – множиною спрямованих дуг, яким можуть бути присвоєні знаки, що визначають характер впливу.

Когнітивна модель заснована на формалізації причинно-наслідкових зв'язків між характеристиками досліджуваної системи. Результатом формалізації є представлення системи у вигляді причинно-наслідкової мережі, званої когнітивною картою, що може бути представлена у вигляді графа:

$$G = \langle F, R \rangle,$$

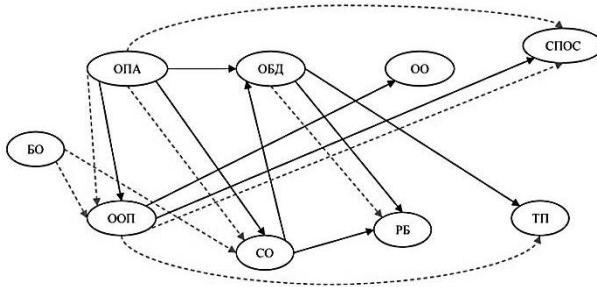
де $F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ – множина факторів (званих також концептами);

R – бінарне відношення на множині F , яке задає набір зв'язків між його елементами.

Елементи f_i і f_j вважаються пов'язаними відношенням R (позначається $f_i R f_j$ або $(f_i, f_j) \in R$), якщо зміна значення концепту f_i (причини) призводить до зміни значення концепту f_j (наслідку). Відповідно до термінології когнітивного моделювання в цьому випадку говорять, що концепт f_i впливає на концепт f_j .

Якщо збільшення значення концепту-причини призводить до збільшення значення концепту-наслідку, то вплив вважається позитивним («посилення»), якщо ж значення зменшується – негативним («гальмування»). Тим самим відношення R можна представити у вигляді об'єднання двох підмножин, що не перетинаються: $R = R^+ \cup R^-$, де R^+ – множина позитивних, R^- – множина негативних зв'язків. Концепти можуть задаватися як лінгвістичними (якісними) показниками (попит, соціальна напруженість), так і числовими, вимірюваними величинами (обсяг продукції, вартість).

Що стосується обраної предметної сфери (побудова й аналіз СЛС НП), то побудова знакової КК не має сенсу, тому що негативного впливу однієї дисципліни на іншу апіорі не припускаємо. Побудову нечіткої КК на даному етапі досліджень поки не розглядаємо. Залишається встановлення якихось кількісних величин для зв'язків між дисциплінами. Для цього в дослідженні прийнята 100-бальна метрика, що асоціюється з відсотковим впливом однієї дисципліни на іншу. Цей відсоток визначається експертним шляхом. До групи експертів мають входити, як мінімум, викладач даної дисципліни, викладач дисципліни, яку забезпечує дана дисципліна, і завідувач кафедри.



БОТ – базові офісні технології;
ОПАМ – основи програмування та алгоритмічні мови;
ООП – об'єктно-орієнтоване програмування;
ОБД – організація баз даних;
СОД – структури та організація даних;
ООМ – об'єктно-орієнтована методологія;
РБД – розподілені бази даних;
СПОС – системне програмування та операційні системи;
ТП – технологія програмування;

-----> дисципліни, що не мають зворотного зв'язку;

————> дисципліни, що мають зворотній зв'язок.

Рис. 1. Фрагмент СЛС з неузгодженими взаємозв'язками між дисциплінами

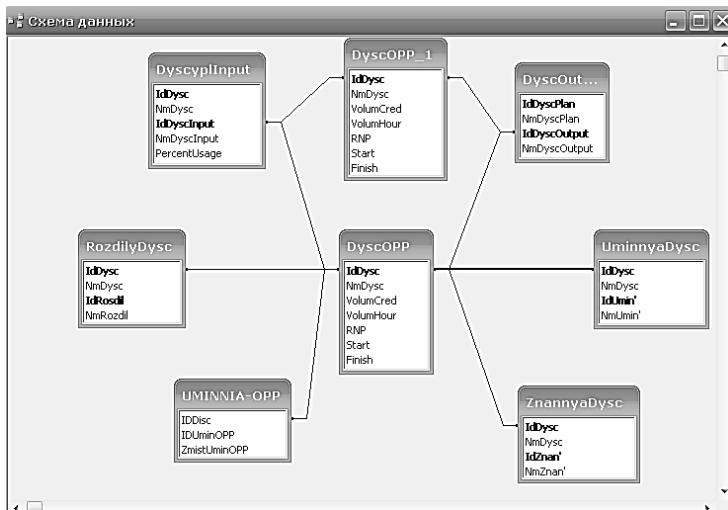
Для такого аналізу СЛС можна створити базу даних БД, перелік і схема зв'язків реляційних таблиць якої наведено на рис. 2. Сутностями такої БД є:

- дисципліни відповідно до освітньо-професійної програми (ОПП);
- знання, які мають отримати студенти;
- уміння, якими мають володіти студенти;
- розділи (модулі) дисципліни.

Для перевірки узгодженості зв'язків до БД додати ще дві таблиці, побудовані за методами як «вихід-вхід», так і «вхід-вихід».

Для когнітивного аналізу СЛС на основі створеної бази даних можна запропонувати такі задачі, як визначення кількості дисциплін, що впливають на дану дисципліну, та їх міру впливу; яких вхідних знань не вистачає даній дисципліні та інші. Крім того ряд корисних задач можна розв'язувати, якщо увести довжини шляху між вершинами L . За таку міру логічно прийняти величину, зворотну мірі впливу.

Після знаходження матриці найкоротших шляхів між парами вершин легко знаходиться *центр* орграфа. Центр (центральна вершина) визначається через ексцентриситет (максимальне відхилення).



Ексцентриситет υ відносно вершини ω визначається як

Ексцентриситет υ відносно вершини ω визначається як

$$\max\{\min\{<v \rightarrow w>\}, de: v \in V; w \in V; v \notin w, \\ \text{або } \max_{v \in V}\{\text{мінімальна довжина шляху від } v \text{ вершини до } w\}\}$$

Центром орграфа G називається вершина з мінімальним ексцентриситетом, або центром графа є вершина, для якої максимальна відстань (довжина шляху) до інших вершин мінімальна, тобто $\min(\max(\min\{L_{ij}\}))$.

Створена база даних СЛС НП дозволяє спроектувати низку корисних аналітичних запити та визначати центральні області структурно-логічної схеми навчальних планів.

УДК 004.82

Швед А. В.

АЛГОРИТМ ВИБОРУ ПРАВИЛА КОМБІНУВАННЯ ЕКСПЕРТНИХ СВИДОСТВ

На практиці процес прийняття рішень неможливий без накопиченого досвіду і знань фахівців, і базується на використанні сучасних математичних методів експертних оцінок. Однак задачі виявлення і ана-

лізу експертної інформації часто вирішуються за умови неповноти, суперечливості і неточності вихідних даних.

Одним з інструментів, що дозволяє виконувати аналіз експертних оцінок в умовах специфічних форм невизначеності є теорія свідочств.

В теорії свідочств виділено два основних типи невизначеності: неспецифічність (*non-specificity*) або неточність (*imprecision*), та конфлікт (*conflict*).

Зважена ентропія Хартлі (*Weighted Hartley entropy*) дозволяє оцінити у кількісному показнику міру не специфічності

$$N(m) = \sum_{B_j \subseteq \Omega, B_j \neq \emptyset} m(B_j) \log_2(|B_j|), \quad 0 \leq N(m) \leq \log_2(|\Omega|), \quad (1)$$

де функція $m: 2^\Omega \rightarrow [0,1]$ – основна маса ймовірності:

$$\sum_{B \in 2^\Omega} m(B) = 1, \quad m(\emptyset) = 0. \quad (2)$$

Ступінь специфічності свідочств можна оцінити наступним чином $\delta_S(m) \in [0,1]$:

$$\delta_S(m) = 1 - d(m, m_S), \quad \forall m \quad d(m, m_X) = d(m, m_Y), \quad m(X) = m(Y), \quad (3)$$

де $d(m, m_S)$ – відстань між виділеними групами свідочств.

Значення вектору m_S задовольняють умовам:

$$m_S(X_{\max}) = 1, \quad X_{\max} = \arg \max \left(\frac{m(X)}{|X|} \right), \quad X \in 2^\Omega, \quad X \neq \emptyset$$

Інший тип невизначеності – конфлікт (*conflict*), характеризується розбіжністю у виборі і оцінюванні елементів основи аналізу, і може бути описаний виразом

$$Conf(m) = - \sum_{B_j \in 2^\Omega} m(B_j) \log_2(f(B_j)), \quad (4)$$

де функція $f(B_j)$ може приймати значення функції довіри *Bel*, правдоподібності *Pl* або пігністичної ймовірності *BetP*.

Суперечливість групи свідочств може бути визначена формулою $Contr_m \in [0,1]$:

$$Contr_m = \sum_{B_j \in 2^\Omega} m(B_j) d(m, m_{B_j}), \quad \forall B_i, B_j \subseteq \Omega, \\ m_{B_j}(B_i) = \begin{cases} 1, & i = j, i = \overline{1, s}; \\ 0, & i \neq j. \end{cases} \quad (5)$$

Сумарна невизначеність (*global uncertainty*) може бути визначена як сума її складових: конфлікту та не специфічності

$$T(m) = Conf(m) + N(m), \quad (6)$$

де $N(m)$ – зважена ентропія Хартлі (1); $Conf(m)$ – міра конфлікту (3).

Для отримання агрегованих експертних оцінок в теорії свідочств використовується правило комбінування Демпстера. Однак вказане правило має істотний недолік – воно повністю ігнорує інформацію, отриману при комбінуванні конфліктуючих свідочств ($A_i \cap B_j = \emptyset$), що в свою чергу приводить до некоректних результатів комбінування. Наразі запропоновано значну кількість альтернативних правил комбінування, здатних, у тому числі обробляти конфліктуючі експертні свідчення.

У роботі запропоновано процедуру вибору правила комбінування, що базується на принципі мінімальної невизначеності.

Припустимо, що маємо групу експертів $E = \{E_j \mid j = \overline{1, t}\}$, яка оцінюючи деяку множину альтернатив $A = \{A_i \mid i = \overline{1, n}\}$, сформувала множину індивідуальних ранжировок (впорядкувань) $B = \{B_j \mid j = \overline{1, t}\}$, де B_j являє собою 2^A - мірний вектор, що відображає вподобання (вибір) експерта E_j . Для кожної підмножини B_j , $j = \overline{1, t}$ буде сформовано вектор $m_j = \{m_i \mid i = \overline{1, s}\}$, $s = 2^A$, елементи якого задовольняють умовам (2).

Припустимо, що сформовано множину правил комбінування $P = \{P_i \mid i = \overline{1, k}\}$. Ґрунтуючись на принципі мінімальної невизначеності (мінімальної ентропії) необхідно обрати правило $P \in P$, $m_{combP} = m_i P m_j$, що мінімізує значення функції сумарної невизначеності комбінованої маси ймовірності $\min (T(m_{combP}))$.

Формально процедуру вибору правила комбінування можна представити у вигляді двох послідовних етапів.

На першому етапі із множини доступних правил комбінування $P = \{P_i \mid i = \overline{1, k}\}$, обирається підмножина $P' \subseteq P$, що задовольняє набору визначених критеріїв $C = \{c_i \mid i = \overline{1, q}\}$.

Попередньо необхідно виділити ряд критеріїв, відносно яких буде оцінено то чи інше правило комбінування. В якості критеріїв вибору правила комбінування можуть бути розглянуті модель аналізу (модель

Демпстера, модель Дезера-Смарандаке), інформація про джерела даних (експертів), їх компетентність, характер аналізованих даних (інформація про конфлікти і консенсуси; інформація про ступінь взаємодії і структуру експертних свідчень та ін.).

У результаті буде сформована множина $P' = \{P_i \mid i = \overline{1, z}\}$, $z \leq k$, яка отримана шляхом виключення з множини $P = \{P_i \mid i = \overline{1, k}\}$, правил що не задовольняють $C = \{c_i \mid i = \overline{1, q}\}$.

Другий етап полягає у виборі правила комбінування на основі аналізу кількісних характеристик невизначеності.

Правило вибирається виходячи із рекомендацій:

1. Виходячи із принципу максимальної специфічності, обирається правило комбінування $P_l \in P'$, що максимізує значення коефіцієнту специфічності (3) результату комбінування $\max(\delta_S(m_i P_l, m_j))$, $\delta_S(m_i P_l, m_j) \neq 1$.

2. Виходячи із принципу мінімального конфлікту, обирається правило комбінування $P_r \in P'$, що мінімізує значення міри суперечливості (5) результату комбінування $\min(Contr(m_i P_r, m_j))$, $Contr(m_i P_r, m_j) \neq 0$.

3. Якщо $P_l \neq P_r$, то обирається правило, що задовольняє умові

$$P = \begin{cases} P_l, & T(m_i P_l, m_j) < T(m_i P_r, m_j) \\ P_r, & T(m_i P_l, m_j) > T(m_i P_r, m_j) \end{cases} \quad (7)$$

У роботі запропонована процедура вибору оптимального правила комбінування експертних свідочств у залежності від характеру вихідних даних, що отримані з різних джерел, і забезпечує отримання комбінованої маси ймовірності з найменшою досяжною невизначеністю.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ: ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Підсекція: СУЧАСНІ ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ.....	1
--	----------

<i>Клименко Л. П., Прищепов О. Ф., Шугай В. В., Случак О. І.</i> Розробка методів структуроутворення пористих композитів з використанням рудних концентратів та активованих мінеральних наповнювачів	1
<i>Андрєєв В. І., Случак О. І.</i> Методи нанесення та основні компоненти поверхневих композитних структур у вигляді металевих, керамічних та синтетичних захисних покриттів	3
<i>Сідєлев М. І., Безручко С. О.</i> Система дистанційного контролю мікроклімату та безпеки офісу.....	7
<i>Сідєлев М. І., Сільвейстров О. В.</i> Інтерфейсне забезпечення системи регулювання приватного пасажирського транспорту	9
<i>Щесюк О. В., Мальцев С. І., Лісков Д. А., Зюляєв Д. Д.</i> Програмне забезпечення для пристрою збору та передачі інформації із використання мережі Ethernet	11
<i>Яремчук О. М.</i> Паяльна станція на мікроконтролері Atmega8	13
<i>Потай І. Ю.</i> Аспекти автоматизації управління навчальним процесом у ВНЗ	15
<i>Потай І. Ю., Король О. А.</i> Аналіз задач теорії розкладу в сучасних умовах.....	18

СЕКЦІЯ: КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ

Підсекція: МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ	21
--	-----------

<i>Бурлаченко І. С.</i> СППР на основі мультиагентного підходу для масштабування архітектури систем розподілених обчислень в задачах моніторингу.....	21
---	----

<i>Донченко М. В.</i> Особливості прийняття рішення на базі ГІС.....	23
<i>Журавська І. М., Румянков Д. І.</i> Система автоматичного управління на основі Arduino з мікроконтролером Atmega для прийняття рішення щодо поправки курсу польоту БПЛА.....	24
<i>Казарін С. О., Кулаковська І. В.</i> Оптимізація механізмів пошуку та оцінка якості знань на базі статистичних даних користувацьких запитів.....	26
<i>Козлов О. В., Шигида В. М.</i> Система автоматичного керування температурою піролізного реактора на основі інтелектуальних керуючих пристроїв.....	28
<i>Кондратенко Ю. П., Кондратенко Г. В., Сіденко Є. В., Атаманюк І. П.</i> Нечітка система вибору моделі співпраці для кафедри університету в рамках кооперації з ІТ-компанією.....	31
<i>Кондратенко Ю. П., Рудольф Йоахім, Запорожець Ю. М., Козлов О. В., Кондратенко Г. В., Герасін О. С., Таранов М. О.</i> Метод синтезу притискного зусилля мобільного робота з магнітокерованими колесами-рушіями	34
<i>Кулаковська І. В.</i> Особливості моделі управління запасами з урахуванням фінансових потоків	35
<i>Левенець Т. В., Кравець І. О.</i> Дослідження методів розпізнавання облич при використанні мобільних технологій	38
<i>Топалов А. М., Козлов О. В., Кондратенко Г. В.</i> Нечіткий регулятор системи автоматичного керування операціями спливання плавучого доку	40
<i>Швед О. В., Солобуто М. Є.</i> Засоби моделювання процесу управління закупівлями	42

**Підсекція: ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ
ТА МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ
В ПРОБЛЕМАХ ПРИРОДНИХ НАУК**

<i>Хомченко А. Н.</i> Формоутворення серендипових поверхонь, що зберігають інтегральний баланс	45
<i>Воробйова А. І.</i> Умовна симетрія хвильового рівняння зі спеціальною правою частиною.....	46

Воробйова А. І., Варшамов А. В. Математичні олімпіади ЧНУ ім. Петра Могили, як фактор формування наукового світогляду студентів факультету комп'ютерних та економічних наук.....	49
Саченко П. П. Исследование формы поперечных колебаний консольной балки	55
Саченко П. П. Вариационный метод вывода уравнения поперечных колебаний шарнирно-опёртой трубы с протекающей внутри неё жидкостью	59
Саченко П. П. Продольные колебания консольного стержня	66
Коваль Н. В. Порівняння чисельних методів розв'язання задачі стаціонарної теплопровідності	71
Підсекція: КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ.....	74
Кутковецький В. Я. Удосконалення класичного наївного байєсового класифікатора багатовимірних об'єктів.....	74
Кутковецький В. Я., Турти М. Ю., Гриза О. В. Загальний медичний датчик для інтелектуальних систем	76
Старченко В. В. Використання Android-додатків у навчальному процесі	79
Салтовський Б. Г. Використання 3D-принтера у навчальному процесі	79
Крайник Я. М., Перов В. О. Декодування Turbo-Product-кодів на основі комбінованого підходу	82
Журавська І. М., Олійник В. В. Підсистема катапультивання та визначення GPS-координат блоків БПЛА при критичному застосуванні.....	83
Дворник О. В., Горобицов Д. С. Система масштабування додатків на базі DOCKER-платформи.....	85
Дворник О. В., Ванда А. О. Програмно-апаратний модуль побудови теплових карт для моніторингу території	86
Норд Л. П. 3D-принтер	88
Голобородько А. М., Ніколаєнко А. В. Автономна система відеоспостереження	89

Корецька О. О. Методи та засоби підвищення вихідної напруги датчиків, що працюють від енергії вимірювального сигналу.....	91
Солобута Л. В. Моделювання ПЗУ для дослідження принципів його функціонування та використання	93
Чуйко Г. П., Шиян С. І. Дослідження впливу кардіонавантажень на спектр пульсового сигналу	95
Чуйко Г. П., Дворник О. В. Internet of Things та його застосування: анотація навчальної дисципліни	97
Голобородько А. М., Подолянський Д. В. Програмно-апаратний комплекс підтримки мікроклімату теплиці	99
Голобородько А. М., Кузьменко Б. А. Інтелектуальна система «Розумний будинок»	100
Потай І. Ю., Горбунов Я. А. Проблема створення автоматизованої системи розкладу в сучасних ВНЗ	102
Щебетюк В. О. Допомога майбутньому абітурієнтові з вибором напрямку підготовки	104

**Підсекція: ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
ТА ПРОГРАМНА ІНЖЕНЕРІЯ 105**

Дворецький М. Л. Задача синхронізації даних в РБД. Синхронне та асинхронне оновлення	105
Ткаченко А. В. Аналіз та процес управління ризиками проекту при створенні програмного продукту. Методи моніторингу ризиків та виявлення зовнішніх загроз для проекту.....	108
Кандиба І. О. Аналіз поточного стану локальної мережі з використанням об'єктно-орієнтованої бази даних	109
Горбань Г. В. Типи асоціативних залежностей між багатомірними даними та обчислення характеристик їх значущості.....	110
Давиденко Є. О., Гуменюк А. Б., Павлович Д. С. Web-орієнтована система контролю знань студентів.....	113
Давиденко Є. О., Можаровська А. Ю. Вплив валідації на працездатність web-ресурсу.....	114
Давиденко Є. О., Дем'янчик С. О., Овечкін Д. В., Розганяєв В. О. Розробка мобільного додатку для навігації всередині будівлі	117

Потай І. Ю., Король О. А. Аналіз задачі теорії розкладу в сучасних умовах.....	118
Фісун М. Т., Крайник О. М. Когнітивний аналіз структурно-логічної схеми начального плану	121
Швед А. В. Алгоритм вибору правила комбінування експертних свідощтв	124

Редактори *Т. Базильська, Л. Бернацька, Д. Стригіна.*
Технічні редактори *Т. Базильська, Л. Бернацька, Д. Стригіна.*
Комп'ютерна верстка *А. Іценко.*
Друк, фальцювально-палітурні роботи *С. Волинець.*

Підп. до друку 15.11.2016.
Формат $60 \times 84^{1/16}$. Папір офсет.
Гарнітура «Times New Roman». Друк ризограф.
Ум. друк. арк. 7,68. Обл.-вид. арк. 5,14.
Тираж 56 пр. Зам. № 5121.

Видавець і виготовлювач: ЧДУ ім. Петра Могили.
54003, м. Миколаїв, вул. 68 Десантників, 10.
Тел.: 8 (0512) 50-03-32, 8 (0512) 76-55-81, e-mail: rector@chmnu.edu.ua.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3460 від 10.04.2009.

