

ZBIÓR
RAPORTÓW NAUKOWYCH

Inżynieria i technologia.
Problemy, osiągnięcia,
innowacyjność, praktyki, teoria

Łódź

29.04.2015 - 30.04.2015

СБОРНИК
НАУЧНЫХ ДОКЛАДОВ

Техника и технология.
Проблематика, наработки, иннова-
ции, практика, теория.

Лодзь

29.04.2015 - 30.04.2015

U.D.C. 004+62+54+66+082
B.B.C. 94
Z 40

Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour»

Druk i oprawa: Sp. z o.o. «Diamond trading tour»

Adres wydawcy i redakcji: 00-728 Warszawa, ul. S. Kierbedzia, 4 lok.103
e-mail: info@conferenc.pl

Cena (zl.): bezpłatnie

Zbiór raportów naukowych.

Z 40 Zbiór raportów naukowych. „Inżynieria i technologia. Problemy, osiągnięcia, innowacyjność, praktyki, teoria„ (29.04.2015 - 30.04.2015) - Warszawa: Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour», 2015. - 56 str.
ISBN: 978-83-65207-14-2

Zbiór raportów naukowych. Wykonane na materiałach Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej Konferencji 29.04.2015 - 30.04.2015 roku. Łódź.

U.D.C. 004+62+54+66+082
B.B.C. 94

Wszelkie prawa zastrzeżone.

Powielanie i kopiowanie materiałów bez zgody autora jest zakazane.

Wszelkie prawa do materiałów konferencji należą do ich autorów.

Pisownia oryginalna jest zachowana.

Wszelkie prawa do materiałów w formie elektronicznej opublikowanych w zbiorach należą Sp. z o.o. «Diamond trading tour».

Obowiązkowym jest odniesienie do zbioru.

Warszawa 2015

ISBN: 978-83-65207-14-2

"Diamond trading tour" ©

SPIS /СОДЕРЖАНИЕ

СЕКСЈА 18. ТЕСНІКА.(ТЕХНІЧЕСКІЕ НАУКІ)

1. Яшков І.О., Голуб А.А.	5
СОВРЕМЕННЫЕ ОБНОВЛЕНИЯ В НАСТРОЙКАХ ПИД-РЕГУЛИРОВАНИЯ	
2. Конюхов С.Л., Храпач О.В.	8
ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ БЛОГІВ	
3. Конюхов С.Л., Фомичова Н.М.	10
ІНТЕРНЕТ-РЕСУРС 3 ДИСЦИПЛІНИ „КОМП’ЮТЕРНА ГРАФІКА”	
4. Nikolaienko V.	12
CREATING THE SIMULATION MODEL OF ONLINE STORE	
5. Nikolaienko V., Skydaniienko V.	14
USAGE OF CLASSIFICATION MODEL CONCEPTS IN LEARNING SYSTEMS AND IMPLEMENTATION OF THEM	
6. Shirokopetleva M.S., Subbotin V.M.	16
GLOBALSDB ENTITY FRAMEWORK IS APPLICATION FOR OBJECT/ GLOBAL MAPPING	
7. Пильгун В.М.	18
ГЛИБИННЕ НАВЧАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ТА ДОСЯГНУТІ РЕЗУЛЬТАТИ	
8. Семирненко Ю.І., Семирненко С.Л.	21
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОЛОМЫ КАК ТОПЛИВА	
9. Гарус И.А., Рунова Е.М., Гребенюк А.Л.	25
СТРУКТУРА И ДОЛЯ ПЛОЩАДИ ВЫДЕЛЕННЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ЛВПЦ2 В ОБЩЕЙ ПЛОЩАДИ АРЕНДНОЙ ТЕРРИТОРИИ ПРИАНГАРЬЯ	
10. Денисов В.А.	28
ОЦІНЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЕНЕРГЕТИЦІ	
11. Таганова В.А., Пичхидзе С.Я.	30
ПОДГОТОВКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ	

12. Zagranychnyi A.V., Haidamaka V.V.....	33
IMPROVING THE SPECTRAL COMPOSITION OF PWM VOLTAGE IN DEVICES FOR NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE	
SEKCJA 19. TRANSPORTU.(ТРАНСПОРТ)	
13. Pavlo M., Dolhov D.	38
FUTURE OF NAVIGATION ACCORDING TO CNS/ATM CONCEPT	
14. Бондарь С.М.	41
DRONES USING EXPERIENCE IN ANTI-TERRORIST OPERATION IN UKRAINE	
SEKCJA 21. FIZYKI I MATEMATYKI.(ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ)	
15. Салихова Д. Ю.	43
НУЛИ ФУНКЦИИ БЕССЕЛЯ	
16. Титова Ю. А.	48
НАЧАЛЬНО-ГРАНИЧНАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ БОЛЕЕ ОБЩЕГО УРАВНЕ- НИЯ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО ТИПА	
SEKCJA 24. NAUKI CHEMICZNE.(ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ)	
17. Королева Е. В., Пономарева П. А.....	52
ЗАВИСИМОСТЬ РАВНОВЕСНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭКСТРАКЦИИ В СИСТЕМЕ I ₂ – ТБФ – ИЗООКТАН – NACL ОТ PH ВОДНОЙ ФАЗЫ	



SEKCJA 18. TECHNIKA.(ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)

ПОД- СЕКЦИЯ 3. Информатика, вычислительная техника и автоматизация.

Яшков И.О.

доцент кафедры ТАПР

Харьковского национального
университета радиоэлектроники,

г.Харьков

Голуб А.А.

студент 3-го курса

Харьковского национального
университета радиоэлектроники,

г.Харьков.

**СОВРЕМЕННЫЕ ОБНОВЛЕНИЯ
В НАСТРОЙКАХ ПИД-РЕГУЛИРОВАНИЯ**

Ключевые слова: ПИД-регулирование, настройка, процесс, функция, обратная связь.

Key words: PID control , customization, process , function , feedback.

Пропорционально-интегрально-дифференциальное (ПИД) управление является наиболее распространенным математическим алгоритмом. Оно используется для управления автоматизированными системами современных промышленных и коммерческих приложений. По существу, эти три параметра пропорциональной, интегральной и производной собраны с помощью датчика, а затем используются для регулировки управляющего элемента, который изменяет выход процесса для достижения желаемого результата. Этот механизм обратной связи может быть применен к простым операциям, например, регулирование температуры в доме с термостатом, или к более сложным, таким как построение системы слежения и стабилизации на борту самолета.

В то время как ПИД-регулирование часто используется из-за его технологичности в широком диапазоне применений и условий эксплуатации, существует несколько общих проблем, которые возникают в процессе настройки ПИД.

Так как комплексные переменные должны быть точно настроены для достижения оптимальной производительности управляемой системы, процесс настройки может занять много времени и ошибочных попыток. Возможно, инженеру при установке необходимо будет обращаться к дистрибьюторам и производителям за консультациями. Трудность может возникнуть в том, что параметры настройки для конкретной системы могут отличаться в зависимости от приоритетов системы. В связи с этим инженеру, возможно, придется специально настраивать параметры операции, повысив чувствительность, жертвуя эффективностью использования энергии, или наоборот. Параметры настройки, необходимые для достижения конкретных приоритетных задач, часто трудно определить, поэтому инженеру будет необходимо использовать метод «Предположение -проверка» до тех пор, пока желаемый результат не будет достигнут. Это повторяющийся процесс, который является неэффективным и забирает много времени у инженера.

Другая распространенная проблема со старыми системами ПИД-контроля – безопасность. В крупных промышленных применениях, таких как производство на автомобильных заводах или лесопилках, часто используется опасная автоматизированная техника, которая может быть опасной для людей, если система управления не будет учитывать изменения в операционной среде.

Рассмотрим погрузо-разгрузочные работы, во время которых большинство машин используется для перевозки тяжелых предметов из одного места в другое. Без правильно настроенного регулирования небольшой сбой в процессе может привести к ошибкам в работе техники и подвергнуть опасности жизнь операторов .

Хотя эти риски часто могут быть смягчены с помощью внешних мер предосторожности, таких как вывески, коврики и ограждения, проблемы могут продолжаться возникать, если опасное оборудование не будет иметь возможности для автоматического отключения или изменения его режима работы, когда обнаружено прерывание. С усовершенствованием ПИД- технологий настроек управления стали доступными некоторые функции, которые могут повысить безопасность производства и эффективность системы контроля данного процесса.

Недавно разработана система ПИД с автоматической настройкой. Например: контроллер работает через автоматическую процедуру, которая изменяет частоты и **направление вращения** двигателя, тем самым изменяя его производительность, которая зависит от условий нагрузки и автоматически вносит изменения в операционные параметры на основе собранной информации. Для достижения оптимального контроля над процессом необходима точная настройка.

Распространенная ошибка возникает, когда инженер делает эту точную настройку параметров системы управления. Проблемой является то, что небольшое изменение одного параметра может потребовать внесения корректировок в другие параметры, которые не были необходимы изначально.

Одной из новых возможностей, позволяющей облегчить настройку, является «жесткая переменная», которая может автоматически внести соответствующие коррективы в другие параметры на основе изменений в одном индивидуальном параметре. В практическом применении инженер может сделать корректировку настройки, которая вызвала неустойчивость системы. В этих условиях «жесткая переменная» настроит дополнительные параметры и вернёт систему в состояние стабильности , поможет избежать каких-либо повреждений или дальнейшей ошибки.

Для сложных процессов с несколькими условиями автоматическая настройка не всегда является решением, потому что она только служит отправной точкой исходных параметров, которые техника будет использовать на протяжении всего процесса. В этих сложных ситуациях необходимо, чтобы параметры системы изменялись в движении и / или изменяли нагрузки на протяжении всего процесса. При этом традиционный метод «Угадать и проверить» становится чрезвычайно сложным в процессах с несколькими условиями, так как нагрузки и скорость процесса влияют на настройку системы, поэтому и возникает вопрос о том, как настроить систему для эффективного достижения желаемого результата. Традиционная система решает эту проблему с помощью настройки «набора усиления», которая имеет различные параметры для различных условий. Контроллер будет меняться от одного множества к другому при изменении загрузки.

Новая функция, которая обеспечивает решение этих сложных требований, – это адаптивная настройка. Поскольку имеются изменения движения и нагрузки на протяжении всего процесса, автоматизированная система, оснащенная адаптивной настройкой, будет использовать цикл обратной связи, чтобы внести коррективы в различные параметры, если производительность пересечет определенный порог, чтобы сохранить систему под контролем и достигнуть оптимальной эффективности.

Эта технология, возвращаясь к примеру с погрузо-разгрузочным работам, позволит на определённой машине перевозить предметы различного размера и веса без необходимости постоянной перенастройки и сможет самостоятельно устанавливать коэффициент ускорения, что даст возможность технике организовать работу на различных объектах.

Алгоритмы ПИД-регулирования уже давно считаются промышленным стандартом для автоматизации управления. Такими они остаются и на сегодня, несмотря на определенные недостатки в процессе настройки. Недавно разработаны такие функции, как автоматические и адаптивные настройки, которые направлены на сокращение времени настройки и часто могут самостоятельно достигать правильных параметров настройки для данной операции. Многие из этих новых возможностей настроек содержатся в прошивке электроники. В некоторых случаях добавление новой функциональности может быть обеспечена простым обновлением прошивки.

Литература:

1. Ротач В. Я. Теория автоматического управления: учебник для вузов / В. Я. Ротач. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 396 с.
2. Н.И. Шиянова, Е.Г. Валитова «Теория автоматического управления» учебное пособие. – Мелеуз, филиал ГОУ ВПО «МГУТУ», 2008
3. Адаптивный ПИД-регулятор / А. М. Шубладзе, С. В. Гуляев, В. А. Малахов, В. Р. Олыпванг, Н. М. Бобриков // Датчики и системы. — 2008. -№ 1.-С. 20-23.
4. Краснодубец Л.А. Применение новых адаптивных регуляторов в системах стабилизации скорости двигателей постоянного тока/Л.А.Краснодубец// Вестник СевНТУ. Автоматизация процессов и управление: сб. науч. тр.— Севастополь, 2010. — Вып.108.— С.213—217.
5. Гольцов, А. С. Методы оптимизации и адаптивного управления в машиностроении : учеб. пособие / А. С. Гольцов; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. Волгоград : Изд-во ВолгГТУ, 2009. – 168 с.
6. В. Клименко, А. А. Силаев // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2008. – № 11. – С. 1-4.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ БЛОГІВ

Ключові слова: web-сайт, блог, блог-служба, автономний блог, електронний контент.

Keywords: web-site, blog, blog service, stand-alone blog, digital content.

Поняття „блог” вперше було використане в 1999 р. З виникненням мережевих журналів кожний користувач глобальної мережі отримав можливість самостійно створювати електронний контент і надавати його всім бажаним, що призвело до зростання їхньої популярності. Блог є засобом комунікації, самопрезентації і самовираження особистості, інформування суспільства, організації педагогічної діяльності тощо.

В наукових і популярних публікаціях наводяться різні визначення поняття „блог”, але всі вони беруть за основу технічні і комунікаційні характеристики даного сервісу. Отже, блог – це „web-сайт (або розділ web-сайту), який містить датовані записи мультимедійного характеру, розташовані в зворотному хронологічному порядку, з можливістю залишення коментарів до записів і перегляду будь-якого запису на окремій web-сторінці” [1, 220].

В процесі розробки блогу можна виділити такі основні етапи:

1. Вибір і реєстрація домену.
2. Вибір хостингу.
3. Вибір засобів розробки і створення дизайну.
4. Наповнення контентом шляхом самостійного написання текстів, перекладу матеріалів з зарубіжних сайтів, узагальнення інформації з різних джерел, залучення професійних копірайтерів тощо.
5. Оптимізація для пошукових систем.
6. Оптимізація для відвідувачів.
7. Залучення відвідувачів і розширення аудиторії читачів: просування в пошукових системах, тематичних форумах, соціальних мережах, обмін посиланнями та ін. [2].

Блог можна створити і розмістити з використанням ресурсів та інструментів блог-служб або шляхом самостійної розробки. Вибір підходу залежить від того, які функції буде виконувати ресурс і в якому напрямку він буде розвиватися.

Використання блог-служб дозволяє вести блог без програмування і встановлення спеціального програмного забезпечення. Разом із тим, такі сервіси мають суттєві обмеження, зокрема: неможливо перенести створений блог на інший хостинг у випадку необхідності; обмеження на обсяг збережених даних; дизайн блогу залежить

від служби. Враховуючи сказане, цей підхід варто обирати блогерам, які не мають достатньої підготовки у галузі web-дизайну, для створення звичайних блогів некомерційного призначення.

Самостійна розробка з використанням інструментів web-програмування дозволяє уникнути названих обмежень, а саме: якість дизайну і функціоналу створеного блогу залежить від професійного рівня розробника, а можливості його розвитку і обсяг збережених даних – від обраного хостингу, який можна змінити у випадку необхідності. Цей підхід доцільно обирати для розробки комерційних проєктів з великим обсягом мультимедійної інформації.

Серед популярних блог-служб можна назвати сервіси „Живий журнал” (www.livejournal.com), Blogger.com, Wordpress.com. Кожна з них має достатньо зручні безкоштовні інструменти самостійної розробки блогів, для використання яких достатньо зареєструватися в системі. Розглянемо основні особливості цих блог-служб.

Для створення автономних блогів використовуються будь-які засоби web-розробки: системи програмування, системи управління контентом (CMS), фреймворки (CMF) тощо. Серед популярних безкоштовних систем управління контентом можна назвати Joomla!, Drupal і WordPress. Програмні інструменти для розробки блогів входять також і до складу фреймворків, таких як: Zend Framework, Fat-Free Framework, Webasyst, Kohana та ін.

На основі проведеного огляду можна зробити такі висновки:

Вибір підходів і засобів для розробки блога залежить від поставленої мети і професійних умінь автора. На сьогодні функціонують потужні безкоштовні платформи, що дозволяють реалізувати необхідний функціонал користувачам, які не мають спеціальної підготовки. Разом із тим, набагато кращих результатів можна досягти з використанням інструментів web-розробки. В цьому випадку власник отримує автономний ресурс, який не залежить від особливостей платформи.

В процесі розробки і підтримки блогу необхідно вживати заходи щодо забезпечення його популярності в глобальній мережі, найважливішими з яких є пошукова оптимізація і публікація якісного інформаційного наповнення.

Література:

8. Мельник М.В. Блог як жанр інтернет-комунікації / М.В. Мельник // Система і структура східнослов'янських мов: збірник наукових праць. Випуск 5. Вид-во: НПУ ім. М.П. Драгоманова. – К., 2012. – С. 216-223.
9. Создание блога с нуля. Пошаговое руководство : [Електронний ресурс]. – 27.08.2008. – Режим доступу: <http://searchengines.guru/showthread.php?t=260959>.

ІНТЕРНЕТ-РЕСУРС З ДИСЦИПЛІНИ „КОМП’ЮТЕРНА ГРАФІКА”

Ключові слова: навчальний Інтернет-ресурс, комп’ютерна графіка, пакет Blender, методичні матеріали, тестування.

Keywords: educational Web resources, computer graphics, package Blender, teaching materials, testing.

Актуальним завданням, що стоїть перед освітою України, є формування такої організаційної структури, яка б забезпечувала виховання особистості, здатної до самонавчання і професійного розвитку. Одним з вирішальних чинників модернізації системи освіти є створення новітніх засобів навчання, які поєднують досягнення педагогічної науки з потужними можливостями обчислювальної техніки.

В статті наведений стислий опис он-лайн ресурсу, призначеного для вивчення пакету тривимірного моделювання Blender в рамках дисципліни «Комп’ютерна графіка» для студентів напряму підготовки «Інформатика».

Інтернет-ресурс складається з чотирьох основних блоків: інформаційного, блока авторизації, контрольного блока і блока викладача.

Для навігації по сайту організовано два меню: горизонтальне і вертикальне. Горизонтальне меню містить посилання на інформаційні сторінки: „Головна”; „Про Blender”; „Програма курсу”; „Відеоуроки”; „Галерея моделей”; „Правила роботи”; „Увійти”. Вертикальне меню використовується для доступу до навчальних матеріалів за темами, а також до контрольного блоку і розділу викладача.

Перехід до практичних вправ з кожної теми здійснюється за допомогою посилання «Лабораторні роботи», яке відкриває сторінку з переліком робіт, кожен пункт цього списку є посиланням на відповідну роботу. Завдання для лабораторних робіт розміщені на окремих сторінках (рис. 1).

Основні особливості використання розробленого ресурсу:

1. Повний доступ до комплексу з контрольним блоком отримують тільки зареєстровані слухачі.

2. Реєстрацію здійснює адміністратор системи, призначаючи всім студентам логін та пароль для входу в систему.

3. Підсумкова оцінка є допуском до заліку з дисципліни, який проводиться в формі підсумкового перегляду робіт.

4. Вивчення курсу розраховане на 1 семестр. Студент може самостійно визначати режим роботи, але повинен дотримуватися графіку контрольних заходів.

5. В процесі вивчення кожної теми студент повинен виконати лабораторні роботи, а також завдання для самостійного опрацювання і індивідуальні завдання.



Рисунок 1 – приклад сторінки лабораторної роботи

6. Кожний модуль завершується тестуванням, допуск до якого студент отримує за умови здачі лабораторних робіт на позитивні оцінки.

Перехід до тестування здійснюється за допомогою пункту «Тести» вертикального меню. Кожна контрольна робота складається з 15 питань, які вибираються випадковим чином без повторень з бази даних. Кількість тестових питань може бути змінена адміністратором курсу. Після закінчення тестування студенту повідомляється така інформація: всього питань в тесті; кількість правильних відповідей; набрано балів; підсумкова оцінка.

Таким чином, в ході дослідження отримані такі основні практичні результати:

1. Розроблений електронний комплекс методичних матеріалів, який включає всі компоненти, необхідні для організації і контролю навчальної роботи студента: програма курсу; рекомендації з організації самостійної роботи студента з вивчення пакету Blender і критерії оцінювання її результатів; завдання для лабораторних робіт; завдання для самостійної та індивідуальної роботи; перелік питань для самоконтролю; контрольні тести; допоміжні матеріали.

2. Розроблений пакет програмного забезпечення для підтримки роботи викладачів і студентів з матеріалами курсу, а також проведення контролю знань.

Література:

1. Осадчий В.В. Створення електронного підручника: принципи, вимоги та рекомендації / В.В. Осадчий, С.В. Шаров.– Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2011. – 120 с.
2. Прахов А.А. Blender: 3D-моделирование и анимация. Руководство для начинающих. – СПб.: БХВ -Петербург, 2009. – 272 с.

CREATING THE SIMULATION MODEL OF ONLINE STORE

The article is devoted to the design of imitational model of on-line boutique using the package of visual modeling Simulink. The system can stay in a variety of states, transitions between them are under the influence of random factors and precisely defined rules.

Keywords: Simulation model, S-model, modeling, Internet shop, finite-state machine.

The article is described assembling of the internet shop simulation model using visual modeling system Simulink.

The purpose of this work is explore the actual process that takes place in the «On-line Store» that is influenced of random and uncertain factors.

Methods of research. In order to solve assigned tasks we used simulation in visual modeling system Simulink. We developed a simulation model of online store, which operates by the following rules: each registered user is allowed to purchase a limited number of similar products. If the buyer is not registered, it must be redirected to the registration page. In case of purchase goods the system must take appropriate amount of money from user's account.

While constructing the model we take into account the different possible situations (eg, lack of money in the account, incorrect password, unregistered buyer, lack of goods).

Before ordering a product, customer must register and authenticate. For this purpose in the simulation model of the online store we developed two finite automata. Consider a finite automaton, responsible for client authentication. Finite-state machine that designed to authenticate the buyer in online shop is shown in Figure 1.

When creating this finite-state machine we used two Constant blocks, a Combinatorial Logic, which we called «Password», «Login» and «Authorisation». Block Combinatorial Logic, named Authorisation, has the peculiarity that its input can receive only one signal, that means that he should receive information about both blocks, so it is necessary to combine these signals into one. It uses the Mux (mixer) block. When configuring the truth table block «Authorisation» we set table parameter record [0; 1; 1; 1] of the output signal, in the Truth table.

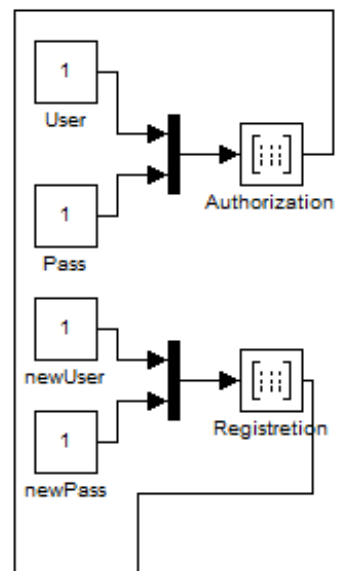


Figure 1 – Finite-state machine that responsible for customer authorization (fragment model)

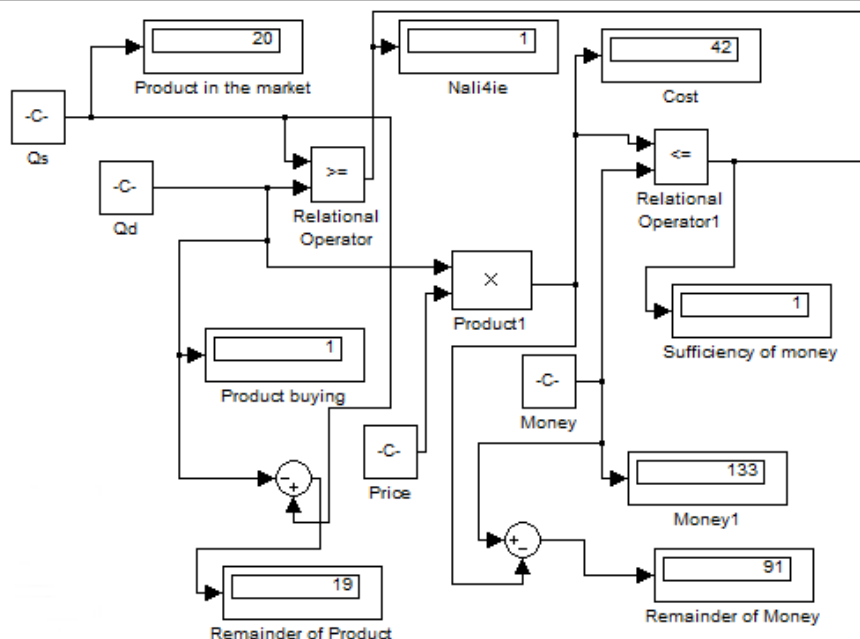


Figure 2 – Checking current account (fragment model)

Thus, in order to buyer could use online store service, about getting an information about a particular commodity in this store, results of the registration and authorisation blocks should be equal 1. For receiving results of these procedures we use unit Product, after completing registration and authentication, the client has access to the online store goods. While creating a simulation model we takes into account necessity of checking user's balance. This is shown on the S-model snippet (Fig. 2).

This model can serve as a basis for developing more complex simulation models of online store. We think that developed model has a promising practical application in variety of commercial situations.

We can be concluded that the result of working an online store depends on the availability of goods and money on the account of the buyer, the buyer registration and her authorization on the website. Asystem is subject to significant influence of random factors such as quantity, price, account balance, and many others.

List of Literature Resources

1. Багриновский К.А. Имитационные системы принятия экономических решений / К.А. Багриновский, Т.И. Конник, М.Р. Левинсон – М.: Наука, 1989. – 165 с.
2. Скрильник І.І. Економічна кібернетика: Конспект лекцій. II частина. Полтава: ПолтНТУ, 2009. – С. 24 – 30.
3. Снетков Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов: Учебно-практическое пособие. – М.: Изд. центр ЕАОИ, 2008, – 228 с.

USAGE OF CLASSIFICATION MODEL CONCEPTS IN LEARNING SYSTEMS AND IMPLEMENTATION OF THEM

This article is about usage of classification models in studying and its program implementation. Significant part of it dedicated to a short view of classification models, its features and advantages, previous researches that have been done by scientists in this sphere. After that authors explore different ways of keeping classification tree in storage. One of them is usage of a typical relational database and the second one is to use graph-based database.

There is a detail characteristic describing positive and negative features of each approach. After all, authors make small conclusion and talk about some prospects for further researches.

Keywords: classification model concept, teaching system, graph database, relation model, subsumption, part-whole.

In science, cognition begins from collation of given object with others, detection similarities and differences, formation of the class structures, their characteristics and interconnections. Usage of the classification models in the world when data volume doubles every year is very important because it gives us opportunity store accumulated data with minimal fragmentation, and in addition to this supports the data with descriptive visualisation. Classification problem also solves during studying inasmuch as human brain meet a need of ordering obtained information. Classification model makes it possible to fast and accurately structure accumulated information, which is very important while studying.

A lot of scientists researched problem of classification analysis: Solov`eva E.A, Liubishchev A.A., Timiriazhev K.A., Vilkins D. But there are many untouched spheres in which we could apply classification model concept. Firstly, it is interactive training systems and online encyclopedias.

We had a problem of choosing optimal way of logic presentation classification in performance terms. Information about added concepts and relations between them as well as about students, which added them should be stored in the database.

When implementing this task was a choose between relational and graph model.

Relation model can easily and densely store tables which unconnected with classification tree, specifically tables with students, teachers, departments, courses, and so on, and establishing different relations between them [1]. In this case relational database appeared ineffective for storing tree-like data structures, because additional fields were used for providing possibility walking between tree levels [2].

Graph database is the most natural (intuitive) representation of tree-like structure classification. This model is perfect for describe and store information about the concepts and students in the nodes of the graph, in contrast to the relational model, which focuses on

storing the relationships between them. Each concept can be related to other concept either part-whole or subsumption relation.

While developing graph representation, were difficulties to create relations between entities (relational databases do it easily), because in the graph node we should also store information about student, which established part-whole relation or subsumption relation. This problem can be solved by adding reference key in the link between concepts nodes. But this kind of resolving decreases clarity and naturalness of the stored information.

Implementation of the classification models concept using graph representation has shown good performance compared to relational database [3].

Thus, concept of the data classification model is perfect for training, because it allows human rapidly organize information by using image visualization. Storing of those models is well implemented in graph-oriented databases, because they allow to provide information directly in the form of a tree, eliminating the need to create extra fields and providing fast work.

Given classification model concept can be used as base when creating different on-line teaching systems, online encyclopedias and other software products, in which present natural classification.

Based on developed scheme of storing classification model was implemented teaching system for databases course, which uses during studying appropriate course in the KNURE, software engineering department. Suggested scheme can be used as help for creating teaching-information systems for similar courses, which knowledge domain naturally classifiable for structuring knowledge and stimulating students self-learning.

List of Literature Resources

1. Joe Celko's. Trees and Hierarchies in SQL for Smarties, 2nd Edition. Morgan-Kaufmann.: 2012. – 296 p.
2. А.В. Маликов. Ориентированные графы в реляционных базах данных: Доклады ТУСУРа, декабрь 2008 г. Томск. Ч.2, №2 (18).
3. Ian Robinson. Graph Databases. Sebastopol:O'Realy, 2013. – 209 p.

GLOBALSDB ENTITY FRAMEWORK IS APPLICATION FOR OBJECT/GLOBAL MAPPING

Keywords: Globals Database, Intersystems, data model, API, .NET, application, class.

“GlobalsDB Entity Framework” is an Object/Global Mapping framework for well-known database from Intersystems. As you know, the Globals database is powered by an extremely efficient multidimensional data engine. The exposed interface support access to the multidimensional structures – providing the highest performance and greatest range of storage possibilities.

GlobalsDb is very useful for applications that work with “big data” and there are more and more these applications nowadays [1]. .Net framework with C# programming language makes creating and maintenance of applications very easy for developers. Therefore, easy using Intersystems GlobalsDb in .Net applications is actual task. Intersystems provides library that gives access to GlobalsDb API from .Net applications [2] but creating applications is still time-consuming.

So, main purpose of Entity Framework for GlobalsDB is to ease working with GlobalsDb. Core of this framework is InterSystems.GlobalsDb.dll. Described framework provides a lot of useful functions, such as Object/Global Mapping, LINQ to Globals and makes interaction with GlobalsDb simple and seamless.

At first, you need to download GlobalsDb installation tool for Windows and .Net from official web site. After downloading, execute tool and follow by instructions. After that you need to start installed service. After changing current directory, start the service by command “globals start”. You can shut down service by similar command “globals stop”. After running GlobalsDb service, you can use Entity Framework for GlobalsDB by adding reference to GlobalsDbFramework.dll in Visual Studio’s solution. GlobalsDb Entity Framework usage is described there.

Table<TEntity> class represents an entity that is used for create, read, update, and delete operations. Restriction for the Entity – it must be a class. In this class you can declare public properties which correspond to the entity. Note that in database stored only those properties, which meet following requirements:

1. Property declared as public property (Auto-Implemented property).
2. ColumnAttribute applied to the property (it must be stored in a database).

There are some rules for applying ColumnAttribute in Entities:

1. Entity must declare at least one primary key with IsPrimaryKey property of ColumnAttribute.
2. Only integral types supported as DbGenerated column.
3. Only one DbGenerated column is allowed.
4. Either DbGenerated primary key or custom primary keys are allowed

If these rules are not met, EntityValidationException will be thrown. If entity has identity key, framework will generate it, insert entity to database and set its value to column

that marked as identity key.

Abstract class that provides connection to database. You need to create derived class with set of `Table<TEntity>` public properties or fields for getting access to database data.

Demo – application, named “UniversityInfo”, represents simple CRUD application which provides information about universities and its faculties. You can get information about cities or countries. Application declares complicated data model. Of course, complication of this model can be reduced, but model was created in that way intentionally, to demonstrate capabilities of framework.

Data model of application consists of 4 entities (Country, Faculty, University and Town) which forms complex hierarchy. When you create a new instance of every class, derived of `DataContext`, framework performs following operations:

1. They get all public fields or properties of derived class, which declared as `Table<TEntity>`, via reflection.

2. They validate every `TEntity` type, according to rules for column attributes. This validation performs `EntityValidator` class. This class also uses `EntityTypeDescriptor` class, which provide some information of `TEntity`, obtained by reflection. As you know, reflection is very consume a lot of machine resources, so `EntityTypeDescriptor` uses a cache of obtained data.

3. If validation is passed successfully, framework will instantiate every field or properties, which have been obtained at stage 1.

Framework store action in memory, using pattern Command. Actions are stored in order of method invocation, because this order is important. When customer invoke `context.SubmitChanges()` method, framework obtain queue of actions and apply them. This approach gives capability to add transaction functionality to framework. Every action with data, except reading, performed as transaction with exclusive lock. That's why every action are thread-safe.

If you want to update or delete entity, you must to pass entity by parameter to the corresponding methods. Therefore, you need to obtain entity by LINQ. As example, you need to delete entity, which has specific id. You must obtain this entity from database and then pass it to the `DeleteOnSubmit` method. This approach gives such advantages, as capability to change or delete entities, which can be obtained by complex select expressions. As example, we can delete country, which has number of towns, greater than 10 or which has specific town.

In this article was described most interesting features of our application.

Literature:

1. Caché's Application Server. Caché and .NET / WebSite Intersystems Corp.: <http://www.intersystems.com/our-products/cache/tech-guide/chapter-3/#cache-and-net>. – 01.03.2015.
2. Intersystems Caché: Globals API для .NET.: [www/ URL: http://writeimagejournal.com/?tag=globalsdb](http://writeimagejournal.com/?tag=globalsdb) – 10.04.2015

Семирненко Ю.І.

кандидат технических наук, доцент
Сумского национального аграрного университета,
Сумы

Семирненко С.Л.

кандидат технических наук, доцент
Сумского национального аграрного университета,
Сумы

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОЛОМЫ КАК ТОПЛИВА

Аннотация

Одним из альтернативных видов топлива является солома зерновых культур. С целью определения свойств соломы в рулонах, предназначенной для изготовления топливных гранул/брикетов, проведены исследования фракционного состава и влажности. В результате проведенных исследований установлено, что использование соломы для получения топливных гранул/брикетов возможно только при ее предварительном измельчении, а изготовление гранул/брикетов и их сжигание возможно без предварительной сушки при использовании в качестве местного топлива.

Ключевые слова: топливо, сырье, солома, фракции, частицы, влажность, прессование, сушка, гранулы, брикеты.

Keywords: fuel, raw, straw, fraction, particles, humidity, pressing, drying, granules, briquettes.

С повышением цен на энергоносители, ограниченностью традиционных источников энергии возникает необходимость в решении вопросов рационального использования энергоресурсов и замены традиционных дорогостоящих видов топлива на альтернативные виды.

Основным запасом альтернативного топлива является биомасса, полученная в большей степени как отходы сельскохозяйственного производства. Вопросы переработки биомассы имеют большую актуальность, связанную, в первую очередь, с тем, что с точки зрения бизнеса гранулы/брикеты из биомассы являются товаром, тогда как отходы сельского хозяйства, представляющие основной объем биомассы, товаром практически не являются. Быстрый рост цен на ископаемые виды топлива, стремление минимизации транспортных расходов, усиление экологических требований также повышают интерес к теме переработки биомассы растительного происхождения в твердое топливо [2].

По данным, основанным как на литературных источниках, так и на результатах собственных исследований, одним из технически доступных для использования в энергетике видов биомассы для предприятий агропромышленного комплекса Украины является солома зерновых культур. Так, в зависимости от площадей выращивания и урожайности зерновых, экономический энергетический потенциал соломы на Украине может достигать 9,1 млн т (в 2011 году), что эквивалентно 3,8 млн м³ газа или

Таблица 1.

Распределение по фракциям соломы, предназначенной для изготовления топливных брикетов

Фракции, м×10 ⁻³	Количество частичек соломы		Масса частичек соломы	
	шт.	%	кг×10 ⁻³	%
< 100	16	15,0	0,5	2,7
101-200	42	43,0	4,5	24,8
201-300	22	24,0	5,1	28,0
301-400	14	10,0	3,8	20,9
401-500	8	5,0	2,6	14,3
более 500	5	3,0	1,7	9,3

около 7,0 млн т угля в год [4].

В настоящее время использовать солому как топливо достаточно целесообразно: из относительно дешевого сырья, которое остается после уборки зерновых, получаем экологически чистое топливо. Однако следует отметить, что солома, как и каждый вид топлива, имеет ряд недостатков, среди которых достаточно высокая влажность и разный фракционный состав.

Для эффективного использования соломенной биомассы в качестве топлива необходима соответствующая ее подготовка – сушка, измельчение, гранулирование/брикетирование, что повысит низшую теплоту сгорания, увеличит коэффициент полезного действия котельной установки, снизит расход условного топлива и выбросы загрязняющих веществ. Основным недостатком соответствующей подготовки топлива является серьезное повышение стоимости топлива, и, соответственно, себестоимости производимой энергии, что связано с достаточно сложной и энергоемкой технологией процессов сушки, измельчения, прессования [1].

С целью определения свойств соломы, предназначенной для изготовления топливных гранул/брикетов, были проведены исследования фракционного состава и влажности.

Для определения фракционного состава соломы по длине частиц с рулонов соломы отбирались по три пробы не менее 5 кг. Из отобранных проб выделяли по три навески по 0,5 кг каждая. В каждой навеске измеряли подряд не менее 300 частиц и распределяли их соответственно на шесть фракций: (0-100)×10⁻³ м, (101-200)×10⁻³ м, (201-300)×10⁻³ м, (301-400)×10⁻³ м, (401-500)×10⁻³ м, более 500×10⁻³ м.

Длину частиц соломы измеряли с точностью ±1×10⁻³ м. Величину интервала уточняли после предыдущих исследований.

Результаты измерений фракционного состава соломенной биомассы заносили в табл. 1.

Распределение частиц соломы по фракциям показало, что во фракцию (0-100)×10⁻³ м входили преимущественно измельченные листья растений. Фракция более 500×10⁻³ м состояла, в основном, из целых растений. Почти треть соломы (28,0 % по массе) входила во фракцию (201-300)×10⁻³ м.

Как видно из табл. 1, размер фракций соломы не позволяет использовать ее для изготовления гранул/брикетов без предварительного измельчения.

Для определения влажности соломы пробы были взяты в разных местах

Таблица 2.

Влажность рулонов соломы, предназначенной для получения брикетов

Поряд- ковый номер пробы	Масса ста- канчиков, $\text{кг} \times 10^{-3}$	Масса стакан- чиков с сырой соломой, $\text{кг} \times 10^{-3}$	Масса стаканчиков с сухой соло- мой, $\text{кг} \times 10^{-3}$	Масса испарен- ной воды, $\text{кг} \times 10^{-3}$	Масса сырой соломы, $\text{кг} \times 10^{-3}$	Относи- тельная влажность соломы, %
1	22,4	30,8	29,2	1,6	8,4	19,05
2	22,4	30,9	29,2	1,7	8,5	20,00
3	22,3	30,5	28,9	1,6	8,2	19,51
4	22,4	30,6	28,9	1,7	8,2	20,73
5	22,1	30,2	28,5	1,7	8,1	20,99
6	22,0	30,3	28,4	1,9	8,3	22,89
7	22,4	30,7	28,8	1,9	8,3	22,89
8	22,1	30,2	28,3	1,9	8,1	23,46
9	22,4	30,7	28,7	2,0	8,3	24,10
10	22,2	30,6	28,6	2,0	8,4	23,81
Среднее	–	–	–	1,8	8,28	21,74

крайних нижних рулонов, которые хранились на открытом воздухе под навесом в течение трех месяцев и были наиболее влажными. Пробы отбирали с таким расчетом, чтобы они как можно полнее характеризовали данную биомассу. Определяли массовую влажность соломы количеством воды в веществе в процентах от первоначальной массы влажного вещества. Результаты исследований приведены в табл. 2.

Масса отобранной пробы была такой, чтобы можно было приготовить необходимое количество навесок. Перед определением влажности соломы стебли растений и их составляющие измельчили во фракцию $(7-10) \times 10^{-3}$ м. Измельченную солому помещали в предварительно взвешенные алюминиевые стаканчики и закрывали крышками. Закрытые навески упаковывали во влагонепроницаемый материал. Время хранения навесок перед испарением влаги составляло не более $4,32 \times 10^4$ с.

Средняя влажность соломы составляет 21,74 % (см. табл. 2). Поскольку солома, которая сохраняется долгое время под действием внешней среды, имеет не одинаковую влажность в своем слое, и это расхождение может быть значительным, для ее выравнивания используют, как правило, процесс сушки. Этот процесс по своим характеристикам является одним из самых энергозатратных в технологической цепи изготовления топливных брикетов. Поэтому, для уменьшения энергозатрат на сушку и обеспечения равномерного распределения влаги нами предлагается ограничиться на подготовительной стадии к прессованию заменой сушки на перемешивание, которое проходит при измельчении соломы и механическом прессовании, когда в спрессованном монолите сталкиваются влажные и сухие частицы.

Как показали исследования, минимальное снижение влажности соломы при измельчении составляет 2 %. При брикетировании минимальное снижение влажности брикета, который выходит из матрицы пресса – 1 %. То есть, влажность такого брикета будет отличаться от влажности соломы не менее, чем на 3 %. Изготовление брикетов при такой влажности возможно, тем более, что с повышением влажности соломы до 16 % идет снижение удельной работы прессования, в связи с тем, что влага

играет роль пластификатора и вяжущей жидкости. Как показали исследования, увеличение влажности до 20 % мало увеличивает удельную работу прессования. Но при дальнейшем увеличении влажности вода играет роль тела, которое расклинивает и противодействует уплотнению материала, делая его более упругим, что приводит к увеличению удельной работы.

Средняя влажность брикетов из соломы самых влажных рулонов будет составлять менее 20%. При охлаждении образованных брикетов может обеспечиваться снижение влажности еще на 2 %. Таким образом, влажность товарных брикетов будет составлять 17%, что является допустимым для использования в качестве местного топлива, так как для обеспечения надлежащего сжигания влажность соломы должна составлять не более 20-25% [3].

Список литературы:

1. Бакарджиев Р.О. Технічне забезпечення використання соломи на енергетичні цілі / Р.О. Бакарджиев, О.О. Троїцька // Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти. – Запоріжжя: НВК Інтер-М, 2013. – Вип. 1. – С 157-162.
2. Калетнік Г.М. Науково обґрунтовані та практичні підходи використання соломи та рослинних решток у сільському господарстві / Г.М. Калетнік, В.М. Булгаков, І.В. Гриник // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. – 2011. – № 9. – С. 62-68.
3. Семірненко С.Л. Дослідження сушки солом'яної біомаси / С.Л. Семірненко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства: (технічний сервіс машин для рослинництва). – 2012, – Вип. 121. – С. 256–261.
4. Семірненко С. Л. Зниження техногенного навантаження на довкілля за рахунок удосконалення технології утилізації біомаси: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / С. Л. Семірненко. – Суми, 2014. – 23 с.

Гарус И.А

Ассистент кафедры «ВиПЛР» аспирант

Рунова Е.М.

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБОУ ВПО «БрГУ»

Гребенюк А.Л.

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
ФГБОУ ВПО «БрГУ»

СТРУКТУРА И ДОЛЯ ПЛОЩАДИ ВЫДЕЛЕННЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ЛВПЦ2 В ОБЩЕЙ ПЛОЩАДИ АРЕНДНОЙ ТЕРРИТОРИИ ПРИАНГАРЬЯ

Ключевые слова: малонарушенные лесные территории, территория, площадь
Keywords: intact forest landscapes, territory, area

К задачам исследования относятся анализ состояния МЛТ в исследуемом периоде, факторы, влияющие на его сохранность, способность сохранять основные эколого-биологические, средо-защитные функции и при этом рационально использовать лесные ресурсы.

В условиях многолесных районов предназначенных для эксплуатации (заготовки древесного сырья) особенно остро встает вопрос сохранения фрагментов коренных естественных лесных массивов. Международной общественностью и в частности неправительственными экологическими организациями данные территории выделены в малонарушенные лесные территории (МЛТ) – целостные территории лесной зоны размером более 50 тыс. га, не имеющие внутри постоянных поселений, действующих транспортных коммуникаций, не затронутые интенсивной хозяйственной деятельностью [1].

Общая площадь всех выделенных потенциальных ЛВПЦ 2 составляет более 5 млн. га (точнее – 5 265 499 га), или немногим более 20% всей исследованной территории (точнее – примерно 21,2 %).

По имеющимся данным на наиболее крупных сертифицированных предприятиях наблюдается следующая картина.

Общая площадь МЛТ по ООО «СЭЛ групп» занимает 111399, 97 га, что составляет 35,1% от площади лесосырьевой базы (317322 га).

Всего по ООО «ТСЛК» площадь МЛТ составляет 415633,9 га, при общей площади арендуемых лесных участков 1098820,2 га. В результате площади МЛТ занимают 37,8% от общей площади лесосырьевой базы предприятия.

Всего по ЗАО «ЛДК ИГИРМА» площадь сертифицированных лесных участков составляет 690063,8 га, при общей площади МЛТ 18540 га. В результате площади МЛТ занимают 2,69 % от общей площади лесосырьевой базы предприятия.

Следует отметить, что наиболее оптимальным соотношением площади МЛТ к общей площади арендной базы не должно превышать 15 – 18%, что позволит лесозаготовительным предприятиям ритмично работать в рамках уста-

Таблица 1.

Основные характеристики выделенных массивов ЛВПЦ 2 на территории Приангарья (по данным А. А. Алейникова и др.)

Тип массива	Число контуров данного типа	Минимальная площадь (га)	Максимальная площадь (га)	Средняя площадь (га)	Суммарная площадь всех массивов данного типа (га)
Темнохвойные (древостой с преобладанием ели и пихты)	63.3	1018	549 585	25 495	1 606 212
Смешанные (с преобладанием лиственных пород)	87	2060	287 713	24 378	2 120 841
Смешанные (с участием сосны и лиственницы)	32	2420	272 145	48 076	1 538 446

новленной расчетной лесосеки и не нарушать особый режим малонарушенных лесных территорий.

На основании алгоритма и проведенных исследований были определены дополнительные участки ЛВПЦ, соотношение которых представлено на рисунке 1.

В таблице 2 представлены результаты исследований по выявлению оптимального соотношения различных типов ЛВПЦ в эксплуатационных лесах.

На основании данных таблицы можно сделать следующие выводы: леса высокой природоохранной ценности должны занимать от 5 до 20 % от общей площади лесосырьевой базы предприятия, занимающегося лесозаготовкой. Именно это процентное соотношение позволит сохранить особо ценные в экологическом плане природные ландшафты и позволит предприятию работать без снижения объема заготовок и без существенных экономических потерь.

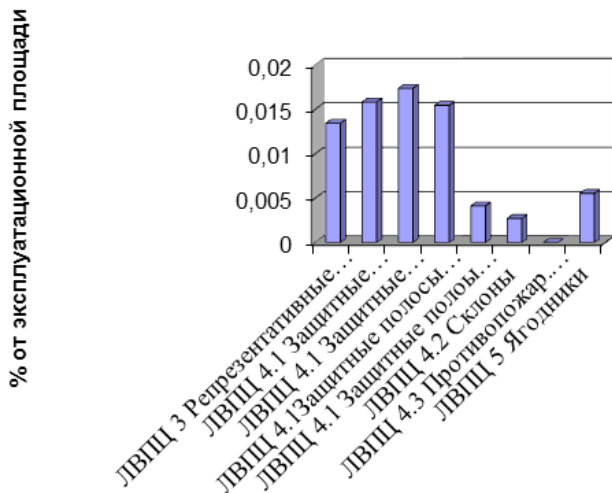


Рисунок 1. – Процентное соотношение ЛВПЦ, выделенное в результате исследований

Таблица 2.

Соотношение различных типов ЛВПЦ в эксплуатационных лесах Приангарья [2]

Тип ЛВПЦ		Выведено исследо- ваниями (% от экспл. площади)	Выделено лесоу- стройством (% от экспл. площади)	Рекомендуемое соо- отношение в процентах от эксплуатационной площади	
				минималь- ное	макси- мальное
ВПЦ 3	По сохранению типа леса	1,343	3,170	1,1	3,5
ВПЦ 4.1	защитные полосы вдоль рек	1,583	0	1	2,5
ЛВПЦ 4.1	защитные полосы вдоль ручьев	1,738	0	0,5	2,5
ЛВПЦ 4.1	защитные полосы вдоль дорог	1,545	0	1	2,5
ЛВПЦ 4.1	защитные полосы вокруг болот, озер	0,413	0	0,1	2
ЛВПЦ 4.2	склоны	0,272	0	0,1	2
ЛВПЦ 5	ягодники	0,553	0	0,2	2,5
	Итого	7,435	3,170	4	17,5

Литература

1. Гребенюк А.Л., Гарус И.А. Проблемы доступности лесных ресурсов./ Актуальные проблемы лесного комплекса /под общей редакцией Е.А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции. Выпуск 39. – Брянск: БГИТА, 2014. – с. 198 -199
2. Рысин Л.П., Савельева Л.И. Эталонные леса, их значение и критерии выбора // Бот. журн. 1980. Т. 65. № 1. С. 133-140.

ОЦІНЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЕНЕРГЕТИЦІ

Ключові слова/Keywords: довгостроковий прогноз / long-range forecast, сталий розвиток / sustainable development / випадкова, імовірнісна, детермінована складова / random, probabilistic, deterministic component.

Розробка довгострокових прогнозів процесів розповсюдження новітніх технологій в енергетиці потребує [1] врахування внутрішніх конфліктів взаємодій різних цільових установок, тенденцій розвитку різних сфер енергетики, впливу імовірнісних і випадкових факторів. З іншого боку, тільки при розширенні часових рамок прогнозних розробок можливо сформулювати і всебічно розглянути об'єктивні протиріччя між короткостроковими цільовими установками політики фінансової стабілізації, вибором інструментів їх реалізації і завданнями сталого розвитку в більш віддаленій перспективі, які повинні включати аналізи компромісів поточної економічної політики, просторово-часових, міжпоколінних, міжгалузевих розмірів, заходи відповідності сьогоденнішніх втрат і майбутніх придбань.

Безкомпромісні варіанти розвитку, орієнтовані або на максимальнo можливе демпфірування поточних негативних наслідків, або на максимальні витрати в ім'я майбутнього, можуть бути однаково тупиковими з точки зору перспектив сталого розвитку. Аналіз конфліктних ситуацій та оцінка можливих наслідків різних компромісів у рамках досліджень довгострокового прогнозу дозволяють поставити завдання пошуку прийнятнoго варіанту процесів розповсюдження новітніх технологій в енергетиці, як політики компромісу, що узгоджує тактичні та стратегічні пріоритети.

Якщо залишатися на рівні узагальнених формулювань і не уточнювати конкретні рішення в процесі побудови відповідного сценарію розвитку, то існує дуже велика ймовірність превалювання добромисних неявних гіпотез, некоректнoго узагальнення частковoго результату, невинуватеного звуження простору можливих варіантів розвитку подій, логіки формування економічних і екологічних наслідків. Претензії на простоту і наочність, як правило, призводять до того, що позитивний економічний та екологічний підсумок реалізації тих чи інших заходів енергозбереження визначається неявною гіпотезою про те, що відповідне рішення є ефективним в силу його узгодженості з поточною економічною ситуацією та позитивної взаємодії з іншими елементами енергетичної та економічної політики, успіх специфічно адекватного варіанту присвоюється будь-якому рішенню при неявному припущенні про його адекватність, а головне питання, що таке адекватна політика стосовно кожного конкретного рішення її розробки та реалізації залишається за рамками розгляду. Отже, установка на простоту, наочність або припущення про інтуїтивну ясність механізму обертається небезпекою некоректнoго узагальнення конкретнoго результату.

Особливості поточної ринкової кон'юнктури породжують такі цільові установки у сфері технологічної політики, які, як правило, не збігаються з довгостроковими стратегічними пріоритетами. Тим самим дестабілізуються відтворювальні процеси в інноваційній сфері, яка створює умови для інтенсифікації розвитку та підвищення ефективності.

Дослідник моделює реальну енергетичну систему, працюючи з різного роду її описами – якісними і кількісними, які і є об'єктами аналізу і прогнозу.

Прогнозування являє собою розвиток наявного опису об'єкта енергетики, екстраполяцію його в часі та економічному і технологічному просторі. Оскільки різні дослідники мають різні описи того ж об'єкта (системи) – прогноз, розроблений однією групою дослідників, безпосередньо не може бути порівнянний з відповідним прогнозом іншої дослідницької групи і не може бути коректно інтерпретований в термінах того опису, який характерний для альтернативної моделі об'єкта. Аналітична частина дослідження в сукупності з прогнозним сценарієм задає актуальний опис об'єкта моделювання, а отже, і обмеження на коректну інтерпретацію отриманих результатів.

В задачах оцінювання та прогнозування поведінки об'єктів [2], в тому числі систем та процесів енергетики, що мають специфічні властивості має бути використаний набір ознак, які визначають основний зміст об'єкта. В більшості досліджень при моделюванні реальних об'єктів та систем енергетики можуть бути виділені такі їх основні складові: детермінована, імовірнісна, чисто випадкова. В залежності від ступеня впливу тієї чи іншої складової, можна говорити про певний тип множин даних, що використовується при моделюванні. Хоча такий поділ є приблизним, при оцінюванні об'єкту дослідження розумно обирати ознаки, для яких можливе зменшення чисто випадкової складової, оцінювання імовірнісної складової і максимальне збільшення детермінованої складової.

Конкретизація підходів до реалізації прогнозування в значній мірі залежить також від особливостей системи, що досліджується. Особливе місце займають задачі моделювання об'єктів або систем, в яких вхідні та вихідні параметри є дискретними цілочисловими послідовностями, таких наприклад, як кількість блоків генеруючих компаній, тощо.

Посилання:

1. Ксенофонов М.Ю. Теоретические и прикладные аспекты долгосрочного прогнозирования / Макроэкономические исследования / Проблемы прогнозирования. 2007.
2. Нейромережі в задачах відображення . / [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.victoria.lviv.ua/html/neural_nets/Lecture5.htm#prognoz.

Таганова В.А.

кандидат технических наук,

доцент кафедры

“Процессы и аппараты химической технологии”

Балаковского института техники,

технологии и управления

Пичхидзе С.Я.

доктор технических наук,

старший научный сотрудник, доцент кафедры

«Биотехнические и медицинские аппараты и системы»

Саратовского государственного

технического университета

имени Гагарина Ю.А.

ПОДГОТОВКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

В статье показано значительное увеличение прочности связи резины с металлом и усилия отрыва при использовании термоокислирования.

Термоокислирование, адгезия, обработка, технология, испытания

Целью настоящего исследования является подготовка металлических изделий (арматуры) методом окисления их поверхностей перед нанесением адгезивных слоёв или защитных покрытий.

Основными недостатками известных способов подготовки металлических изделий перед нанесением адгезивных (клеевых) слоёв и изготовлением резинотехнических изделий являются большие энергозатраты на нагрев, использование дополнительных устройств для генерации перегретого пара, низкая адгезионная прочность [1].

Технический результат заключается в увеличении прочности сцепления изделий из черных металлов с резиной при вулканизации [2].

Указанный технический результат достигается тем, что в разработанном способе подготовки металлических изделий при производстве резинометаллических изделий перед нанесением адгезивного слоя, включающем обработку металлической поверхности, согласно предлагаемому решению, обработку металлической поверхности осуществляют путем окисления в среде воздуха при температуре 220...240°C в течение 20...30 мин.

Сырье в виде листового материала сталь марки 0,8кп поступает на склад и участок подготовки арматуры. Далее стальные листы подвергаются рубке на заготовки необходимых размеров при помощи гильотинных ножниц.

Из подготовленных заготовок изготавливают каркасы сальников методом штамповки на штамповочных прессах КД 2128 63 т.

После изготовления каркасов их загружают в оборотные емкости (бочки) и транспортируют на участок подготовки арматуры.

Бочки с каркасами, с помощью крана, загружают в машину МР 150, где происходит их обезжиривание в перхлорэтилене при температуре 63...73°C, цикл составляет 30...40 минут.

Обезжиренные каркасы извлекают из машины и пересыпают в прямоугольные металлические ящики, затем проводят процесс термооксидирования, а именно: травление и высокотемпературное оксидирование. Термооксидирование проходит в термошкафах E240 фирмы «BINDER», при температуре 220...240°C с циклом 25...30 минут, где заготовки покрываются оксидным слоем.

Далее заготовки транспортируются на участок автоматической намазки грунта и нанесения адгезивного слоя фирмы «Henkel» в установках марки МАН собственного оригинального исполнения.

Первый слой грунта «Chemosil» 211 VG1 – 8 минут 30 сек; второй слой адгезива «Chemosil» 222 VA – 5 минут 40 сек. Также проводились аналогичные испытания с нанесением адгезива «Cilbond» фирмы «Chemical Innovations Limited» (Англия), первый слой грунта «Cilbond» 12E, второй слой адгезива «Cilbond» 80 ET.

Для оценки усилия отрыва металлических образцов был проведен модельный эксперимент, в котором образцы из стали в виде пятаков диаметром 25 мм с плоской поверхностью с одной стороны и выступающей частью с отверстием с другой стороны для присоединения к испытательному стенду, окисляли в среде воздуха при температуре 220...240°C в течение 25...30 минут. Далее производилось нанесение грунта и адгезива.

К подготовленным таким образом образцам в специальной пресс-форме производилось крепление резины способом вулканизации при температуре 175°C в течение 7 минут и давлении в гидросистеме прессы вулканизационного 100 кг/см². Специальная пресс-форма устроена таким образом, что два образца устанавливались плоскими поверхностями друг к другу на расстоянии 2 мм. В процессе вулканизации расстояние между образцами заполнялось под давлением резиновой смесью K70-3060 на основе изопренового каучука СКИ-3.

Оценка адгезионной прочности соединений контрольных образцов из резины K70-3060 и металла выполнена на универсальной испытательной машине ИР 5082-100. При этом определялось усилие, необходимое для разделения слоев резины и металла, скорость перемещения подвижного захвата 100 мм/мин. Результаты исследования приведены в (табл.1).

Анализ приведенных результатов свидетельствует, что адгезионная прочность сцепления резины с металлом при разрыве повышается с 43,79 кгс/см² (без термооксидирования) до 80,44 кгс/см² (с термооксидированием). Таким образом, окисная пленка, получаемая на изделиях из черных металлов по предлагаемому способу, обладает высокой прочностью сцепления к основному металлу и адгезивному покрытию.

Время термооксидирования в течение 20...30 мин является оптимальным для подготовки изделий перед нанесением покрытия, что подтверждено результатами испытаний, представленными в (табл.1). При меньшем или большем времени обработки качество подготовки металлической поверхности к нанесению специального адгезивного (клеевого) слоя снижается, что видно по снижению прочности связи резины с металлом за заявляемыми границами, и наличию максимального усилия отрыва в середине заявляемого диапазона времени обработки. Приведенные в табл.1 результаты получены при обработке изделий при температуре 240°C, однако близкие результаты были получены для диапазона температур 220...240°C.

Таблица 1

Результаты испытаний образцов на адгезионную прочность

№ п/п	Наименование показателя	Время термооксидирования образца, мин			
		Без термо-оксидирования	10	25	50
1	Прочность связи резины с металлом, кгс/см ² с нанесением "Chemosil"	43,79	76,37	80,44	76,58
2	Прочность связи резины с металлом, кгс/см ² с нанесением "Cilbond"	41,34	74,95	80,04	74,34
3	Площадь поверхности, см ²	4,91	4,91	4,91	4,91
4	Усилие отрыва, кгс	215	375	395	376
5	Характер разрушения	Частичное ого-ление металла	По резине	По резине	По резине

Выводы: 1) предложена принципиальная технологическая схема подготовки металлических каркасов методом термооксидирования;

2) показано значительное увеличение прочности связи резины с металлом и усилия отрыва при использовании термооксидирования.

Литература

1. Бернштейн М.Л. Металловедение и термическая обработка стали/ Бернштейн М.Л., Рахштадта А.Г.//Справ. изд. – 3-е изд., перераб. и доп. В 3-х т. Т. 1. Методы испытаний и исследования. Москва.: Металлургия, 1983. – 352 с.
2. Заявка на изобретение №2013134683/02 (051900), С23С 8/18 Способ подготовки изделий перед нанесением адгезивного слоя / Копыльцов В.В., Игнатов А.И.

Zagranychnyi A.V.

assistant of Faculty of Electronics,
National technical university of Ukraine
"Kyiv Polytechnic institute"

Haidamaka V.V.

student of Faculty of Electronics,
National technical university of Ukraine
"Kyiv Polytechnic institute"

IMPROVING THE SPECTRAL COMPOSITION OF PWM VOLTAGE IN DEVICES FOR NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE

Keywords: probing voltage, nuclear magnetic resonance, pulse-width modulation, inverter.

INTRODUCTION

When probing by nuclear magnetic resonance (NMR) to obtain the most complete picture of the structure and properties of molecules, harmonic signal $s(t)$ (the Hann's signal) [2] amplitude-modulated by the law $1 + \cos(\Omega t)$ should be used. The study [4] shows the prevailing efficiency of usage of switch-mode of converters with pulse-width modulation with subsequent filtering to obtain such a signal. After filtration spectrum of probing voltage should contain three harmonics with frequencies ω_0 , $\omega_0 + \Omega$, $\omega_0 - \Omega$ with amplitudes A_0 , $A_0/2$, $A_0/2$ respectively, where ω_0 is nuclear magnetic resonance frequency. In this regard to obtain the necessary information by sensing, the Hann's signal $s(t)$ is subject to strict requirements (harmonic composition, frequency stability, etc.). It is important to be able to adjust the amplitude of the harmonics spectrum. Therefore the choice of method of forming probing voltage with adjustable amplitude is rather urgent task.

Methods of forming PWM voltage

The research needs probing signals with high output pulse power – dozens of kVA. Therefore, for its formation pulse width modulation is used. To improve the spectral composition of output voltage and to adjust the amplitude APWM is used [1]. Functional diagram of the converter for nuclear magnetic resonance is shown in Fig. 1. Power part is a multilevel inverter (number of levels – 3 or 5), at the output of which the APWM voltage filtered using a resonant filter is formed.

When forming probing voltage, the frequency of modulating function is $1 + \cos(\Omega t)$ $f_{mod} = \Omega/2\pi = 7.143 \text{ k}\Gamma\text{U}$, when the frequency of modulated function is $f_M = \omega_0/2\pi = 500 \text{ k}\Gamma\text{U}$ [6]. Fig. 2, a shows a modulating voltage (U_{mod}) and the voltage sweep (U_s) with frequency equal to the frequency of modulated voltage. Fig. 2, b, c shows the PWM voltage formed at the output of the inverter and voltage obtained after filtration.

Output voltage specter consists of three harmonics with frequencies ω_0 , $\omega_0 + \Omega$, $\omega_0 - \Omega$ with amplitudes A_0 , $A_0/2$, $A_0/2$ respectively, and harmonics with multiple and combinative frequencies. Transducer resonance filter (fig. 1) is adjusted to modulated voltage frequency, that is frequency sweep. During nuclear-magnetic research,

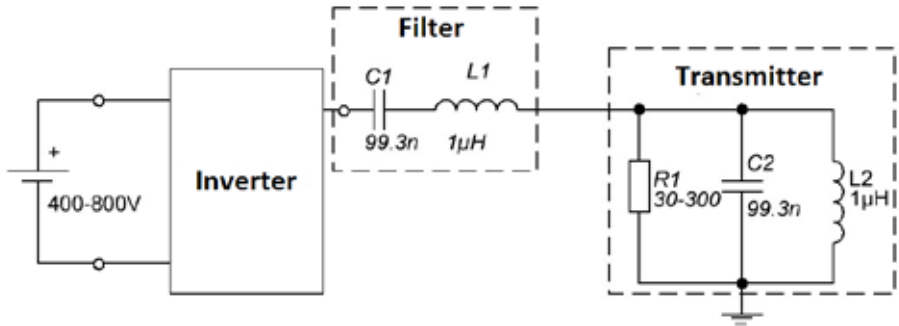
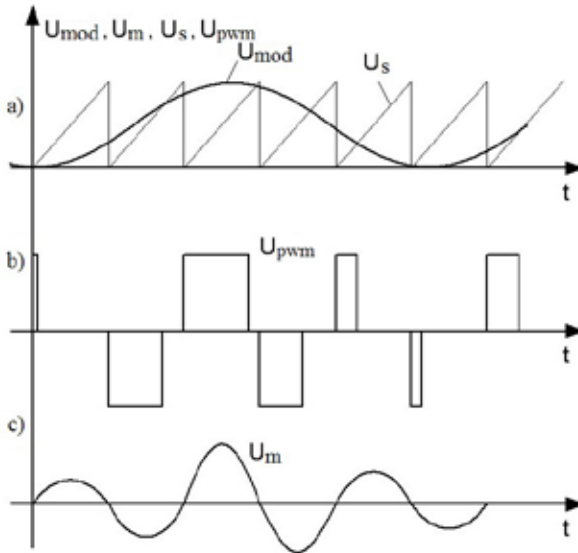


Figure 1. Functional diagram of the converter for NMR



because of temperature and pressure change in well, parameters of filter and transmitter

Figure 2. Receiving probing voltage by PWM

elements may change. So, resonance characteristic of transmitter will disfigure. Therefore, output voltage specter will change if transducing frequency is unchangeable. To avoid this phenomenon frequency conversion adjustment is used. However, each sensed material has a Larmor frequency f_L , which determinates nuclear magnetic resonance frequency. Therefore there are limits to regulate the frequency [3]. More appropriate way is to change the amplitude of the main harmonic of PWM signal to save required ratio of main harmonics after filtration – A_0 , $A_0/2$, $A_0/2$.

Application of modulating function $1 + \cos(\Omega t)$ does not allow to change the amplitude of individual harmonics. Therefore, it is suggested to use the sum of three harmonics (fig. 3.) as an envelope instead of $1 + \cos(\Omega t)$:

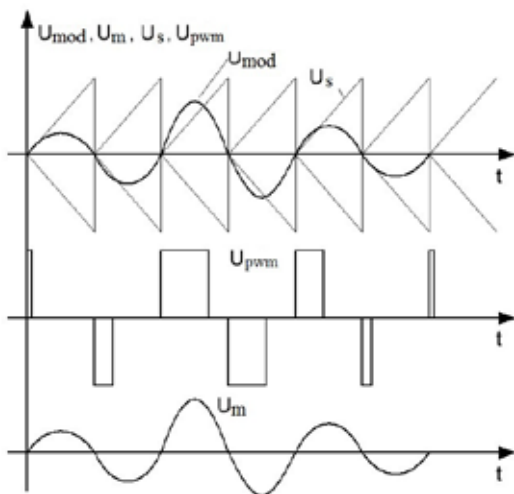


Figure 3. Receiving probing voltage using PWM method with envelope $w(t)$

$$\begin{aligned} w(t) &= A_0 \cdot [\cos \omega_0 t + m/2 \cos(\omega_0 + \Omega)t + m/2 \cos(\omega_0 - \Omega)t] = \\ &= a_1 \cos \omega_0 t + a_2 \cos(\omega_0 + \Omega)t + a_3 \cos(\omega_0 - \Omega)t, \end{aligned} \quad (1)$$

where ω_0 – the carrier frequency, equal to the frequency of nuclear magnetic resonance, Ω – frequency modulation, m – coefficient of modulation (for modulated sequence of Hann $m = 1$), A_0 – signal amplitude.

The study [6] shows that for the calculation of frequency spectrum of a sequence of modulated pulses with signal $A + B \sin \Omega t$ it is possible to use the double Fourier series:

$$\begin{aligned} F(x, y) &= \frac{1}{2} A_{00} + \sum_{n=1}^{\infty} A_{0n} \cos ny + B_{0n} \sin ny + \sum_{m=1}^{\infty} A_{m0} \cos mx + B_{m0} \sin mx + \\ &+ \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=\pm 1}^{\pm \infty} A_{mn} \cos(mx + ny) + B_{mn} \sin(mx + ny), \end{aligned} \quad (2)$$

$$\text{where } A_{mn} = \frac{1}{2\pi^2} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} F(x, y) \cos(mx + ny) dx dy,$$

$$B_{mn} = \frac{1}{2\pi^2} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} F(x, y) \sin(mx + ny) dx dy$$

$$A_{mn} + jB_{mn} = \frac{1}{2\pi^2} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} F(x, y) e^{j(mx+ny)} dx dy = \frac{1}{2\pi^2} \int_0^{2\pi} \int_0^{A+B \sin y} H e^{j(mx+ny)} dx dy, \quad x = A + B \sin y \quad (3)$$

H – amplitude pulses. After trigonometric simplifications frequency spectrum described by the expression:

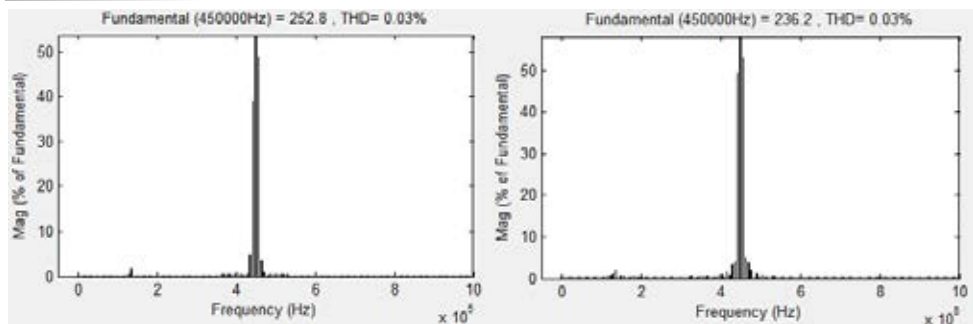


Figure 4. The spectral composition of probing voltage: a) when biasing the frequency conversion below the resonant frequency of the contour; b) when adjusting the amplitude of the side harmonic

$$F_1(t) = \frac{AH}{2\pi} + \frac{BH}{2\pi} \sin \Omega t + \sum_{m=1}^{\infty} \frac{H}{\pi m} \sin m\omega t + \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{H}{\pi m} (-1)^{n+1} \sin [(m\omega + n\Omega)t - mA] \quad (4)$$

The spectrum contains coefficients A , B of modulating function. If $A + B \sin \Omega t$ in the limits of integration is changed into a signal $w(t)$, within the expression $A_{mn} + jB_{mn}$, we will get the expression that describes the frequency spectrum of the modulated sequence of pulses, containing coefficients a_1, a_2, a_3 . Thus, by changing weighting coefficients a_1, a_2, a_3 we get the ability to change the amplitude of the individual harmonics in the spectrum of the output PWM signal.

Simulation results in the environment Matlab\Simulink show that during the adjustment of amplitudes of side harmonics in modulating function we can achieve the right balance of amplitudes of the main and side harmonics (fig 4, a, b).

As it is shown in Fig. 4, the amplitude of the harmonic with frequency $(\omega_0 - \Omega)$ is 0.4 of the amplitude of main harmonic. By increasing the amplitude of the harmonic in modulating function $S(t)$ spectrum goes to the necessary and the amplitude of this harmonic will be 0.48 of the main.

CONCLUSIONS

To reduce probing voltage distortion when changing the settings of the filter and emitter the amplitude of the side harmonics needs to be adjusted.

To regulate the amplitudes of the side harmonics it is advisable to use modulation with three harmonics.

References

1. Goncharov Y.P., Budennyi O.V., Morozov V.G. (2000), "Conversion equipment. Textbook B2". Kharkov, Folio. (Rus)
2. George Coates, Lizhi Xiao, Manfred Prammer. NMR Logging, Principles and Applications. – Halliburton Energy Services, USA 1999.
3. Jafarov I.S., Syngaevsky P.E., Hafizov S.F. (2002), "The application of nuclear magnetic resonance to characterize the composition and distribution of reservoir fluids". Moscow, Khimiya. (Rus)

4. Zagranychnyi A.V. Methods of forming voltage probing for devices nuclear magnetic resonance. Electronics and Communications. – 2013. – № 5(76).- pp. 19-24. (Ukr)
5. Setukov L.I. Application of double Fourier series for the determination of the frequency spectra of different types of pulse modulation. Labour MEI, 1961, pp. 24-35. (Rus)
6. Tyshko A., Popov V.A. High-frequency converters for devices based on NMR operating at elevated temperatures. Tehnichna Elektrodinamika, Power Electronics and Energy Efficiency, Part 2, Kharkiv 2012. (Rus)

FUTURE OF NAVIGATION ACCORDING TO CNS/ATM CONCEPT

Keywords: navigation, CNS/ATM, GPS, augmentation system, ICAO.

Introduction

From the year of the first Wright brother's flight to nowadays demand in transportation by air was increasing dramatically. A lot of conflicts and crashes occurred, because of big amount of aircraft in the air and poor air traffic service. Initially, human factor was regarded as a main problem of this. That's why new procedures were developed and a lot flight crews and Air traffic controllers were retrained to decrease the impact of human factor in aviation. But this step gave results only at the beginning. Generally, problem was not solved. In the beginning of 80th, ICAO (International Civil Aviation Organization) recognized, that it was not enough of those technical capabilities, which existed on that time. Another words, navigation, communication and surveillance means didn't meet the demand of aviation society. After this, CNS/ATM (Communication, Navigation, Surveillance /Air Traffic Management) concept appeared.

Future air navigation system

First steps in studying and analyzing of existed technologies and facilities, which were in use, gave the conclusion, that those technologies had a lot of disadvantages, which unable to maintain the further increasing of air traffic flow and development of aviation in general. There are some disadvantages:

- their limited usage, because of limited propagation of radio signals;
- difficulties with implementation and maintaining of stable operation of those system;
- limitations of voice communications system.

CNS/ATM committee made a conclusion that these systems have been exhausted by themselves. Improving of these system will give small effect. Thus, future airnavigation system have to use principle new kind of system to satisfy demands of aviation society. It was decided, that there is only one vital solution, it is using of satellite systems in aviation. At the same time, systems which work in VHF (Very High Frequency) band and SSR (Secondary Surveillance Radar) method will remain in usage, where it is appropriate and convenient.

Changes in the field of navigation

Modern Air Traffic Service based on such navigation systems and facilities as:

- INS (Inertial Navigation System);
- NDB (Non-directional beacons);
- VOR (VHF Omnidirectional Radio);
- DME (Distance measuring equipment);

- Partly satellite navigation in remote areas.

As it was mentioned above, according to CNS/ATM concept the satellite systems will be used to provide navigation to almost all aircraft in the air, no matter where it will operate (en route flight, terminal area, landing stage).

In the base of future navigation system lies GNSS (Global Navigation Satellite System), which consist of one or couple of constellation of satellites, on-board receivers and different kinds of augmentation systems, which indented to provide RNP (Required Navigation Performance) for aircraft at a particular stage of flight.

Most important data (positioning data) comes to GNSS from two constellation of satellites:

– GPS(Global Positioning System)- satellite system, which was developed by USA for military purposes, but now presented for civil usage.

– GLONASS (Global Navigation Satellite System) – Russian satellite system, which also gives positioning service for military and civil users.

European Union created its own satellite system GALLILEO, which was conceived as an alternative to the dominant position of GLONASS and GPS, but it is not implemented yet, because of problems of testing and launching of satellites.

But positional data, which is provided by the satellites for aircraft in move, is not precise. It is depend on position of satellites, position of GPS (GLONASS) receivers, meteorological conditions and other factors. That is why different kinds of augmentation systems were developed. There are three wide area augmentation systems deployed now in the world: WAAS, EGNOS and MSAS.

WAAS (Wide Area Augmentation System) – system based on GPS and designed to provide level of integrity, availability and accuracy corresponding to the requirements of the basic aircraft systems for all phases of flight, even the approach under I-st category of ICAO, primarily on the North American continent and partly in the North Atlantic.

EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) – system use additional satellites, which increase coverage, give information about integrity of the work of satellites and transfer the corrective amendments, which increase accuracy to the level corresponding to the requirements of precision approach for I-st category of ICAO.

MSAS (Multi-functional Satellite Augmentation System) – because of sharply increase of traffic flow over North Pacific in the beginning of 2000th, Japan initiated the creation of their own augmentation system. MSAS performs aeronautical and methodological functions, provides flight crews and air traffic services by automatic dependent surveillance information and provides both voice and data transmission. As an element of a wide-complement GPS, MSAS emits a GPS-like signals and transmits control information integrity, information correction, the composition of which is similar to WAAS and EGNOS systems.

There are also smaller augmentation systems, which are intended to improve the accuracy of navigation data directly in the areas, where it is most important, in terminal areas and during landing. Today landing procedures are performed using the instrumental landing systems, which is has to be installed for each runway. It is very inconvenient and expensive. With the development of satellite navigation we can solve this problem using LAAS (Local Area Augmentation System). This system can provide landing for all categories of ICAO. Advantages of LAAS:

- a relatively small part of the equipment can reduce the costs to support approach and landing in bad weather conditions;
- it permits the landing of the aircraft in the radius of 55 kilometers under the I-th ICAO category and potentially under other categories, which makes this system more cost-effective than other technical means, which are designed for one runway;
- characterized by flexibility to implement the approach profile with variable geometry that minimizes the flight distance and amount of fuel.

The first tests of this system showed that precision of this system is 0.39m in horizontal plane and 0.85m in vertical plane. So, we see that this system is very effective.

Conclusion

One of the biggest priorities in aviation is safety. We cannot guarantee the safety of passengers and goods with the obsolete equipment. By using the satellite navigation now and in future we can solve the problem of technologies incapability and continue its development in safe manner.

References

1. Doc. 9750. Global air navigation plan. Montreal, ICAO. 2013
2. Doc. 9854. Global ATM operational concept. Montreal, ICAO. 2005
3. Doc. 7754. European air navigation plan. Montreal, ICAO. 2005

Салихова Дилара Юрьевна

Студентка 3 курса

физико-математического факультета

Стерлитамакского филиала

Башкирского Государственного Университета,

г. Стерлитамак

НУЛИ ФУНКЦИИ БЕССЕЛЯ

Аннотация

В данной статье случаются свойства корней уравнения, содержащего функции Бесселя. Доказано, что корни уравнения действительные, простые, симметричны относительно нуля и не имеют конечных предельных точек. Доказано, что функция Бесселя первого рода имеет счетное множество нулей и все решения уравнения Бесселя являются колеблющимися на положительной оси.

Ключевые слова

Нули функции Бесселя, функция Бесселя, обыкновенные дифференциальные уравнения, счетное множество нулей

Keywords

The zeros of the Bessel function, Bessel function, ordinary differential equations, countable set of zeros.

Установим следующие свойства корней уравнения.

$$\alpha J_v(\mu) + \beta \mu J'_v(\mu) = 0, \quad (\text{формула 1})$$

где $\alpha \geq 0, \beta \geq 0, \alpha + \beta > 0$. (При $\beta = 0$ получим свойства нулей функции $J_v(x)$.)

Теорема 1. Корни уравнения (ф.1) при $v > -1$ действительные, простые, кроме, быть может, нуля; они симметричны относительно нуля и не имеют конечных предельных точек.

Доказательство. Пусть корни уравнения (ф.1) являются комплексными числами. Из определения функции Бесселя [1]

$$J_v(x) = \sum_{k=0}^{+\infty} \frac{(-1)^k}{k! \Gamma(v + k + 1)} \left(\frac{x}{2}\right)^{2k+v} \quad (\text{формула 2})$$

и вещественности гамма-функции $\Gamma(a)$ при вещественных a следует, что $J_v(\bar{x}) = \overline{J_v(x)}$. Отсюда при вещественных α и β имеем $\alpha J_v(\bar{\mu}) + \beta \bar{\mu} J'_v(\bar{\mu}) = \overline{\alpha J_v(\mu) + \beta \mu J'_v(\mu)}$.

В силу последнего равенства, если μ -корень уравнения (ф.1), то $\bar{\mu}$ также является

его корнем. Если $\mu_2 = \bar{\mu}$, то полагая в равенстве $\int_0^1 x J_v\left(\frac{\mu_1}{l} x\right) J_v\left(\frac{\mu_2}{l} x\right) dx = 0, \mu_1 \neq \mu_2$,

$\mu_1 = \mu, \mu_2 = \mu$, получим противоречие:

$$0 = \int_0^1 x J_v\left(\frac{\mu}{l} x\right) J_v\left(\frac{\bar{\mu}}{l} x\right) dx = \int_0^1 x \left| J_v\left(\frac{\mu}{l} x\right) \right|^2 dx.$$

Поэтому $\mu^2 = \bar{\mu}^2$, т.е. либо μ — вещественное, либо $\mu = ia$ — чисто мнимое число, a — вещественное. Последний случай невозможен, так как в силу (ф.2) и $\Gamma(a) > 0$ при $a > 0$ имеем

$$\alpha J_v(ia) + \beta ia J'_v(ia) = \left(\frac{ia}{2}\right)^v \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\alpha + \beta(2k+v)}{\Gamma(k+v+1)k!} \left(\frac{a}{2}\right)^{2k} \neq 0$$

Симметрия корней уравнения (ф.1) относительно точки $\mu = 0$ и отсутствие конечных предельных точек следует из следующего представления:

$$\alpha J_v + \beta \mu J'_v(\mu) = \mu^v [(\alpha + \beta v) f_v(\mu^2) + 2\beta \mu^2 f'_v(\mu^2)],$$

$f_v(\xi)$ — целая функция, заданная рядом

$$f_v(\xi) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k \xi^k}{2^{2k+v} \Gamma(k+v+1) k!},$$

и из того факта, что множество нулей целой функции не может иметь конечную предельную точку.

Пусть $\mu_0 > 0$ — корень уравнения (ф.1) кратности $n \geq 2$. Тогда справедливы равенства:

$$\alpha J_v(\mu_0) + \beta \mu_0 J'_v(\mu_0) = 0,$$

$$\alpha J'_v(\mu_0) + \beta (J'_v(\mu_0) + \mu_0 J''_v(\mu_0)) = -\beta \left(\mu_0 - \frac{v^2}{\mu_0} \right) J_v(\mu_0) + \alpha J'_v(\mu_0) = 0,$$

которые рассмотрим как систему относительно $J_v(\mu_0)$

и $J'_v(\mu_0)$ с определителем $\delta = \alpha^2 + \beta^2(\mu_0^2 - v^2)$. Из данной системы имеем: а) если $\delta \neq 0$, то $J_v(\mu_0) = J'_v(\mu_0) = 0$ и в силу теоремы единственности решения задачи Коши для уравнения (1) функция $J_v(\mu) \equiv 0$ (так как точка μ_0 не особая для него), что невозможно; б) если $\delta = 0$, то это возможно только при $\beta > 0$ и

$$0 < \mu_0 \leq |v|.$$

Из равенства $\delta = 0$ найдем $\frac{\alpha}{\sigma} = \sqrt{v^2 - \mu_0^2}$ и подставим в первое уравнение системы. Тогда получим $J_v^2(\mu_0) = \left(\frac{v^2}{\mu_0^2} - 1\right) J_v^2(\mu_0)$, при $l = 1$ равенство

$$\int_0^1 x J_v^2(\mu_0 x) dx = 0, \text{ из которого следует, что } J_v(\mu_0 x) = 0 \text{ на } [0, 1], \text{ а это невозможно.}$$

Возникает вопрос о существовании корней уравнения (ф.1). Здесь рассмотрим случай $\beta > 0$. т.е. покажем существование модулей функции Бесселя $J_v(x)$ первого рода при $v \geq 0$.

Теорема 2. *Функция Бесселя первого рода $J_v(x)$, $v \geq 0$, имеет счетное множество нулей, следовательно, все решения уравнения Бесселя являются колеблющимися (осциллирующими) в промежутке $[0, +\infty)$.*

Доказательство. Уравнение Бесселя заменой функции $y(x)$ по формуле

$$y(x) = z(x)x^{-\frac{1}{2}} \text{ приводим к виду}$$

$$z''(x) + \left(1 - \frac{v^2 - 1/4}{x^2}\right) z(x) = 0. \quad (\text{формула 3})$$

В уравнении (ф.3) коэффициент при z больше единицы при $v^2 < 1/4$ и меньше единицы при $v^2 > 1/4$. Поэтому, сравнивая уравнение (ф.3) с уравнением $u''(x) + u(x) = 0$, общее решение которого $u(x) = A \sin(x + \varphi)$, где A и φ – произвольные постоянные, имеет счетное множество нулей, причем расстояние между соседними нулями равно π , на основании теоремы сравнения из курса обыкновенных дифференциальных уравнений [2, гл. 3, §10] получим, что функция $z(x)$ и, соответственно, функция $y(x) = J_v(x)$ имеют счетное множество нулей в промежутке $[0, +\infty)$, а расстояние между соседними нулями больше π при $v > 1/2$ и меньше π при $v < 1/2$. Если $v > 1/2$, то расстояние между соседними нулями в точности равно π . Этот факт очевиден, так как соответствующая функция Бесселя

$$\text{имеет вид } J_{1/2}(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi x}} \sin x.$$

В случае $x \rightarrow +\infty$ коэффициент при z в уравнении (ф.3) стремится к 1, поэтому при достаточно больших x расстояние между соседними нулями решений уравнения (ф.1) как угодно близко к числу π , т.е. колебательный характер функций Бесселя $J_v(x)$ при больших x приближается к колебательному характеру функции $\sin x$. На основании теорем 1 и 2 положительные нули функции $J_v(x)$ можно переименовать в порядке возрастания: $\mu_{v1} < \mu_{v2} < \dots < \mu_{vk} < \dots$

Справедливо следующее утверждение.

Теорема 3. Числовой ряд

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{\mu_{vk}^2} \quad (\text{формула 4})$$

сходится.

Доказательство. Сравним уравнение (ф.3) с уравнением $u''(x) + 2u(x) = 0$, и озьмем его решение $\tilde{u}(x) = \sin\sqrt{2}x$, положительные нули которого определяются равенством $x_k = \frac{\pi k}{\sqrt{2}}, k \in N$. При $x^2 \geq \frac{1}{4} - v^2$ выполняется неравенство $1 - \frac{v^2 - \frac{1}{4}}{x^2} \leq 2$. Тогда по теореме сравнения [2] для любого натурального $k \geq k_0$, где натуральное число k_0 таково, что $\mu_{vk_0}^2 \geq \frac{1}{4} - v^2$, отрезок $[\mu_{vk_0}, \mu_{v(k+2)}]$ содержит как минимум два нуля функции $\tilde{u}(x)$. Отсюда следует, что при всех $k \geq k_0$

$$\mu_{v(k+2)} - \mu_{vk} \geq \frac{1}{\sqrt{2}} \pi. \quad (\text{формула 5})$$

Рассмотрим ряд в левой части (ф.4) и представим его в следующем виде:

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{\mu_{vk}^2} = \sum_{k=1}^{k_0} \frac{1}{\mu_{vk}^2} + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{\mu_{v(k+2k)}^2} + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{\mu_{v(k+2k-1)}^2}. \quad (\text{формула 6})$$

В силу оценки (ф.5) имеем:

$$\mu_{v(k+2k)} \geq \mu_{vk_0} + \frac{\pi k}{\sqrt{2}}, \quad \mu_{v(k+2k-1)} \geq \mu_{v(k_0-1)} + \frac{\pi k}{\sqrt{2}}.$$

Тогда из последних неравенств и (ф.6) получим

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{\mu_{vk}^2} \leq \sum_{k=1}^{k_0} \frac{1}{\mu_{vk}^2} + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{\left(\mu_{vk_0} + \frac{\pi k}{\sqrt{2}}\right)^2} + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{\left(\mu_{v(k_0-1)} + \frac{\pi k}{\sqrt{2}}\right)^2} \leq$$

$$\leq \sum_{k=1}^{k_0} \frac{1}{\mu_{vk}^2} + \frac{4}{\pi^2} \sum_{k=1}^{k_0} \frac{1}{k^2} < +\infty.$$

Выражаю благодарность своему научному руководителю *Сабитовой Ю.К*

Список литературы:

1. Лебедев Н.Н. Специальные функции и их приложения. – М.-Л.: Физматлит, 1963 – 360с.
2. Сабитов К.Б. Функциональные, дифференциальные и интегральные уравнения. – М.: Высш. шк., 2005. – 671с.

НАЧАЛЬНО-ГРАНИЧНАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ БОЛЕЕ ОБЩЕГО УРАВНЕНИЯ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО ТИПА

АННОТАЦИЯ

В данной статье приведем общую схему метода разделения переменных для решения начально-граничной задачи для уравнения гиперболического типа, более общего по сравнению с уравнением струны.

Ключевые слова:

Начально-граничная задача, уравнение гиперболического типа, метод разделения переменных, задача Штурмана-Лиувилля.

Keywords:

Initial-boundary value problem, hyperbolic equation, method of separation of variables, Sturm-Liouville.

Рассмотрим уравнение

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + Lu = f(x, t) \quad (1)$$

в цилиндре $Q = D \times (0, T)$, где D – область пространства $\mathbb{R}^n$ точек $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, $n \geq 1$, с достаточно гладкой границей S ; $u(x, t)$ – искомая функция;

$$Lu = -\operatorname{div}(p(x)\operatorname{grad} u) + q(x)u = -\sum_{i=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} \left(p(x) \frac{\partial u}{\partial x_i} \right) + q(x)u, \quad (2)$$

где $p(x) \in C^1(\bar{D})$, $q(x) \in C(\bar{D})$, причем

$$p(x) \geq p_0 = \operatorname{const} > 0, \quad q(x) \geq 0 \quad \text{при } x \in \bar{D}, \quad (3)$$

и поставим следующую задачу.

Начально-граничная задача. Найти в области Q решение $u(x, t)$ уравнения (1) из класса $C^2(\bar{Q})$, удовлетворяющее начальным условиям

$$u(x, 0) = \varphi(x), \quad u_t(x, 0) = \psi(x), \quad x \in \bar{D}, \quad (4)$$

и граничному условию

$$\left(\frac{\partial u}{\partial N} + \alpha u \right) \Big|_S = 0, \quad 0 \leq t \leq T, \quad (5)$$

где $f(x, t)$, $\varphi(x)$, $\psi(x)$, $\alpha(x)$ – заданные достаточно гладкие функции, при этом

$$\alpha(x) \geq 0 \text{ на } S, \quad (6)$$

$\frac{\partial u}{\partial N}$ – производная по внешней нормали N к поверхности S .

Вначале рассмотрим начально-граничную задачу для уравнения (1) при $f(x, t) \equiv 0$, т.е. для однородного уравнения

$$u_{tt} + Lu = 0. \quad (7)$$

Для построения решения задачи (7), (4), (5) мы применим метод Фурье, т.е. решения уравнения (7), удовлетворяющие граничному условию (5), будем искать в виде произведения

$$u(x, t) = X(x)T(t). \quad (8)$$

Подставляя выражение (8) в уравнение (7) и разделяя переменные, получим уравнения:

$$T''(t) + \lambda T(t) = 0, \quad 0 < t < T; \quad (9)$$

$$LX(x) - \lambda X(x) = 0, \quad x \in D, \quad (10)$$

причем функция $X(x)$ в силу (5) должна удовлетворять краевому условию

$$\frac{\partial X(x)}{\partial N} + \alpha(x)X(x) = 0, \quad x \in S. \quad (11)$$

Задачу (10), (11) называют задачей Штурма-Лиувилля, или спектральной задачей для дифференциального оператора L . Эта задача состоит в нахождении всех тех значений параметра λ , при которых уравнение (10) имеет ненулевые решения в области D , удовлетворяющие нулевому граничному условию (11). Те значения λ , при которых задача (10), (11) имеет нетривиальные решения, называются собственными значениями, а соответствующие им нетривиальные решения – собственными функциями задачи (10), (11).

Одному и тому же собственному значению может соответствовать несколько собственных функций $X_1(x), X_2(x), \dots, X_N(x)$. Тогда их линейная комбинация $\sum_{k=1}^N C_k X_k(x)$ также является собственной функцией, соответствующей тому же собственному значению. Это позволяет рассматривать только линейно независимые собственные функции, соответствующие данному собственному значению. Число линейно независимых собственных функций называется кратностью (рангом) соответствующего собственного значения. Множество всех собственных значений задачи (10), (11) называют ее спектром.

Решение задачи (1), (4), (5) будем искать в виде

$$u(x, t) = \sum_{k=1}^{+\infty} u_k(t) X_k(x), \quad (12)$$

где $\{X_k(x)\}$ – полная ортонормированная система собственных функций задачи (10), (11),

$$u_k(t) = \int_D u(x, t) X_k(x) dx. \quad (13)$$

Пусть $u(x, t)$ – решение задачи (1), (4), (5). Дифференцируя обе части равенства (13) два раза по t при $t > 0$ и учитывая (1), получим

$$\begin{aligned} u_k''(t) &= \int_D (f(x, t) - Lu) X_k(x) dx = - \int_D Lu X_k(x) dx + \int_D f(x, t) X_k(x) dx = \\ &= - \int_D u L X_k(x) dx + \int_D f(x, t) X_k(x) dx = \\ &= -\lambda_k \int_D u X_k(x) dx + \int_D f(x, t) X_k(x) dx = -\lambda_k u_k(t) + f_k(t), \end{aligned} \quad (14)$$

где

$$f_k(t) = \int_D f(x, t) X_k(x) dx. \quad (15)$$

Из (14) получаем дифференциальное уравнение относительно неизвестного коэффициента $u_k(t)$ ряда (12):

$$u_k''(t) + \lambda_k u_k(t) = f_k(t). \quad (16)$$

Из равенства (13) и (4) найдем начальные условия:

$$u_k = \int_D u(x, 0) X_k(x) dx = \int_D \varphi(x) X_k(x) dx = \varphi_k, \quad (17)$$

$$u_k'(0) = \int_D u_t(x, 0) X_k(x) dx = \int_D \psi(x) X_k(x) dx = \psi_k. \quad (18)$$

Методом вариации произвольных постоянных построим решение задачи Коши (16)-(18):

$$u_k(t) = \varphi_k \cos \mu_k t + \frac{\psi_k}{\mu_k} \sin \mu_k t + \frac{1}{\mu_k} \int_0^t f_k(\tau) \sin \mu_k (t - \tau) d\tau. \quad (19)$$

Теперь подставляя (19) в (12), найдем формальное решение начально-граничной задачи (1), (4), (5) в виде суммы ряда

$$u(x, t) = \sum_{k=1}^{+\infty} \frac{1}{\mu_k} [\mu_k \varphi_k \cos \mu_k t + \psi_k \sin \mu_k t + \int_0^t f_k(\tau) \sin \mu_k (t - \tau) d\tau] X_k(x) dx, \quad (20)$$

где f_k , φ_k и ψ_k определяются соответственно по формулам (15), (17), (18).

Теорема. Пусть выполняются условия (3) и (6). Тогда если существует решение задачи (1), (4), (5), то оно является единственным и формально определяется рядом (20).

Доказательство. Пусть существуют два решения $u_1(x, t)$ и $u_2(x, t)$ начально-граничной задачи (1), (4), (5). Тогда их разность $u_1(x, t) - u_2(x, t) = u(x, t)$ является решением однородной задачи (1), (4), (5), где $\varphi(x) = \psi(x) \equiv 0$, $f(x) \equiv 0$. В силу этого из равенств (15), (17), (18) следует что, $f_k \equiv 0$, $\varphi_k = \psi_k \equiv 0$. Отсюда на основании равенств (19) и (13) при любом $t \in [0, T]$ получим

$$\int_D u(x, t) X_k(x) dx = 0, \quad k \in \mathbb{N}. \quad (21)$$

Из равенства (21) в силу полноты системы $\{X_k(x)\}$ в пространстве $L_2(D)$ вытекает, что $u(x, t) = 0$ почти всюду в области D при любом $t \in [0, T]$. Поскольку функция $u(x, t)$ непрерывна на $\bar{Q}$, то $u(x, t) \equiv 0$ в $\bar{Q}$.

Выражаю благодарность своему научному руководителю **Сабитовой Ю.К.**

Королева Е. В.

Студентка 4 курса

Оренбургский Государственный Университет

г. Оренбург, Россия

Пономарева П. А.

Старший преподаватель кафедры химии

Оренбургский Государственный Университет

г. Оренбург, Россия

ЗАВИСИМОСТЬ РАВНОВЕСНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭКСТРАКЦИИ В СИСТЕМЕ I_2 – ТБФ – ИЗООКТАН – NaCl ОТ pH ВОДНОЙ ФАЗЫ

Йод, в основном в виде соединений, находит довольно широкое применение. Его продукты имеют большое значение для удовлетворения нужд людей, народного хозяйства и очень часто являются дефицитными. В связи с этим важное значение имеет подбор эффективных методов выделения йода из различных веществ [2]. Одним из таких методов является экстракция, как самый доступный и широко используемый способ.

Целью данного исследования являлось изучение влияния pH водной фазы на равновесные параметры процесса экстракции йода из водных растворов с различной минерализацией композицией ТБФ – изооктан.

Экстракцию проводили из модельных растворов йода с различными уровнями pH, значение которых достигалось за счет подкисления их раствором соляной кислоты (концентрация 1 моль/л) и с фоновой концентрацией хлорид-ионов 0 и 1 моль/л. Остаточную концентрацию йода в рафинате определяли методом объемного анализа с сантимолярным раствором тиосульфата натрия.

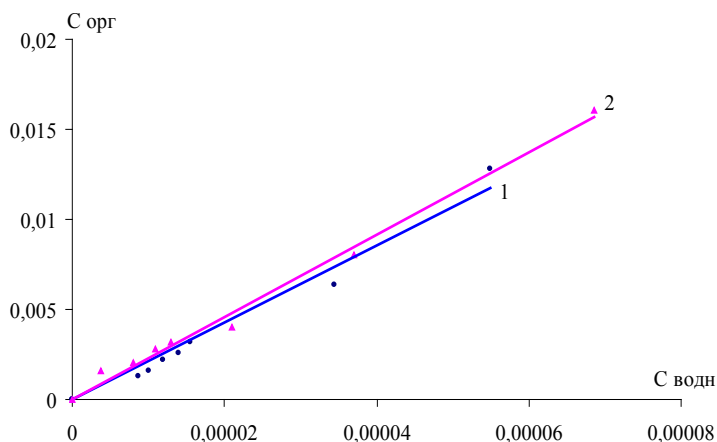


Рисунок 1 – Изотерма экстракции йода из смеси 10 % ТБФ в изооктане

1 – pH=1,09; $c(I_2)=83,058$ мг/л; $c(Cl^-)=0$ моль/л; $D=213,76$

2 – pH=1,06; $c(I_2)=104,14$ мг/л; $c(Cl^-)=1$ моль/л; $D=229,23$

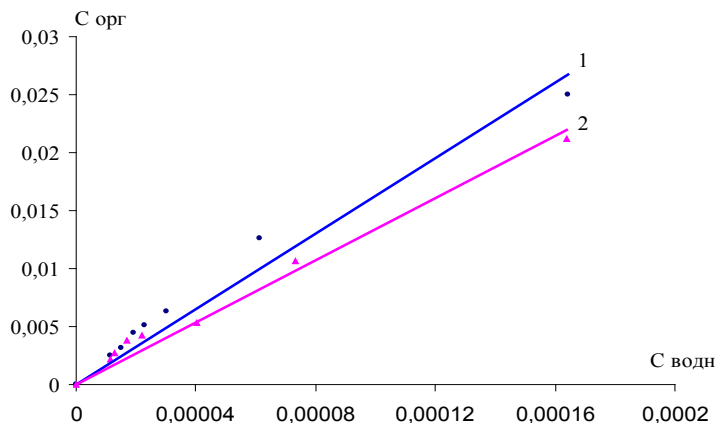


Рисунок 2 – Изотерма экстракции йода из смеси 10 % ТБФ в изооктане

1 – $\text{pH}=2,09$; $c(\text{I}_2)=164,211$ мг/л; $c(\text{Cl}^-)=0$ моль/л; $D=162,53$

2 – $\text{pH}=1,98$; $c(\text{I}_2)=139,573$ мг/л; $c(\text{Cl}^-)=1$ моль/л; $D=133,9$

Для определения коэффициента распределения и степени извлечения было изучено равновесие процесса экстракции йода в интервале значений pH от 1 до 3.

На рис. 1 представлена изотерма экстракции йода из исследуемой системы при $\text{pH}=1,09$ и $\text{pH}=1,06$.

Из рис. 1 видно, что коэффициенты распределения D , равны 213,76 и 229,23 соответственно.

По аналогичной методике было исследовано равновесие экстракции при $\text{pH}=2,09$ и 1,98 для растворов йода с концентрацией 164,211мг/л и 139,573 мг/л.

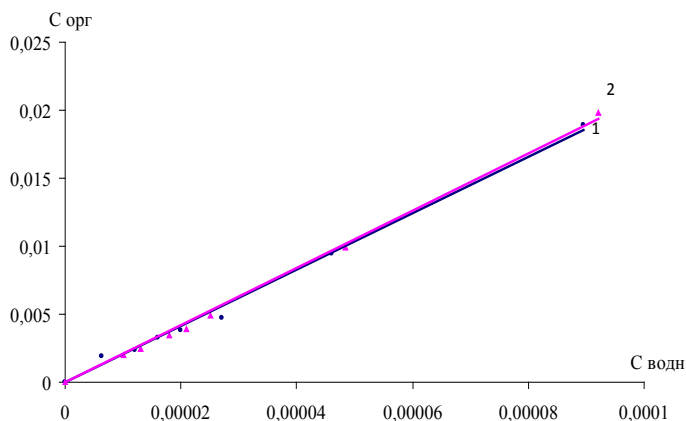


Рисунок 3 – Изотерма экстракции йода из смеси 10 % ТБФ в изооктане

1 – $\text{pH}=2,98$; $c(\text{I}_2)=123,19$ мг/л; $c(\text{Cl}^-)=0$ моль/л; $D=207,64$

2 – $\text{pH}=3,05$; $c(\text{I}_2)=128,778$ мг/л; $c(\text{Cl}^-)=1$ моль/л; $D=210,36$

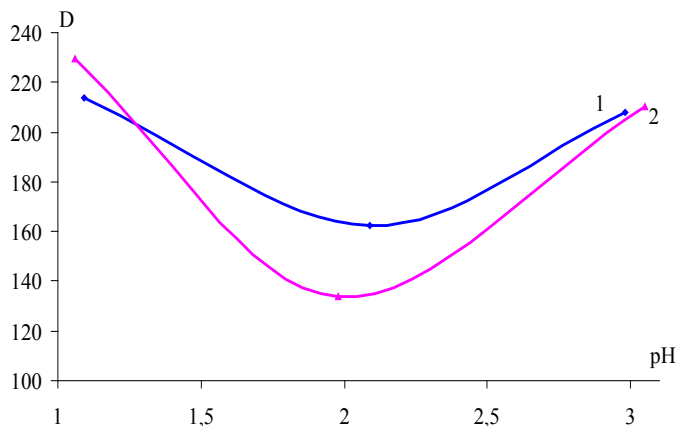


Рисунок 4 – Залежність коефіцієнта розподілу від величини pH
1 – $c(\text{Cl}^-)=0$ моль/л; 2 – $c(\text{Cl}^-)=1$ моль/л

Изотерма екстракції представлена на рис. 2. Полученные зависимости позволяют определить коэффициенты распределения для данной системы, равные

Таблица 1

Равновесные параметры экстракции

pH	Константы распределения йода в системе I ₂ – NaCl – H ₂ O – 10% ТБФ в изеооктане			
	[Cl ⁻]=0 моль/л		[Cl ⁻]=1 моль/л	
	D	R, %	D	R, %
1	213,76	97,63	229,23	97,44
2	162,53	97,68	133,9	96,31
3	207,64	97,22	210,36	97,53

162,53 и 133,9.

При екстракції розчину йода, при pH=2,98 и 3,05 и концентрації 123,19 мг/л и 128,778, наблюдаются коэффициенты распределения равные 207,64 и 210,36 (рис. 3).

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что изменение pH водной среды в растворах с бессолевом и солевым фоном в данной смеси экстрагентов оказывает некоторое влияние на коэффициент распределения (табл. 1 и рис. 4).

Если исходить из предположения, что элементный йод находится в обеих фазах в единственной форме, то равновесие может быть охарактеризовано константой распределения K_p . Следовательно, для каждого процесса можно рассчитать изменение энергии Гиббса [1]. Она для всех случаев намного меньше нуля, поэтому экстракция может рассматриваться как простое физическое распределение и протекать самопроизвольно (табл. 2).

Значения коэффициента распределения в пределах от 133 до 230 и изменения изобарно-изотермического потенциала в пределах -13,5 до -12 кДж/моль свидетельствуют о сильном смещении равновесия вправо в реакции I_2 (водн.) $\leftrightarrow$ I_2 (органич.)

Таблица 2

Значение энергий Гиббса для растворов с различными уровнями pH

c(Cl⁻)	0	1
pH=1	-13,20	-13,37
pH=2	-12,52	-12,05
pH=3	-13,12	-13,16

[3].

В результате можно делать вывод о том, что коэффициент распределения меняет свое значение в зависимости от pH среды. При введении соли с концентрацией $c(\text{Cl}^-)=1$ моль/л, наблюдается ухудшение извлечения йода из водных растворов. $\Delta G < 0$ для всех случаев. Следовательно, можно считать, что экстракция – это простое физическое распределение.

Литература:

1. Вольдман Г. В., Зеликман А. Н. Теория гидрометаллургических процессов: Учебное пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. М.: Интермет Инжиниринг, 2003 – 464 с.
2. Ксензенко В. И., Стасиневич Д. С. Химия и технология брома, йода и их соединений: Учебное пособие для вузов. 2-е изд. перераб. и доп. М.: «Химия», 1995 – 432 с.
3. Пономарева П. А. Определение термодинамических параметров экстракции йода ТБФ в смеси с изооктаном из высокоминерализованных растворов. Вестник ОГУ. 2011. №6. С. 419-420.