

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

ВІСНИК

**Східноукраїнського
національного університету
імені Володимира Даля**

№ 9(91)

Науковий журнал

Видавництво СНУ ім. В. Даля
Луганськ - 2005

ВІСНИК

СХІДНОУКРАЇНСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

№ 9(91) 2005

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ
ЗАСНОВАНО У 1996 РОЦІ
ВИХІД З ДРУКУ – ДВАНАДЦЯТЬ РАЗІВ
НА РІК

ЗАСНОВНИК

**Східноукраїнський національний
університет**

Журнал зареєстровано Міністерством
України у справах преси та інформації
**Свідоцтво про державну реєстрацію
серія КВ № 2411 від 19.12.96 р.**

VISNIK

OF THE EAST UKRAINIAN
NATIONAL UNIVERSITY
NAMED IN MEMORY OF
VLADIMIR DAL

№ 9(91) 2005

SCIENTIFIC JOURNAL
WAS FOUNDED IN 1996
IT IS ISSUED TWELVE TIMES A YEAR

Founder

East Ukrainian National University

Registered by the ministry of ukraine
for press and information
registration **gertificate**
KB № 2411 dated 19.12.96

Журнал включено до Переліків наукових видань ВАК України № 2 (Бюл. ВАК №5 (13) 1999 р.), №3 (Бюл. ВАК №6 (14) 1999 р.) та № 4 (Бюл. ВАК №2 (16) 2000 р.), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук з *технічних, історичних та економічних наук* відповідно.

Головна редакційна колегія: Голубенко О.Л., член-кор. Академії педагогічних наук України, докт. техн. наук (головний редактор), Андрющук А.О., канд. техн. наук (відповідальний секретар), Бузько І.Р., докт. екон. наук, Голубничий П.І., докт. фіз-мат. наук (заступник головного редактора), Гончаров В.М., докт. екон. наук, Грібанов В.М., докт. техн. наук, Дорошко В.І., докт. техн. наук, Загірняк М.В., докт. техн. наук, Козаченко Г.В., докт. екон. наук, Лазор Л.І., докт. юр. наук, Лещинський В.М., докт. соціол. наук (Ізраїль), Литвиненко В.Ф., докт. істор. наук, Ляпін З.Ф., канд. екон. наук (Ізраїль), Нагорний Б.Г., докт. соціол. наук, Петров О.С., докт. техн. наук., Рач В.О., докт. техн. наук, Решетнікова І.Л., докт. екон. наук, Смирний М.Ф., докт. техн. наук (заступник головного редактора), Суханцева В.К., докт. філос. наук, Третяченко В.В., докт. психол. наук, Тюпало М.Ф., докт. хім. наук, Уваров Є.П., докт. техн. наук, Ульшин В.О., докт. техн. наук, Шаповалов В.І., докт. техн. наук, Шевченко Г.П., член-кор. Академії педагогічних наук України, докт. пед. наук.

Відповідальний за випуск: Петров О.С.

До журналу увійшли статті студентів, аспірантів і докторантів Східноукраїнського національного університету, вищих учбових закладів України, Росії та закордонних країн.

Журнал підготовлено кафедрою комп'ютерних систем та мереж Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.

Рекомендовано до друку Вченою радою Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (протокол № 1 від 30.09 2005 р.)

Матеріали номера друкуються мовою оригіналу.

© Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, 2005

© **East Ukrainian National University, 2005**

**ЗМІСТ
CONTENTS**

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И БЕЗОПАСНОСТЬ В УПРАВЛЕНИИ		
Голубенко О.Л., Хорошко В.А., Петров О.С., Кочевська І.А.	Наукові школи по захисту інформації провідних вузів України	6
Петров А.С., Герасин А.П.	Каналы утечки информации в сетях электропитания	10
Маклаков Г.Ю.	Информационный терроризм: проблемы и пути их решения	19
Рыбальский О.В.	Методы и средства гарантированной проверки аутентичности материалов видеозаписи при проведении их экспертизы	24
Андросов В.И., Данич В.Н.	Информационно-управленческая архитектура предприятия как объект бизнес – разведки	34
Белозеров Е.В.	Обеспечение безопасности идентификации клиента по параметрам DHCP запроса	39
Вивденко Ю.Г.	Основные тенденции в развитии систем программного обеспечения научных исследований по проблемам динамики подвижного состава, включая взаимодействие колеса и рельса	42
Глуценко В.Е., Глуценко Ю.В.	Модель управления развитием рынка жилищно-коммунальных услуг региона	46
Глуценко Ю.В.	Комплексная оценка эффективности муниципальных программ развития рынка жилищно-коммунальных услуг	51
Губачева Л.А.	Компьютерное моделирование и расчет напряженно-деформированного состояния при изгибе листовой заготовки во втулку	57
Дегтярева Л.Н.	Самостоятельная работа студентов в современной высшей школе	65
Жуков И.В.	Взлом и защита WEB-приложений использующих СУБД для хранения персональных данных	67
Клюев С.А., Спирягин В.И., Спирягин М.И.	Использование VPN технологий для создания единой корпоративной сети университета	72
Медяник А.В.	Роль и место информации в современных условиях	75
Меняйленко О.С.	Математична модель вчителя в алгоритмах оцінки навчальних досягнень учнів	77
Мирошников В.В., Гречишкіна Н.В., Клочко М.О.	Програмно-апаратні засоби захисту інформації в інформаційних системах від несакціонованого доступу	87
Петров О.С., Таликін О.А.	Методи побудови захищених систем обробки інформації	89
Петров О.С., Таликін О.А., Мінін А.В.	Критерії оцінки захищеності інформації в комп'ютерних системах: порівняння Єдиних критеріїв та критеріїв України	92

Петрущенко Т.В., Сычева Л.Ф., Яцкина Л.Г.	Производственная практика и ее роль в современном образовании	96
Сухаревская О.Н.	Разработка программы автоматизированного анализа и прогноза производственного травматизма	100
Сычёв Е.В.	Потребность в персонале и анализ кадровой ситуации в регионе	103
Романенко О.В., Игнатъев О.Л.	Анализ надежности узлов электропоездов ЭПЛ9Т и ЭПЛ2Т на основе информационной системы «НАДЕЖНОСТЬ-ЭКСПРЕСС»	106
Рязанцев А.И., Скарга-Бандурова И.С.	Принятие решений в системе управления безопасностью функционирования химико-технологической системы	112
Соловьев В.И.	Эволюции закономерностей рынка FOREX	117
Соловьев В.И., Проскурко В.И.	Проблемы создания электронных архивов планов строений	121
Петров А.С., Соловьев В.И.	Проблемы автоматизации и защиты информации в системах финансовой и административно-хозяйственной деятельности высших учебных заведений	124
Хорьков М.П.	Система кодирования логического смысла образных форм духовного эпоса	128
Маклаков Г.Ю.	О некоторых принципах совершенствования подготовки специалистов в области информационной безопасности	130
Маклакова Г.Г., Кожяев Е.А.	Особенности архитектуры мобильных портативных терминалов для системы дистанционного образования	133
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ		
Аль–Калла Муханнад, Жученко Н.А., Яковенко В.В.	К расчету магнитомодуляционных датчиков неоднородных магнитных полей локального типа	136
Бранспиз М.Ю.	Обобщение интегральных теорем о связи объемного и поверхностного интегрирования	139
Бранспиз Ю.А.	Объемное интегрирование дифференциально-векторных операций с векторами поля при постоянстве одного из них	143
Букреев В.В.	Импульсный железоотделитель	152
Веремеенко И.Л., Данихно И.А., Коростылев В.Б.	О динамике сферической парогазовой каверны в интерференционном импульсном акустическом поле	155
Грибанов В.М., Ляшенко Т.В., Фесенко Т.Н., Малый Д.В.	Некоторые аспекты локальной кинематики и гидродинамики арочных передач Новикова	163
Кийко А.В.	Применение вейвлетов для определения геометрических параметров поверхностных дефектов сплошности в ферромагнитной среде	167

Кучма Ю.В., Малый Д.В., Фесенко Т.Н.	Аналитико-вероятностное решение контактно-метрологической задачи цилиндрических передач Новикова с арочными зубьями	171
Малохатко А.А., Морозов А.М.	К вопросу адекватности эмпирических формул для расчета коэффициента трения тормозных колодок	175
Махортова Н.В.	Классификация неисправностей узлов колесных пар	180
Осенин Ю.И., Соснов И.И., Баранич Ю.В.	Влияние режимов работы локомотива на реализуемые коэффициенты сцепления с учетом попадания абразивных частиц в контакт колеса с рельсом	188
Петров А.С., Полупан Ю.В.	Способ моделирования реакции упругого элемента подрезиненного колеса от воздействия направляющего усилия и динамической нагрузки	193
Семин Д.А., Мальцев Я.И., Роговой А.С.	Математическое моделирование рабочего процесса в струйно-вихревых насосах	200
Соколов В.И., Иващенко Е.А., Подлесная С.В.	Математическая модель аэротермодинамических характеристик систем воздушного отопления и вентиляции	205
Чернецкая Н.Б.	Экспериментальные исследования закономерностей изнашивания элементов гидротранспортных систем	210
Шапран Є. М., Смородін А. Ю.	Про вимоги до характеристик надійності і безпеки мікропроцесорних пристроїв управління рухом потягів	213

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И БЕЗОПАСНОСТЬ В УПРАВЛЕНИИ

УДК 004.451.7

Голубенко О.Л., Хорошко В.А., Петров О.С., Кочевська І.А.

НАУКОВІ ШКОЛИ ІЗ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ ПРОВІДНИХ ВУЗІВ УКРАЇНИ

Описані основні наукові школи із захисту інформації провідних вузів України. Відображені проблеми створення та розвитку наукових шкіл, шляхи що до їх розв'язання.

Перехід від індустріального суспільства до інформаційного, процеси глобалізації, колосальні досягнення в різних галузях науки і техніки привели до нової глобальної соціотехнологічної проблеми – проблеми інформаційної безпеки людини і суспільства.

Багато найважливіших інтересів людини, суспільства, держави та всієї світової цивілізації в значній мірі визначаються станом інформаційної сфери навколо них. Тому цілеспрямовані або ненавмисні дії на інформаційну сферу з боку зовнішніх або ж внутрішніх джерел можуть завдавати серйозного збитку цим інтересам і стає загрозою для безпеки людини і суспільства. Тому у сучасному світі об'єктом запеклого суперництва стає можливість управління інформаційними ресурсами.

Оскільки проблема забезпечення інформаційної безпеки є дуже серйозною не тільки для всієї країни в цілому, але і для кожного громадянина країни окремо, саме тому вона має стати в сучасних умовах справою всього народу. А для цього вона повинна бути передусім чітко сформульованою і доведеною до свідомості широких мас населення через систему освіти і засоби масової інформації.

Вирішення основних завдань держави і суспільства запобіганню, парированню і нейтралізації зовнішніх і внутрішніх загроз інформаційної безпеки, крім економічних зусиль, зажадає також відповідної орієнтації системи освіти, науки і громадської думки в країні з тим, щоб робота в цій галузі стала престижною і соціально привабливою. Лише таким чином можна буде забезпечити приплив в цю сферу людських ресурсів і підготовку необхідної кількості фахівців і науковців.

Проблема захисту інформації розробляється в Україні і за рубежом вже понад 30 років. Природно, що за минулий час корінним чином змінилося як уявлення про її суть, так і методологічні підходи до її вирішення.

З часом поступового розширення арсеналу засобів захисту, поширення комплексного вживання технічних програмних і організаційних засобів захисту інформації та розробки спеціальних законодавчих актів, виникла необхідність узагальнення накопиченого досвіду теоретичних досліджень і практичного вирішення завдань захисту інформації з метою формування на цій основі науково-методологічного базису захисту. Для цього необхідно було мати фахівців, які були б спроможні займатися рішенням вищезазначених питань. З того самого часу і до сьогоднішнього дня проблема кадрового забезпечення інформаційної безпеки повертає до себе підвищену увагу. Причому під інформаційною безпекою розуміється галузь науки і техніки, яка охоплює сукупність програмних, апаратних і організаційно-правових методів і засобів забезпечення безпеки інформації при обробці, зберіганні і передачі з використанням сучасних інформаційних технологій. Ефективний розвиток будь-якого регіону, та і всієї країни загалом, неможливий без створення в державних або інших структурах користувачів, які підлягають захисту інформації, спеціальних служб захисту, укомплектованих висококваліфікованими кадрами. Основні принципи підготовки кадрів з урахуванням вимог сьо-

годнішого дня можна сформулювати таким чином: рівень теоретичних знань повинен наближатися до міжнародного, підготовку слід орієнтувати на придбання практичних навичок ведення справи у вітчизняних кризових умовах, суттєва увага повинна бути приділена питанням забезпечення безпеки і стійкого розвитку суб'єкта господарювання і регіону. Останнє диктується наступними обставинами:

а) необхідністю збільшення чисельності професійних фахівців, оскільки той контингент, підготовка якого забезпечується нині, вже недостатній для задоволення всіх потреб;

б) потребою безперервного вдосконалення навчального процесу з метою підвищення якості підготовки фахівців, оскільки теорія і практика захисту інформації безперервно і інтенсивно розвивається, і нові досягнення повинні якомога швидше відобразитися в навчальних планах і програмах;

в) необхідністю розширення номенклатури спеціальностей із захисту, оскільки сучасні системи захисту стають все більш складними і комплексними як за цілями, так і за методами і засобами захисту, що використовуються. Причому підготовка кадрів повинна здійснюватися комплексно в декількох рівнях: підготовка молодих фахівців на базі шкільної освіти; підготовка фахівців з інформаційної безпеки на базі вищої технічної освіти; перепідготовка кадрів на короткострокових курсах підвищення кваліфікації фахівців і керівників підрозділів; підготовка фахівців на базі середньотехнічної освіти через коледж; підготовка фахівців вищої кваліфікації через аспірантуру і захист дисертаційних робіт в спеціалізованих радах.

Зрозуміло, що підготовка та якість навчання багато в чому визначається глибиною відповідних наукових досліджень, разом з цим надзвичайна наукоємність інформаційних технологій вимагає залучення великого числа фахівців і могутнього технічного забезпечення. Тому дослідження у галузі інформаційної безпеки нещодавно проводилися лише в закритих і військових вузах. Стрімкий розвиток інформаційних технологій стимулює цивільні вузи до інтенсивного накопичення власного досвіду, створення своїх наукових шкіл.

За останні п'ять років в Україні відповідно до Закону «Про освіту» сформувалася і набула помітного розвитку мережа вищих навчальних закладів, які вирішують єдине завдання – здійснюють підготовку кадрів для сфери інформаційної безпеки держави.

Згідно з даними Вищої атестаційної комісії України провідними організаціями з підготовки висококваліфікованих фахівців у галузі захисту інформації є:

1. Національний технічний університет України "Київський політехнічний університет".
2. Харківський державний технічний університет радіоелектроніки.
3. Національний авіаційний університет (Київ).
4. Інститут проблем реєстрації інформації НАН України.
5. Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України.
6. Національна академія служби безпеки України.

Головною установою Міністерства освіти і науки України з інженерно-технічних напрямів у галузі знань «Національна безпека» визнано Національний технічний університет України – Київський політехнічний інститут.

З метою удосконалення даної системи на підставі нормативно-правових актів України було створено Спеціальний факультет СБ України у складі Військового інституту телекомунікацій і інформатизації Національного технічного університету Київський політехнічний інститут.

З 1993 року підготовка офіцерських кадрів для СБ України на факультеті здійснювалася за фахом 7.092405 «Захист інформації в телекомунікаційних системах» за напрямом підготовки «Телекомунікації», а з 1997 - за фахом 7.092482 «Безпека інформації в спеціальних інформаційних системах». За цей час на факультеті були підготовлені науково-педагогічні кадри вищої кваліфікації - 2 доктори і 8 кандидатів технічних наук з наукових спеціальностей 20.02.12 «Військова

кібернетика, системи управління і зв'язку" і 05.13.21 «Системи захисту інформації». Також на спеціальному факультеті ведеться підготовка фахівців за спеціальностями 7.092481 «Системи і комплекси військового зв'язку" і 7.092482 «Безпека інформації в спеціальних інформаційних системах» за напрямком підготовки «Телекомунікації».

Основу наукової школи спеціального факультету становлять відомі вчені з багатим педагогічним і науковим досвідом. Це доктори технічних наук, професори полковник О.М. Богданов, В.М. Горіцкий, Б.П. Креденцер і І.І. Трифонов На СФ СБ України ВІТІ НТУУ «КПІ» зараз працюють 4 доктори технічних наук, професор і 24 кандидати наук, серед яких 18 мають вчене звання доцента, а 1 – старшого наукового співробітника.

Одна з перших наукових шкіл була організована 1 вересня 1992 року на кафедрі "Безпека інформаційних технологій" Харківського національного університету радіоелектроніки. Згодом на кафедрі ЕОМ була створена секція "Захист інформації", професорсько-викладацький склад якої вів заняття з інформаційної безпеки. На кафедрі готують спеціалістів в галузі захисту інформації за спеціальностями: "Захист інформації в комп'ютерних системах та мережах", "Захист інформації з обмеженим доступом та автоматизація її обробки" та "Захист інформації в комп'ютерних системах". Разом з організацією навчального процесу в університеті розгорнуто ряд НДЦКР у галузі захисту інформації. Результатами цих робіт є створення систем та засобів захисту інформації, які на сьогодні знайшли практичне застосування в Україні. У 1998 році на кафедрі ЕОМ в секцію "Захист інформації" приходять працювати відомі фахівці в цій галузі - проф. Долгов В.І., проф. Стасєв Ю.В., доц. Замула О.А., доц. Потій О.В. Одночасно розпочато підготовку фахівців вищої кваліфікації – кандидатів наук. У 1999 року створено нову кафедру "Безпека інформаційних технологій", а також науково-навчальний центр інформаційної безпеки. На кафедрі запрошено викладачів та наукових співробітників - відомих фахівців у галузі інформаційної безпеки: проф. Горбенка І.Д., проф. Долгова В.І., проф. Стасєва Ю.В., проф. Замулу О.А., доц. Потія О.В. та молодих вчених - кандидатів наук: Лисицьку І.В., Мельникову О.А., Свилярьова А.В. У 2000 році вперше розпочато перепідготовку фахівців у галузі інформаційної безпеки, що вважається другою вищою освітою. Кафедру очолив проф. Горбенко І.Д. На ній створено лабораторію.

У 2003 році в Державному університеті інформаційно-комунікаційних технологій Інституті захисту інформації для підготовки висококваліфікованих фахівців в галузі комп'ютерної безпеки була створена кафедра безпеки інформаційних технологій, завідуючий кафедрою к.т.н., доц. В.М. Богуш. Підготовка фахівців на кафедрі ґрунтується на сукупності трьох базових напрямків: теоретичних основ безпеки інформаційних технологій, теоретичної і прикладної криптографії, методів та засобів захисту інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах та мережах.

Кафедра є випускною з таких спеціальностей: "Захист інформації з обмеженим доступом та автоматизація її обробки" і "Захист інформації в комп'ютерних системах та мережах".

На сьогоднішній день склалася наукова школа в галузі криптографії на кафедрі математичної інформатики факультета кібернетики Київського національного університету імені Тараса Шевченка. У 80 роках у професора Анісімова А.В. з'являються численні послідовники і учні, започатковується нова наукова школа - Математична інформатика, у витоків якої також стояв видатний вчений, математик, кібернетик академік В.М. Глушков. Загальна чисельність зайнятих у діяльності наукової школи 60 чоловік, з них науковців – 30. Основними науковими напрямками школи є: рекурсивно – паралельні перетворювачі інформації та їх використання; дискретні процеси обробки інформації; системи паралельного програмування; локальні алгоритми на дискретних структурах; алгоритми асоціативно-

локального пошуку в семантичних мережах; комп'ютерна лінгвістика; квантові алгоритми; проблематика штучного інтелекту; захист інформації в комп'ютерних мережах; комп'ютерна обробка надвеликих чисел. Одним з наукових досягнень школи є подальше впровадження прискорення систем захисту інформації, заснованих на ключах загального доступу. Наукові результати школи впроваджуються в навчальний процес при виконанні кваліфікаційних робіт (бакалаври, магістри, кандидати наук), а також у вигляді спецкурсів та фрагментів до курсів інформатики.

У 2002 році у Східноукраїнському національному університеті імені Володимира Даля на факультеті "Математики та інформатики", враховуючи дуже важливий для України напрямок, пов'язаний з захистом інформації, була створена кафедра "Комп'ютерні системи та мережі" викладачі якої почали вести заняття з інформаційної безпеки. Кафедра є випускною за спеціальностями "Комп'ютерні системи та мережі" та "Системне програмування". Професорсько-викладацький склад займається науково-дослідною роботою у галузі захисту інформації у комп'ютерних системах, мережах та телекомунікаціях. До наукової роботи залучаються студенти старших курсів, які впроваджують свої ідеї на кафедрі під наглядом своїх наукових керівників.

Таким чином, можна констатувати: поряд з уже існуючими відомими науковими школами в технічних навчальних закладах різного ступеня акредитації створюються нові кафедри, інститути, де напрямом підготовки фахівців є захист інформації, а також розробляються нові курси за цим напрямом. Однак створення нових наукових шкіл у цих закладах стане можливим тільки з часом, коли буде вирішено ряд проблем: забезпечення навчального процесу педагогічними кадрами вищої кваліфікації, дотримання існуючих вимог до матеріально-технічного забезпечення навчального; практичні і лабораторні заняття повинні проводитися в спеціально обладнаних приміщеннях, із застосуванням сучасної обчислювальної техніки; для забезпечення занять за циклом дисциплін спеціалізації потрібні спеціальні технічні засоби (заставні пристрої, скануючі радіоприймачі, прилади нічного бачення, портативні металодетектори і т. д.); значних витрат вимагає ліцензійне програмне забезпечення, витратні матеріали, доступ в Інтернет.

Одним з найбільш реальних шляхів вирішення цих проблем є інтеграція з промисловими підприємствами, які, з одного боку, беруть на себе матеріально-технічне постачання вузів, а з іншого – задовольняють власні потреби в молодих фахівцях.

Література

1. Колин К.К. Фундаментальные основы информатики: социальная информатика / Учебное пособие для вузов – М.: Академический Проект; Екатеринбург: Деловая книга, 2000 - 350с;
2. Маклаков Г. Особенности подготовки специалистов по защите информации в России (www.crime-research.ru/articles);
3. Беломеря М.Н. Научно-методологические аспекты подготовки молодых специалистов в области информационной безопасности (www.crime-research.org/articles.html);
4. Київський національний університет імені Тараса Шевченка (www.univ.kiev.ua);
5. Національний авіаційний університет (www.nau.edu.ua);
6. Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут" (www.ntu-kpi.kiev.ua);
7. Харківський національний університет радіоелектроніки (www.kture.kharkov.ua).

Петров А.С., Герасин А.П.

КАНАЛЫ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ В СЕТЯХ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

В статье рассмотрены каналы утечки информации из средств ВТ вследствие наводок в сетях электропитания. Приведены результаты исследования затуханий наведенных информативных сигналов силовых трансформаторов и других элементов силовых сетей. Даны рекомендации по защите информации, обрабатываемой техническими средствами, от утечки вследствие наводок в электрической сети. Затухание участков трактов распространения информационных сигналов в каналах утечки информации.

Одним из видов технических каналов утечки информации, возникающих при работе средств и систем информатизации (электронно-вычислительная, телевизионная и прочая техника), являются каналы, появляющиеся за счет побочных электромагнитных излучений и наводок. К наиболее распространенным каналам утечки информации вследствие наводок относятся каналы, образующиеся в сети электропитания технических средств и систем.

Проблема утечки информации из средств вычислительной техники через побочные электромагнитные излучения и наводки (ПЭМИН) известна специалистам уже на протяжении нескольких десятков лет. И только в последние годы она стала обсуждаться на страницах открытой литературы. Это связано прежде всего с широчайшим распространением персональных компьютеров и других средств обработки информации. Практически любая организация – будь то коммерческая фирма или государственное предприятие, сегодня не может существовать без использования такой техники.

Термин «перехват побочных электромагнитных излучений» означает получение необходимой информации за счет приема электромагнитных сигналов пассивными средствами, расположенными, как правило, на достаточно безопасном расстоянии от источника конфиденциальной информации. Необходимо отметить, что практически все технические средства излучают в пространство каналы, содержащие обрабатываемую ими информацию.

Разработанный и накопленный к настоящему времени арсенал мер и средств блокирования каналов утечки за счет излучений характеризуется конкретностью и полнотой. В то же время меры и средства защиты информации от утечки вследствие наводок, и в частности наводок в сеть электропитания, многообразно не отличаются. Внедрение же их во многих случаях сопряжено с неоправданно большим запасом защищенности информации и часто сопровождается избыточными финансовыми затратами.

Описанные в литературе результаты исследований создают предпосылки для расширения состава и оптимизации типовых мероприятий по защите информации от утечки за счет наводок в сеть электропитания технических средств и систем информатизации. Они интересны также и тем, что в определенной степени могут быть использованы и применительно к задаче защиты информации вследствие наводок в любые линии и вообще в любые протяженные токопроводящие конструкции.

Схемы электроснабжения технических средств и систем информатизации

Анализ схем электроснабжения технических средств и систем (ТСС) информатизации, установленных на различных объектах предприятий и организаций, показывает, что электропитание этих ТСС осуществляется от трансформаторных подстанций ТП 6-10/0,4 кВ, как правило, по радиальной схеме (радиальная схема - такой способ распределения энергии, при котором каждый отдель-

ный потребитель или сосредоточенная группа потребителей питается по отдельной линии от того или иного коммутационного узла).

Радиальная схема является одноступенчатой в случае, если потребители получают электроэнергию от ТП 6-10/0,4 кВ непосредственно через силовой распределительный щит РЩ (сборку); двухступенчатой, если они снабжаются электроэнергией от одного промежуточного распределительного пункта (ПРП 1); трехступенчатой, если их электроснабжение осуществляется через два промежуточных распределительных пункта (ПРП 1 и ПРП 2).

На подстанцию ТП 6-10/0,4 кВ электроэнергия подается от центрального распределительного пункта (ЦРП) или главной понизительной подстанции (ГПП). Одноступенчатая и двухступенчатая схемы электроснабжения ТСС информатизации приведены на рис. 1.

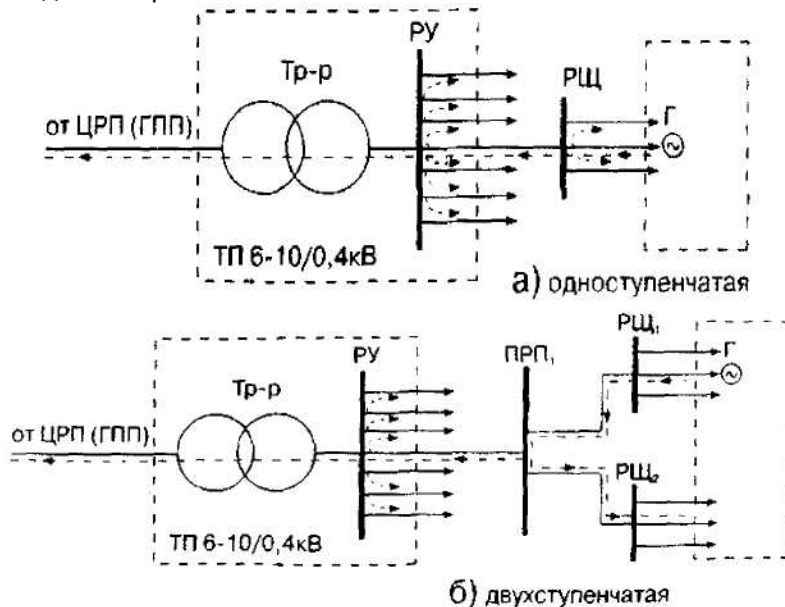


Рис. 1.

В схему электроснабжения ТСС информатизации могут также включаться двухмашинные агрегаты (двигатели-генераторы), разделительные трансформаторы, помехоподавляющие фильтры, стабилизаторы сетевого напряжения, источники бесперебойного питания и т. п. (на рис. 1 они не показаны).

Контролируемая зона различных предприятий и организаций, на объектах которых размещаются ТСС информатизации, может охватывать большую или меньшую часть их цепей электроснабжения. На ряде предприятий (организаций) в пределах этой зоны находится ЦРП или ГПП и все последующие (по ходу движения электроэнергии) элементы цепей электропитания ТСС. На других в нее попадают только подстанции ТП 6-10/0,4 кВ с последующими элементами указанных цепей. Встречаются варианты электроснабжения ТСС информатизации, когда и подстанции ТП 6-10/0,4 кВ размещаются за пределами контролируемой территории. При использовании всех рассмотренных схем электроснабжения от подстанций ТП 6-10/0,4 кВ или от следующих за ними распределительных устройств часто может осуществляться питание каких-либо посторонних по отношению к ТСС информатизации потребителей электроэнергии, расположенных за границей контролируемой зоны.

Тракты распространения информативных сигналов в каналах утечки информации

Каналы утечки информации вследствие наводок в сеть электропитания ТСС информатизации образуются за счет паразитных связей (в общем случае различного характера) между информационными цепями рассматриваемых ТСС и электрическими цепями силовых кабелей, непосредственно подводящих электроэнергию к ТСС.

Информативные сигналы благодаря такого рода связям, попадая в данные кабели и затем распространяясь по ним и далее по различным элементам сетей электроснабжения, включенным после (по ходу движения сигналов) этих кабелей, могут быть в удобном для злоумышленника месте за пределами контролируемой зоны перехвачены с помощью специальных технических средств и систем, а по принятым таким образом сигналам может быть восстановлена переносимая указанными сигналами информация.

Структуру любого технического канала утечки информации, в том числе и канала утечки за счет наводок в сеть электропитания ТСС информатизации, можно представить в виде системы передачи информации [1,2]. Одним из элементов этой структурной схемы является тракт распространения информативных сигналов, представляющий собой среду, в которой они перемещаются. В нашем случае указанные участки сетей электроснабжения ТСС информатизации, выходящие за пределы контролируемой зоны, и являются такими трактами.

Возможные тракты распространения информативных сигналов в сетях электроснабжения ТСС информатизации показаны на рис. 1 пунктирными линиями (ТСС, являющиеся их источниками, обозначены в виде эквивалентных генераторов Г). Очевидно, что все тракты, кроме тех, которые включают в себя трехфазный силовой трансформатор подстанции ТП 6-10/0,4 кВ, можно ликвидировать за счет устранения посторонних потребителей электроэнергии, снабжающихся от данной подстанции и находящихся за пределами контролируемой зоны. Что касается трактов, в составе которых имеется этот трансформатор, то полностью их уничтожить (при недостаточном ослаблении распространяющихся информативных сигналов) невозможно. Поэтому далее рассмотрим проблемы, связанные именно с этими трактами.

Обозначенные на рис. 1 тракты характеризуются неоднородностью (в их состав могут входить силовые кабели различных типов, трансформаторы и силовое оборудование различных подстанций и т. п.), разветвленностью и многопроводностью. В качестве одного из основных видов их элементов, как правило, используются короткие силовые кабели.

Информативные сигналы в любых трактах испытывают ослабление и подвергаются воздействию шумов (помех).

Возможности перехвата информативных сигналов и восстановление по ним информации, переносчиком которой они являются, во многом зависят от величины этих сигналов в точке их приема, а также от уровней и маскирующих свойств шумов, на фоне которых он осуществляется.

В связи с этим параметры трактов, характеризующие степень ослабления информативных сигналов, играют первостепенную роль при проведении работ по защите информации от утечки по техническим каналам. Применительно к трактам, образующимся в сетях электроснабжения ТСС информатизации, такого рода параметром является их затухание в целом, а также затухание их отдельных участков и элементов.

Затухание и другие параметры силовых кабелей

Силовые однофазные и трехфазные кабели, которые могут применяться в сетях электропитания ТСС информатизации, по материалу изоляции разделяются на две группы: с бумажной пропитанной и с резиновой. Силовые кабели с резиновой изоляцией в отличие от кабелей с бумажной пропитанной изоляцией используются достаточно редко. Силовые трехфазные кабели с бумажной пропитанной изоляцией бывают двух видов: с поясной изоляцией в общей защитной

металлической оболочке и с отдельной защитной металлической оболочкой на каждой жиле. При напряжении 6кВ и выше используются трехфазные трехжильные кабели, а на напряжение 0,4 кВ применяются и трехфазные четырехжильные кабели.

Однофазные участки цепей питания ТСС информатизации (если они есть) по сравнению с трехфазными участками имеют незначительную длину. К тому же процесс распространения гармонических составляющих информативных сигналов здесь проще, поскольку, как правило, имеет одноволновой характер, в отличие от трехфазных участков. В связи с этим далее в качестве общего случая будут рассматриваться трехфазные кабели.

Специалистами, работающими в области передачи информации по силовым распределительным сетям, еще в шестидесятые годы разработаны теоретические основы, практические методы и средства организации каналов связи с использованием таких сетей [3-7].

В трехфазных кабелях с отдельными защитными металлическими оболочками на каждой жиле распространение высокочастотных (по сравнению с промышленной частотой 50 Гц) сигналов осуществляется (так же как в однофазных бронированных кабелях) между каждой жилой и оболочкой. Каждая жила такого кабеля представляет собой (с приемлемыми для инженерной практики допущениями) коаксиальную линию, симметричную относительно своей оси и состоящую из внутреннего токоведущего проводника и строго концентрической к нему наружной трубки (оболочки), служащей внешним проводником. Распространение электромагнитной энергии в этом случае будет характеризоваться одной парой волновых (вторичных) параметров: одной постоянной распространения u и одним волновым (характеристическим) сопротивлением Z .

Действительной частью γ является погонное затухание α (величина, характеризующая степень ослабления волны при прохождении единицы длины линии), а коэффициентом при мнимой части γ -погонный сдвиг фаз β .

Волновые параметры этих кабелей u и Z могут быть измерены с помощью известного в технике проводной связи метода холостого хода и короткого замыкания, или вычислены через первичные параметры (погонные сопротивление R , индуктивность L , емкость C и проводимость изоляции G):

$$\left. \begin{aligned} Z &= \sqrt{\frac{L}{C}} \\ \alpha &= \frac{R}{2Z} + \frac{GZ}{2} \\ \beta &= \omega\sqrt{LC} \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

где ($\omega = 2\pi f$ – круговая частота (f – частота)).

Первичные параметры можно рассчитать, воспользовавшись справочными данными (данными по поперечным размерам токопроводящих жил и оболочки, удельной проводимости материала жил и оболочки и т. п.) с использованием формул, приведенных в [5, 6].

Зависимость погонного затухания кабеля рассматриваемого типа от частоты сигнала может быть представлена следующим образом [5]:

$$\alpha = n_1\sqrt{f} + n_2f, \quad (2)$$

где n_1 – коэффициент, зависящий от параметров проводников, n_2 – коэффициент, определяемый параметрами изоляции.

Зависимость (2) получена после подстановки в формулы (1) формул для расчета первичных параметров [5, 6].

Исследования электромагнитных процессов, происходящих в трехфазных трехжильных кабелях с поясной изоляцией в общей металлической оболочке, показали, что распространение высокочастотной энергии в данном случае является многоволновым процессом. При практических инженерных расчетах сложный процесс распространения электромагнитной энергии может быть заменен одноволновым с эквивалентной постоянной распространения, найденной для схемы подключения эквивалентного генератора «жила - оболочка». Вторичные параметры для такого эквивалентного волнового канала можно найти также, как для кабелей с отдельными защитными оболочками на каждой жиле по результатам измерений (методом холостого хода и короткого замыкания) [4] или рассчитать через первичные параметры по формуле (1) [5, 6]. Зависимость эквивалентного погонного затухания от частоты и для этого типа кабелей определяется формулой (2).

Строгой теории распространения высокочастотных сигналов по трехфазным четырехжильным кабелям нет. Расчеты, осуществленные с использованием приведенных выше формул, и подтвержденные экспериментальными исследованиями, показывают, что собственное затухание любого кабеля рассмотренных типов, определяемое как произведение его погонного затухания на длину, при длине порядка сотни метров (это случай, достаточно часто имеющий место в сетях электроснабжения ТСС информатизации) на частоте 100 кГц составляет всего несколько децибел, а на частотах порядка нескольких мегагерц - уже около 10 дБ и далее с увеличением частоты возрастает в соответствии с формулой (2). Модуль волнового сопротивления таких кабелей равняется нескольким десяткам Ом. При этом с увеличением сечения кабеля (на фиксированной частоте) волновое сопротивление снижается, а погонное затухание меняется незначительно.

Часто помимо волновых параметров кабеля необходимо знать его входное сопротивление. Оно равно волновому для предельного случая - для кабеля бесконечно большой длины. В реальных силовых сетях указанные входные сопротивления зависят от длины и нагрузки кабелей, от частоты сигнала. При изменении длины кабеля или частоты сигнала модуль входного сопротивления кабеля колеблется вокруг значения модуля волнового сопротивления. При увеличении длины кабеля и частоты сигнала амплитуда этих колебаний уменьшается, то есть модуль входного сопротивления стремится к значению волнового сопротивления при любых значениях сопротивления нагрузки на его конце.

Затухание и другие параметры трансформаторных подстанций и распределительных пунктов

Трансформаторные подстанции 6-10/0,4 кВ, используемые для электроснабжения ТСС информатизации, могут быть различных конструкций с трансформаторами различной мощности. Однако любая из них в электрическом отношении состоит из трех основных частей: силового трансформатора; силового оборудования высоковольтной стороны и силового оборудования низковольтной стороны. К силовому оборудованию могут относиться сборные шины, вводные и фидерные автоматы, плавкие предохранители, выключатели нагрузки, разрядники, трансформаторы тока, вольтметры, амперметры и т. п. Наиболее широкое применение нашли так называемые комплектные трансформаторные подстанции ТП 6-10/0,4 кВ внутренней (КТН) и наружной (КПТН) установки.

Если силовые кабели хорошо изучены с точки зрения использования их в составе каналов связи, организуемых в силовых сетях 6-10 кВ, то об исследованиях трансформаторных подстанций и некоторых других элементах силовых сетей информации очень мало. Это объясняется тем, что они не включаются в состав таких каналов. Однако, учитывая их шунтирующее действие, проявляющееся в уменьшении уровня передаваемых в системах связи сигналов, проводились исследования их входных, волновых сопротивлений и некоторых других параме-

тров, определяющих степень такого шунтирования. Данных же по затуханиям силовых трансформаторов для случая распространения высокочастотного (по сравнению с промышленной частотой) сигнала из низковольтных обмоток в высоковольтные в известной на данное время литературе не обнаружено.

Рассмотрим результаты исследований затуханий силовых трансформаторов и некоторых других элементов силовых сетей.

При распространении наведенных информативных сигналов, источником которых являются ТСС информатизации, через силовой трансформатор от его обмоток низкого напряжения к обмоткам высокого напряжения в нем возникают сложные волновые процессы, до некоторой степени аналогичные процессам прохождения таких сигналов по длинным линиям. При этом имеют место многочисленные резонансные явления. Формул, предназначенных для инженерных расчетов волновых сопротивлений трехфазных трансформаторов в зависимости от их размеров, материалов, из которых они изготовлены, и т. п. (по аналогии с силовыми линиями), не существует, поэтому следует воспользоваться экспериментальными данными по таким параметрам трансформаторов, представленными в виде графиков [5, 8]. Характер этих графиков позволяет сделать следующие выводы:

- Волновые сопротивления силовых трехфазных трансформаторов со стороны высокого напряжения имеют критические частоты порядка 30 кГц, начиная с которых такие сопротивления можно считать чисто емкостными. При этом их модуль меняется от значений единиц -десятков килоом на частотах около 30 кГц до величин порядка десятков Ом на частотах порядка сотен килогерц. Чем больше мощность трансформатора, тем меньше модуль рассматриваемого волнового сопротивления.

- Модули волновых сопротивлений силовых трехфазных трансформаторов со стороны низкого напряжения в диапазоне частот, по крайней мере до 400 кГц имеют, как правило, волнообразную частотную характеристику с тенденцией к увеличению значений модуля этого сопротивления с увеличением частоты и меняются от нескольких десятков Ом на частотах 20 - 50 кГц до нескольких сотен Ом на частотах около 400 кГц. Таким образом, эти сопротивления в данном диапазоне частот имеют преимущественно индуктивный характер. Очевидно, указанные выше критические частоты, начиная с которых эти сопротивления будут чисто емкостными, в этом случае лежат выше частоты 400 кГц (факт обязательного наличия этих частот для любых трансформаторов доказан [8]). С увеличением мощности трансформатора модули рассматриваемых волновых сопротивлений уменьшаются.

Теперь оценим электрические параметры силового оборудования трансформаторных подстанций с низковольтной и высоковольтной сторон. При распространении информативных сигналов, источником которых являются ТСС информатизации, через трансформатор подстанции и далее по высоковольтному кабелю, подходящему к ней, ее силовое оборудование оказывает преимущественно шунтирующее действие. Это связано с тем, что в подстанциях с малой длиной сборных шин и малым числом иного подключенного оборудования (а именно к таким подстанциям относятся все типы подстанций ТП 6-10/0,4 кВ) практически во всем интересующем нас диапазоне частот можно пренебречь волновыми процессами в сборных шинах и считать, что для информативных сигналов каждый используемый вид этого оборудования представляет собой эквивалентную емкость. Общие эквивалентные емкости силового оборудования подстанции с каждой из сторон складываются из включенных параллельно емкостей конкретного оборудования. Измерения [9] показали, что эти общие емкости для подстанций ТП 6-10/0,4 кВ (как с высоковольтной, так и с низковольтной стороны) для трактов «фаза - корпус (земля)» составляют величину, как правило, не более двух сотен пФ. При этом эквивалентные емкости отдельного оборудова-

ния имеют величину порядка 10-30 пФ. Очевидно, что чем выше частота, тем больше шунтирующее действие силового оборудования. Реальное влияние на прохождение информативного сигнала указанные емкости оказывают лишь на достаточно больших частотах (порядка десятков мегагерц и выше).

Промежуточные распределительные пункты (см. рис. 1) представляют собой набор силового оборудования, во многом аналогичного оборудованию подстанций. Часть такого же рода оборудования меньшей мощности устанавливается и в распределительных щитах. Следовательно, все сказанное выше относительно эквивалентных емкостей справедливо и для промежуточных распределительных пунктов. Эквивалентные емкости распределительных щитов составляют величины порядка десятков - сотен пФ.

В работе автора [9] приведены результаты исследований ряда силовых элементов сетей электроснабжения ТСС информатизации (в том числе элементов, используемых как средства защиты информации от утечки по цепям электропитания). В числе исследованных объектов были и силовые трехфазные трансформаторы. При измерениях, проведенных в ходе этих исследований, предполагалось, что в реальных силовых сетях трансформаторы нагружаются (через силовое оборудование) на кабели, волновые сопротивления которых, как показано выше, отличаются от волновых сопротивлений трансформаторов. В связи с этим измерялось так называемое рабочее затухание трансформатора (араб) по схемам «фаза - корпус (земля)» при передаче высокочастотных сигналов со стороны потребителей электроэнергии, так как именно рабочее затухание полностью характеризует создаваемое ослабление в реальных условиях эксплуатации трансформатора. Оно складывается из его собственного затухания, затухания вследствие отражения сигналов на его входе и выходе (возникающих за счет рассогласования соответствующих волновых сопротивлений), а также затухания вследствие взаимодействия отражений. Частотные характеристики рабочего затухания этих трансформаторов показаны на рис. 2 (сплошная линия соответствует трансформатору мощностью 10 кВт, а пунктирная линия - трансформатору мощностью 100 кВт).

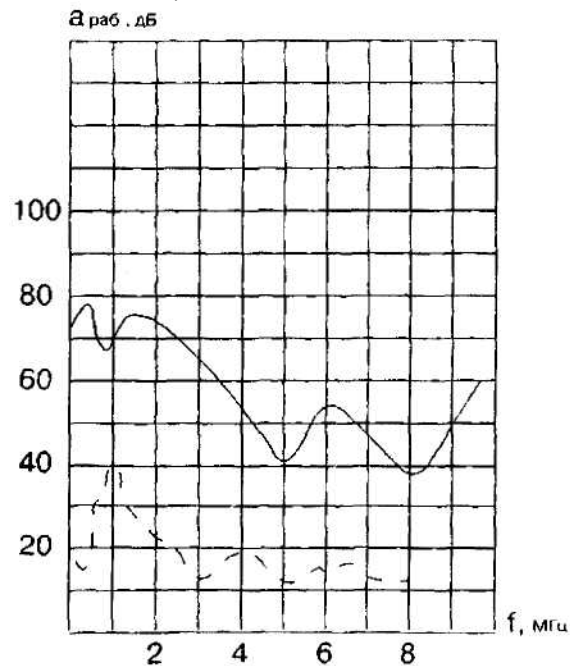


Рис. 2.

Их анализ позволяет сделать следующие выводы:

- Частотные характеристики рабочего затухания силовых трехфазных трансформаторов в диапазоне частот до сотен килогерц носят колебательный характер с тенденцией к увеличению затухания с увеличением частоты. На частотах более сотен килогерц значения этого затухания имеют тенденцию к уменьшению с увеличением частоты.
- С увеличением мощности силовых трансформаторов их рабочее затухание уменьшается (что косвенно подтверждается и результатами измерений затуханий трансформаторов различной мощности, проведенных при подключении генератора с высоковольтной стороны трансформаторов [5]).

Затухание участков трактов распространения информативных сигналов в каналах утечки информации

В реальных трактах распространения информационных сигналов, источниками которых являются ТСС информатизации, по сети электропитания имеют место сложные процессы взаимодействия падающих и отраженных волн. Отраженные волны возникают из-за несовпадения волновых сопротивлений кабелей различных типов, проложенных на соседних участках цепей электропитания ТСС информатизации, кабелей и потребителей электроэнергии, а также кабелей и трансформаторов и т. п. Благодаря указанным процессам частотные характеристики затухания участков рассматриваемых трактов обычно имеют ярко выраженный волнообразный характер. Как показали исследования, проведенные автором [9], в общем случае в каждом из характерных диапазонов частот имеет место определенная тенденция к изменению затухания в зависимости от частоты.

Для тракта, в состав которого входят один или несколько силовых кабелей и трансформаторная подстанция ТП 6-10/0,4 кВ, частотную характеристику затухания чаще всего можно разбить на три характерные части (рис. 3). На первом ее участке (до частоты f_1 , имеющей порядок сотен килогерц) затухание в целом увеличивается с увеличением частоты (как правило, при волнообразном виде его частотных характеристик). На втором - (от f_1 до f_2) какая-либо определенная тенденция к увеличению или уменьшению затухания с увеличением частоты чаще всего отсутствует (при волнообразном характере указанной характеристики).

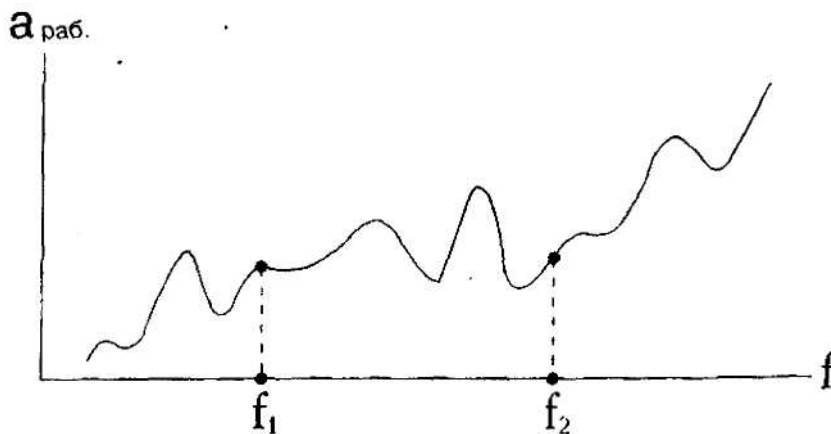


Рис. 3.

И наконец, на третьем участке ($f_2 < f < f_{\infty}$ где f_{∞} - критическая частота, при приближении к которой процесс передачи энергии по линиям рассматриваемого типа становится невозможным) снова фиксируется тенденция к увеличе-

нию затухания с увеличением частоты, опять же при волнообразном виде этой характеристики. Следует отметить, что обычно имеет место плавный переход рассматриваемых частотных характеристик из первого во второй и из второго в третий характерный диапазон частот, поэтому о наличии фиксированных частот f_1 и f_2 можно говорить лишь условно.

Отмеченный выше характер частотных характеристик затухания объясняется следующим.

На первом участке, как указано выше, затухание и силовых кабелей, и трехфазных трансформаторов имеет тенденцию к увеличению с увеличением частоты, поэтому и затухание тракта в целом имеет ту же тенденцию.

На втором участке подъем частотных характеристик затухания кабелей практически компенсируется спадом таких характеристик трансформаторов (характер соответствующих кривых в данном диапазоне частот также рассмотрен выше).

На третьем участке влиянием уменьшающегося с увеличением частоты затухания трансформаторов по сравнению с увеличивающимся затуханием кабелей можно пренебречь, так как величина затухания кабелей в данном диапазоне обычно существенно превышает величину затухания трансформаторов. Подъем частотной характеристики затухания в этом диапазоне с увеличением частоты усугубляется силовым оборудованием подстанции и распределительных пунктов, которое начинает шунтировать информативный тракт, проходящий через трансформатор и далее по высоковольтному кабелю. Кроме того, на такой характер рассматриваемой характеристики оказывают влияние и силовые кабельные линии, не используемые для электроснабжения ТСС, но подключенные к распределительным устройствам, входящим в указанный тракт, так как указанные силовые кабели, как правило, (двигатели-генераторы), разделительные трансформаторы, помехоподавляющие фильтры, источники бесперебойного питания [9]. При этом в обязательном порядке учитывать, что практически каждое из указанных технических средств эффективно с точки зрения подавления наведенных информативных сигналов лишь в определенных полосах частот, часто не совпадающих с диапазонами частот таких сигналов.

Для электроснабжения ТСС информатизации лучше использовать цепи электроснабжения, элементами которых являются силовые трехфазные трансформаторы как можно меньшей мощности. Применять двигатели-генераторы или разделительные трансформаторы также минимально возможной мощности.

Выбирать (в случае наличия альтернативных вариантов) в качестве цепей электропитания ТСС информатизации цепи, имеющие на участке «ТСС информатизации - граница контролируемой зоны» максимально возможное число элементов (силовых кабелей, трансформаторных подстанций и т.п.). Использовать в составе этих цепей силовые кабели, имеющие максимально возможную длину в пределах контролируемой зоны.

Литература

1. Пятчиков А. Г. Математическая модель защиты информации от утечки по техническим каналам Вопросы защиты информации № 4, 1995.
2. Агеев А. С. Пятчиков А. Г. и др. Организация и современные методы защиты информации. Концерн «Банковский Деловой Центр» 1998.
3. Сидельников В. В. Распространение синусоидальных электромагнитных волн высокой частоты по силовым кабелям с поясной изоляцией. Сб. Автоматика, телемеханика и приборостроение, Наука, 1964 г.
4. Владимирова Г.И., Сидельников В.В. Экспериментальное определение волновых параметров трехфазных кабелей с поясной изоляцией. Сб. Автоматика, телемеханика и приборостроение, Наука, 1964 г.
5. Ефремов В.Е. Передача информации по распределительным сетям 6-35 кВ, Энергия, 1971 г.

6. Владимирова Г. И., Сидельников В. В. Приближенный расчет волновых параметров кабелей 6-35 кВ. Сб. Системы управления и передачи информации в электроэнергетике, Наука 1966 г.

7. Сидельников В.В. Основы практической методики расчета параметров трехфазных кабелей с поясной изоляцией при высоких частотах. Сб. Автоматика и телеинформационная техника, Наука, 1965г.

8. Смирнов Б.В., Ильин А.А. Передача сигналов по распределительным электрическим сетям. Государственное издательство технической литературы УССР, 1961г.

9. Пятачков А.Г. О результатах исследования сетей электропитания технических средств, используемых для обработки конфиденциальной информации. Вопросы защиты информации № 1, 1996г.

УДК 004.7

Маклаков Г.Ю.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ТЕРРОРИЗМ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Всемирная федерация ученых в августе 2000 года первой в списке угроз человечеству в XXI веке поставила угрозу информационной безопасности [1]. Таким образом констатировался факт о том, что угрозы в информационной сфере преобладают над угрозами в экологии, энергетике, демографии. Индустрия информационных услуг является сегодня одной из наиболее динамичной сфер мировой экономики, сравнимой по доходности с топливно-энергетическим комплексом, автомобилестроением, производством сельскохозяйственной продукции. На долю информационных технологий приходится до 15% от общего объема мировой торговли [2]. Стремительное развитие информационных технологий породило новый вид преступности – компьютерную преступность, а переход на методы электронного управления технологическими процессами способствовал появлению нового вида терроризма. Такой вид терроризма часто называют кибертерроризмом [3], но встречаются и другие понятия – компьютерный терроризм [5], электронный терроризм [4], гипертерроризм [2]. Многообразие определений затрудняет выработку стратегии борьбы с терроризмом, связанным с информационными технологиями. За основу возьмем определение терроризма, сформулированное начальником кафедры уголовного права и криминологии Национального университета внутренних дел МВД Украины Емельяновым В.П. [6, с.153]: «терроризм, то есть совершение или угроза совершения взрыва, поджога или иных общеопасных деяний, могущих повлечь гибель людей или иные тяжкие последствия и направленных на устрашение населения в целях понуждения государства, международной организации, физического или юридического лица или группы лиц к совершению или отказу от совершения какого-либо действия». Далее примем во внимание, что в настоящее время активизируется информационное противоборство, постоянно ведутся информационные войны.

Совсем недавно был отмечен такой специфический вид терроризма, как «ядерный шантаж». В начале 1999 года по электронной почте в адрес правительств более чем 20 стран (США, Великобритании, Израиля, Австрии и др.) были направлены сообщения от имени офицеров российской воинской части, расположенной в городе Козельске Калужской области и имеющей на вооружении стратегические ракеты шахтного базирования. В этих письмах информировалось, что командный состав части недоволен «унизительным положением России», и содержалась угроза «самовольно произвести пуски ракет по целям, расположенным в столицах и промышленных центрах западных стран». Кроме того, анонимы традиционно требовали выплаты крупной денежной суммы [2]. В этой связи правительства ряда ведущих стран выразили МИД России серьезную обе-

спокойствие случившимся и попросили оказать содействие в розыске вымогателей. В результате проведенной ФСБ России расследования преступники были задержаны. Ими оказались два жителя Калуги, не являющиеся военнослужащими [2]. Можно согласиться с мнением Малышкина В.Г. и Коновалова А.М. [2] о том, что такой вид терроризма, можно классифицировать как специфический вид кибертерроризма. Вместе с тем, если проанализировать определение кибертерроризма, данное Голубевым А.А. [3, 4 с.50]: «кибертерроризм – преднамеренная, политически мотивированная атака на информацию, обрабатываемую компьютером, компьютерную систему и сети, которая создает опасность для жизни или здоровья людей или наступления других тяжелых последствий, если такие действия были содеянные с целью нарушения общественной безопасности, запугивания населения, провокации военного конфликта». В приведенном выше примере «атака на информацию, обрабатываемую компьютером» не осуществлялась. Рассмотрим еще один пример.

19 декабря 1997 года по национальному телевидению Японии демонстрировался анимационный фильм, содержащий контаминацию цветовой гаммы, мигания визуальной информации, от просмотра которого десятки людей получили психофизические расстройства различной тяжести [2]. Налицо ситуация, «которая создает опасность для жизни или здоровья людей или наступления других тяжелых последствий» однако «атака на информацию, обрабатываемую компьютером» не осуществлялась. Таким образом, подобный случай также не вписывается в определение кибертерроризма, приведенное выше.

Не претендуя на окончательную классификацию явления терроризма в эпоху информационного века, хотелось бы подчеркнуть, что для выработки адекватных мер противодействия терроризму, совершаемому с помощью информационных технологий необходимо дать достаточно точные определения исходных понятий.

Не вдаваясь в тонкости юридического анализа существующих понятий терроризма, считаю целесообразным ввести понятие «информационного терроризма» (за основу взято определение терроризма, сформулированное Емельяновым В.П. [6, с.153]): «информационный терроризм - есть совершение или угроза совершения с помощью информационных технологий и/или информационного оружия взрыва, поджога или иных общеопасных деяний, могущих повлечь гибель людей или иные тяжкие последствия и направленных на устрашение населения в целях понуждения государства, международной организации, физического или юридического лица или группы лиц к совершению или отказу от совершения какого-либо действия». Не трудно заметить, что такое определение включает в себя понятия «кибертерроризма» и «электронного терроризма», т.е. является более общим. Данное определение является рабочим и служит, прежде всего, для разработки тактики и стратегии борьбы с терроризмом, связанным с использованием информационных технологий.

Проблема информационного терроризма может быть решена только комплексным путем.

Во-первых, это правовые методы обеспечения информационной безопасности государства, т.е. разработка нормативных правовых актов, регламентирующих отношения в информационной сфере, и нормативных методических документов по вопросам обеспечения информационной безопасности.

Во-вторых, это организационно-психологические методы, направленные на совершенствование организационной структуры государственных и коммерческих предприятий (включая сертификацию средств защиты информации, лицензирование деятельности в области защиты и стандартизация средств защиты информации), и самое главное, формирование высоких нравственно-

этических норм у сотрудников, обслуживающих информационные системы критических предприятий и производств.

В-третьих, это создание и совершенствование систем обеспечения информационной безопасности и предупреждения нападения.

Рассмотрим более подробно третью составляющую. В плане совершенствования системы обеспечения информационной безопасности можно выделить следующие направления:

- разработка, использование и совершенствование средств защиты информации и методов контроля эффективности этих средств, развитие защищенных телекоммуникационных систем, повышение надежности специального программного обеспечения;

- создание систем и средств предотвращения несанкционированного доступа к обрабатываемой информации и специальных воздействий, вызывающих разрушение, уничтожение, искажение информации;

- выявление технических устройств и программ, представляющих опасность для нормального функционирования информационно-телекоммуникационных систем, предотвращение перехвата информации по техническим каналам, применение криптографических средств защиты информации при ее хранении, обработке и передаче по каналам связи, контроль за выполнением специальных требований по защите информации;

- формирование системы мониторинга показателей качества информационной защиты.

Одной из самых больших угроз для защищаемых компьютерных систем является атака посредством использования программных закладок. Программная закладка - это специальная скрытно внедренная в защищенную систему программа (или специально дописанный фрагмент пользовательской программы), позволяющая злоумышленнику путем модификации свойств системы защиты осуществлять несанкционированный доступ (НСД) к тем или иным ресурсам системы (в частности, к конфиденциальной информации).

Если программная закладка написана грамотно, то после того, как она внедрена в систему, обнаружить ее стандартными средствами администрирования практически невозможно, она может функционировать неограниченно долгое время, и на протяжении всего этого времени внедривший ее злоумышленник имеет практически неограниченный доступ к системным ресурсам. Как правило, программные закладки выявляются либо из-за неаккуратного использования злоумышленниками полученной с их помощью информации, либо из-за допущенных при их программировании ошибок, либо чисто случайно.

Приведем один пример атаки защищенной системы программной закладкой. Несколько лет назад служба безопасности одной из фирм, занимающихся посреднической деятельностью, обнаружила, что конфиденциальная информация, передаваемая партнерам по электронной почте, становится известной третьей стороне, несмотря на то, что в системе использовались платы "Криптон-3", реализующие обеспечивающий гарантированную защиту информации алгоритм шифрования в соответствии с ГОСТ 28147-89. Спустя некоторое время во всех компьютерах фирмы, на которых стояла указанная плата, была выявлена одна и та же программная закладка. Она попросту отключала плату "Криптон-3" и брала ее функции на себя, причем для шифрования данных вместо алгоритма по указанному ГОСТ использовался другой, совершенно нестойкий алгоритм. Проведенное расследование показало, что за несколько недель до описываемых событий во все отделения фирмы от лица якобы производителя платы "Криптон-3" пришли письма, к которым была приложена программа, о которой в письме говорилось, что это бесплатно распространяемый драйвер "Турбо Криптон", повышающий быстродействие платы в десятки раз. Не заметив подвоха, сетевые администраторы немедленно установили присланный драйвер на все соответ-

твующие компьютеры, в результате чего скорость шифрования действительно возросла, но защита электронной почты фактически отключилась.

Внедренная в систему, грамотно написанная программная закладка будет одинаково хорошо работать при любой политике безопасности, в том числе и адекватной. В силу этого одного только соблюдения адекватной политики безопасности для организации надежной защиты от программных закладок недостаточно - система защиты должна быть устойчивой к ошибкам программного обеспечения и администраторов: даже если злоумышленнику удалось внедрить в нее программную закладку, он не должен иметь возможности причинить значительный ущерб конфиденциальности и целостности хранимой информации. Можно предложить следующие меры защиты, повышающие устойчивость системы к ошибкам:

- контроль целостности кода системного программного обеспечения (СПО);

- контроль целостности конфигурации системы защиты и ее интерфейсных связей, регистрация их изменений;

- мониторинг потоков данных.

Контроль целостности кода СПО. Если внедренная в систему программная закладка модифицирует СПО, она будет выявлена при ближайшей проверке целостности кода (поскольку программная закладка может модифицировать СПО не только на диске, но и в оперативной памяти, необходим контроль не только исполняемых файлов, но и их образов, загруженных в память).

Контроль целостности конфигурации системы защиты и ее интерфейсных связей и регистрация их изменений. Если программная закладка внедрена в систему защиты путем модификации ее конфигурации или интерфейсных связей, закладка также будет выявлена при ближайшей проверке их целостности

Мониторинг потоков данных, которые могут быть использованы программными закладками в процессе функционирования и которые практически не используются легальным программным обеспечением (например, если программа входа в систему - login в UNIX или Winlogon в Windows NT - обращается для записи к файлу, не являющемуся ее файлом конфигурации, то, скорее всего, в системе присутствует перехватчик паролей). Создание в системе объектов-ловушек (объектов, доступ пользователя к которым невозможен без использования программных закладок). Любые успешные обращения пользователей к объектам-ловушкам должны регистрироваться. Например, если подсистема аудита ОС Windows NT зафиксировала успешное обращение к файлу с атрибутами защиты Everyone - No Access, то это означает, что подсистема разграничения доступа изменена программной закладкой.

Эти рекомендации носят общий характер. При использовании конкретных систем защиты могут понадобиться и другие меры защиты от программных закладок, зависящие от особенностей защищаемой системы. Выявить программную закладку любого известного типа сегодня не представляет особых трудностей. Основную же опасность представляют закладки ранее неизвестных типов, для которых разработанные прежде средства защиты неэффективны.

Большую роль в борьбе информационным терроризмом должен сыграть активный мониторинг сетевого пространства. На микроуровне – это системы мониторинга самой компьютерной системы (персонального компьютера) и локальной сети. В частности, для мониторинга локальной сети используются специализированные программы – sniffеры, позволяющие перехватывать переписку по локальной сети (Kerio Network Monitor 2.1.1., Winsniffer 2.0, Smb File Sniffer 1.0.0.1 и др.). На макроуровне – это системы мониторинга региональных компьютерных сетей (в перделах – фрагмента сети Интернет).

Следует подчеркнуть, что сниффинг информации является по сути дела, нарушением тайны переписки и наряду с прослушиванием линий является противозаконным. Поэтому такой съем информации должен производиться в строгом соответствии с требованиями законодательства Украины.

Экспоненциальный рост компьютерной преступности обязывает силовые ведомства любого государства предпринимать соответствующие контрмеры, в частности осуществлять разведывательные и контрразведывательные операции. С этой точки зрения является оправданным принятие законодательных актов регламентирующих проведение оперативно-розыскных мероприятий. В России, например, развиваются и совершенствуются системы типа СОРМ-2 (анализ Интернет-трафика - накопление и обработка информации по ключевым словам). Правительством Германии в январе 2002 года утверждено Федеральным "Распоряжение по технической и организационной реализации мер контроля за телекоммуникациями", которое имеет силу закона [7]. Введение таких законодательных актов целесообразно еще потому, что, как показывает мировая практика, из десяти разоблаченных контрразведкой агентов девять проваливаются на связи [7]. Системы мониторинга как раз и создаются на условиях, которые обеспечивают возможность доступа к любому сеансу связи абонента во время пользования услугами сети телекоммуникаций. Такие системы позволяют в реальном времени гарантированно идентифицировать и копировать содержание сеансов связи с использованием современных технологий.

Службой безопасности Украины, разработан проект Закона Украины "О мониторинге телекоммуникаций" [8]. Этот документ призван в законодательном порядке закрепить и усовершенствовать механизм проведения правоохранительными органами оперативно-технических мероприятий на каналах связи, в частности, таких, как телефонная связь или электронная почта. Разработка данного законопроекта вызвана необходимостью усовершенствования правовых и технологических условий обеспечения национальной безопасности в информационной сфере. Законы Украины «Об оперативно-розыскной деятельности», «О борьбе с терроризмом», «О разведывательных органах» и «О контрразведывательной деятельности» определяют снятие информации с каналов связи лишь как одну из функций правоохранительных органов. Проект закона «О мониторинге телекоммуникаций» детализует процедуру и условия создания интегрированной системы мониторинга, а также порядок его законного проведения субъектами ОРД [7].

Следует подчеркнуть, что новый закон не предусматривает предоставления правоохранительным органам дополнительных полномочий. Он необходим для того, чтобы урегулировать отношения специально уполномоченного государственного органа и операторов телекоммуникаций при внедрении и применении новых современных систем мониторинга. Закон определяет технические, организационные и режимные мероприятия для обеспечения мониторинга и контроля над его осуществлением в соответствии с Конституцией Украины и действующим законодательством.

Законопроект "О мониторинге телекоммуникаций" внесен на рассмотрение Верховного Совета Украины.

Более детальный анализ проведения разведывательных мероприятий и связанный с ним анализ соответствующего программного обеспечения выходит за рамки открытой публикации.

Информационное оружие становится идеальным средством для террористов, а информационный терроризм может стать угрозой существованию целых государств, что делает вопрос информационной безопасности важным аспектом национальной и международной безопасности. Опасность от использования информационных средств в преступных целях одинаково велика, как для высокоразвитых стран, так и для стран со слаборазвитой экономикой.

Литература

1. Информационные вызовы национальной и международной безопасности. Под общ. ред. А.В.Федорова. М.: ПИР-Центр, 2001;
2. Малышкин В.Г., Коновалов А.М. Реалии «информационного апокалипсиса»: киберпреступность, гипертерроризм, гипероружие. Доклады Института Европы РАН № 111, 2003. М.: Изд-во «Квадрат-С». 2003;
3. Голубев В.А. Кибертерроризм как новая форма терроризма. – http://www.crimere-search.org/library/Gol_tem3.htm. - 10.04.0;
4. Голубев В.А. Электронный терроризм – новое лицо терроризма. // Компьютерная преступность и кибертерроризм: Сб. научн. тр. Центр исследования компьютерной преступности. Вып. 1., 2004. Запорожье. Изд-во гуманитарного университета «ЗИГМУ». 2004. С.49-56;
5. Соколов А.В., Степанюк О.М. Защита от компьютерного терроризма. Справочное пособие. – Спб.: БХВ-Петербург, 2002;
6. Емельянов В.П. Терроризм и преступления с признаками терроризма: уголовно-правовое исследование. – Спб.; Изд-во «Юридический центр Пресс», 2002;
7. Кого и как «слушает» спецслужба. Эксклюзивное интервью газете «2000» заместителя Председателя СБ Украины генерал-лейтенанта А. Герасимова. Газета «2000». 17.10.2003 (<http://www.sbu.gov.ua/pres/>);
8. Проект закона Украины "О мониторинге телекоммуникаций". – <http://www.sbu.gov.ua/base/promon1-4.shtml>. - 15.05.04;
9. Чирило Дж. Защита от хакеров для профессионалов. - Спб.: Питер, 2002.

УДК 621.3

Рыбальский О.В.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ГАРАНТИРОВАННОЙ ПРОВЕРКИ АУТЕНТИЧНОСТИ МАТЕРИАЛОВ ВИДЕОЗВУКОЗАПИСИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИХ ЭКСПЕРТИЗЫ

Рассматриваются современные методы и средства проведения экспертных исследований аутентичности материалов видеозвукозаписи. Они созданы благодаря применению нового направления их разработки (основанного автором), использованию тонких процессов, возникающих в аппаратуре видеозвукозаписи, всегда сопровождающих процесс записи-воспроизведения информации и отражающихся в исследуемых сигналах.

Все более широкое использование современных информационных технологий во всех областях деятельности и быта людей поставило правоохранительных стран, в которых материалы видеозвукозаписи используются в качестве доказательной базы, перед трудной дилеммой: или изобрести методы и средства контроля аутентичности видеофонограмм (сигналограмм), отвечающих современному уровню угроз их фальсификации, или отказаться от доказательной базы, подлинность которой невозможно проверить.

Подобная альтернатива не вызвала положительных эмоций у представителей следственных органов и экспертов, понимавших, что методы проверки аутентичности сигналограмм, применяемые в широкой экспертной практике всех стран, не отвечают современному уровню угроз их подделки. Они были изобретены в 70-х годах минувшего столетия и основаны на визуализации магнитных отпечатков в сигналограмме посредством феррит-гранатовых кристаллов. Идеология этих методов построена на измерении геометрических размеров и расположения на носителе магнитных отпечатков, поэтому данные методы способны обеспечить выявление следов крайне примитивного механического монтажа, а также следы прерывания, остановки записи и изредка следы неудачного копирования сигналограмм [1,2].

Далее опираться на доказательства, достоверность которых проверена столь "объективными" методами, было, по нашему мнению, крайне некорректно.

При этом мы исходили из таких соображений:

1. Даже на время разработки методов визуализации давно существовал способ микширования сигналов с нескольких разных сигналограмм. При этом такой способ монтажа использовался как при студийной подготовке теле- радиопрограмм и производстве кинофильмов, так и в практике кинолюбителей [1].

2. С появлением в нашей жизни мощных персональных компьютеров и распространением программ обработки видео- и звуковой информации (так называемых редакторов), появилась возможность смонтировать аналоговую сигналограмму в ПЭВМ. При этом для выполнения такого монтажа достаточно навыков среднего пользователя, а качество его выполнения зависит лишь от усердия исполнителя [1]. Результаты экспертных исследований с использованием тех же самых редакторов, как это делают эксперты некоторых стран, не вызывают доверия, поскольку квалифицированный фальсификатор имеет возможность проверить результаты своей "работы" на предмет надежного сокрытия ее следов.

3. В связи с все более широким использованием цифровой аппаратуры видеозвукозаписи в оперативно-розыскной деятельности и быту, степень угрозы создания подделки, не выявляемой существующими методами, значительно возросла. Ведь если для фальсификации воспользоваться первичными цифровыми сигналограммами с записью речи жертвы следующего преступления (а такая подделка с соответствующей целью является преступлением), ввести эти сигналограммы в ПЭВМ, обработать, а затем переписать на аналоговой аппаратуре магнитной записи (ААМЗ) полученный фальсификат, то следы обработки в такой сигналограмме будут надежно замаскированы. Это поясняется тем, что динамический диапазон наилучшей ААМЗ составляет лишь 60 дБ, в то время, как динамический диапазон цифровой записи определяется разрядностью аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразователей (АЦП и ЦАП соответственно) и составляет для прямой импульсно-кодовой модуляции 6 дБ на разряд. Таким образом, для 16-разрядного преобразования это значение будет достигать 96 дБ. При этом следы цифровой обработки в сигналограмме будут замаскированы собственными шумами ААМЗ, уровень которых минимум на 36 дБ превысит уровень этих следов [1,3].

4. Методы и средства выявления следов цифровой обработки в цифровых сигналограммах (на время проведения анализа состояния возможностей экспертизы) вообще не были разработаны ни в одной стране мира.

Такое состояние вещей вынудило нас начать работы по созданию методов и средств экспертной проверки сигналограмм, отвечающих уровню угроз их подделки. Эту проблему нам удалось решить в два этапа.

Цель статьи – ознакомить широкий круг специалистов с современными возможностями разработанных нами методов и средств экспертной проверки аутентичности сигналограмм.

Разработка началась в Национальной академии внутренних дел Украины (НАВДУ) в 1997 г. На первом этапе были созданы методы и средства выявления следов монтажа и копирования аналоговых сигналограмм. Сначала мы выяснили, какие из процессов, происходящих при записи-воспроизведении сигналограмм, могут быть использованы в экспертизе.

При этом мы исходили из таких посылок:

1. Идентификационные и диагностические экспертные исследования проводятся путем сравнения характеристик спорной сигналограммы с характеристиками экспериментальной сигналограммы, записанной на ААМЗ, предоставляемой на экспертизу.

2. Следовательно, исследуемые процессы, используемые в экспертизе, должны носить строго индивидуальный характер для каждого отдельного образ-

ца ААМЗ, фиксироваться в сигналограмме, записанной и воспроизведенной на этом аппарате, и однозначно соотноситься между собой для спорной и экспериментальной сигналограммы.

3. Понятно, что параметры этих процессов обязательно должны изменяться при копировании сигналограммы или воспроизведении ее не на том аппарате, на котором она была записана. При этом эти параметры должны изменяться даже в случае перезаписи одной сигналограммы через ПЭВМ на тот же самый аппарат, на котором она была записана [1].

4. И, конечно, необходимо, чтобы эти процессы можно было выделить из сигналограммы в процессе ее воспроизведения и проанализировать, т.е. сама экспертиза должна проводиться методами неразрушающего контроля.

Такими свойствами обладают собственные шумы ААМЗ, являющиеся результатом взаимодействия многих конструктивных и технологических факторов, объективно существующих при производстве аппаратуры видеозвукозаписи. Эти факторы проявляются в виде большого количества независимых паразитных процессов, смесь которых записывается на сигналограмме в виде ее собственных шумов.

Проанализировав эти процессы, мы пришли к выводу, что наиболее целесообразно использовать паразитную амплитудную модуляцию (ПАМ) и регулярные частотные компоненты, содержащиеся в собственных шумах сигналограммы, возникающие как следствие взаимодействия технологических и конструктивных особенностей нескольких вращающихся деталей механизма транспортирования магнитного носителя [1]. Они полностью отвечают поставленным условиям.

На основе проведенного анализа были теоретически найдены необходимые зависимости, подтвержденные экспериментально, а на их базе разработаны необходимые методы и средства проведения экспертиз аутентичности аналоговых сигналограмм. Они были реализованы в аппаратно-программном комплексе "Теорема", разработанном в НАВДУ. Комплекс введен в экспертную практику в 1998 г.

Применение комплекса обеспечивает выявление следов практически всех известных способов монтажа аналоговых сигналограмм, выполненного с применением современных технологий, в том числе компьютерного монтажа (при условии использования для создания фальсификата аналоговых первичных сигналограмм). Единственный способ монтажа, следы которого не обнаруживаются на комплексе, – цифровой монтаж, выполненный на основе первичных записей, сделанных на цифровой аппаратуре видеозвукозаписи, но эта проблема была нами решена в процессе реализации второго этапа работы.

Эффективность разработанных методов и оборудования поясняется тем, что и сигналы ПАМ, и регулярные частотные составляющие, выделенные из спектра собственных шумов сигналограммы, имеют следующие свойства:

1. Статистические характеристики сигналов ПАМ для сигналограмм, записанных и воспроизведенных на одной ААМЗ, принадлежат к одной совокупности.

2. Статистические характеристики сигналов ПАМ копии сигналограммы и статистические характеристики сигналов ПАМ оригинальной сигналограммы принадлежат к разным совокупностям.

3. Статистические характеристики сигналов ПАМ сигналограммы, которая записана на одной, а воспроизведена на другой ААМЗ, не принадлежат одной совокупности со статистическими характеристиками сигналов ПАМ, принадлежащих сигналограмме, записанной и воспроизведенной на одной ААМЗ.

4. Регулярные частотные составляющие, содержащиеся в спектре шумов разных сигналограмм, записанных и воспроизведенных на одной ААМЗ, имеют одинаковое размещение на оси частот.

5. Регулярные частотные составляющие, содержащиеся в спектре шумов сигналаграммы, которая записана на одной, а воспроизведена на другой ААМЗ, размещены на оси частот иначе, чем регулярные частотные составляющие сигналаграммы, записанной и воспроизведенной на одной ААМЗ, и содержат дополнительные регулярные частотные составляющие.

6. Регулярные частотные составляющие, содержащиеся в спектре шумов копии сигналаграммы, даже если копия сделана на той же ААМЗ, на которой записывалась оригинальная сигналаграмма, имеют другое, относительно оригинала, размещение на оси частот и содержат дополнительные регулярные частотные составляющие.

Теоретическое обоснование этих свойств представлено в [1].

Указанные положения могут быть проиллюстрированы спектрограммами, приведенными на рис. 1 – 4, полученными при проведении экспертизы по одному из уголовных дел, где была изъята аппаратура для незаконного прослушивания телефонных разговоров. Эта самодельная аппаратура в своем составе содержала четыре малогабаритных магнитофона одной марки и модели, а именно "SONY", предназначенных для записи информации на компакт-кассеты. Одновременно можно было записывать четыре телефонных разговора. Также было изъято 25 кассет, но лишь одна из них содержала запись, пригодную для исследования. На всех других кассетах записи были стерты путем размагничивания с помощью дросселя.

Экспертам был поставлен вопрос: "Есть ли среди переданных на экспертизу кассет такие, что содержат сигналаграммы, выполненные на любом из четырех магнитофонов, входящих в изъятое устройство?"

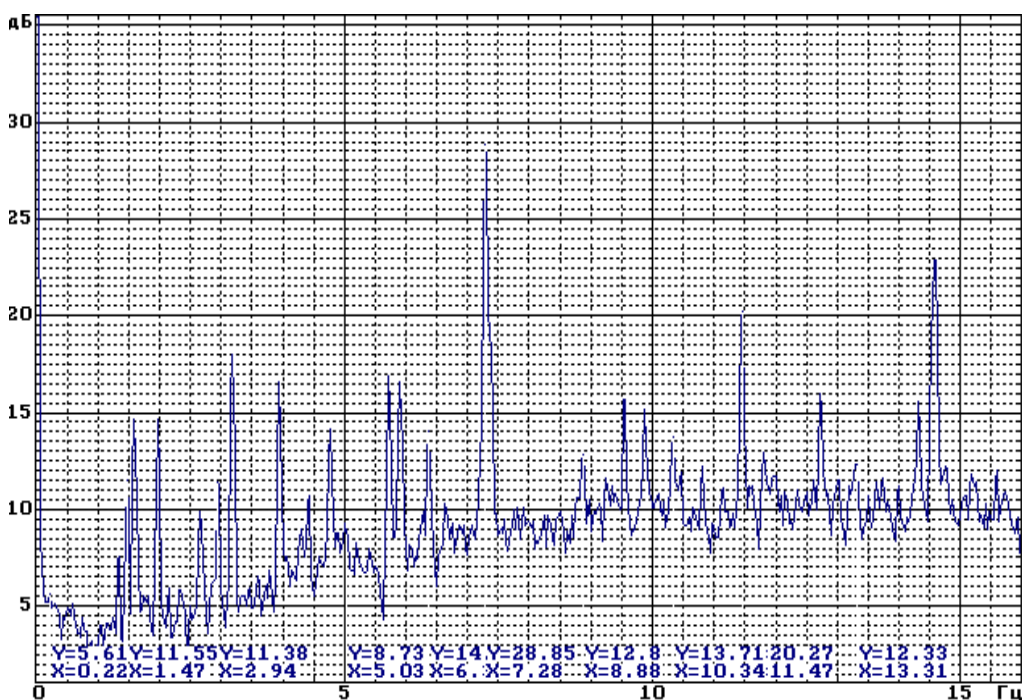


Рис.1. Регулярные частотные составляющие, выделенные из собственных шумов экспериментальной сигналаграммы, записанной на аппарате № 1

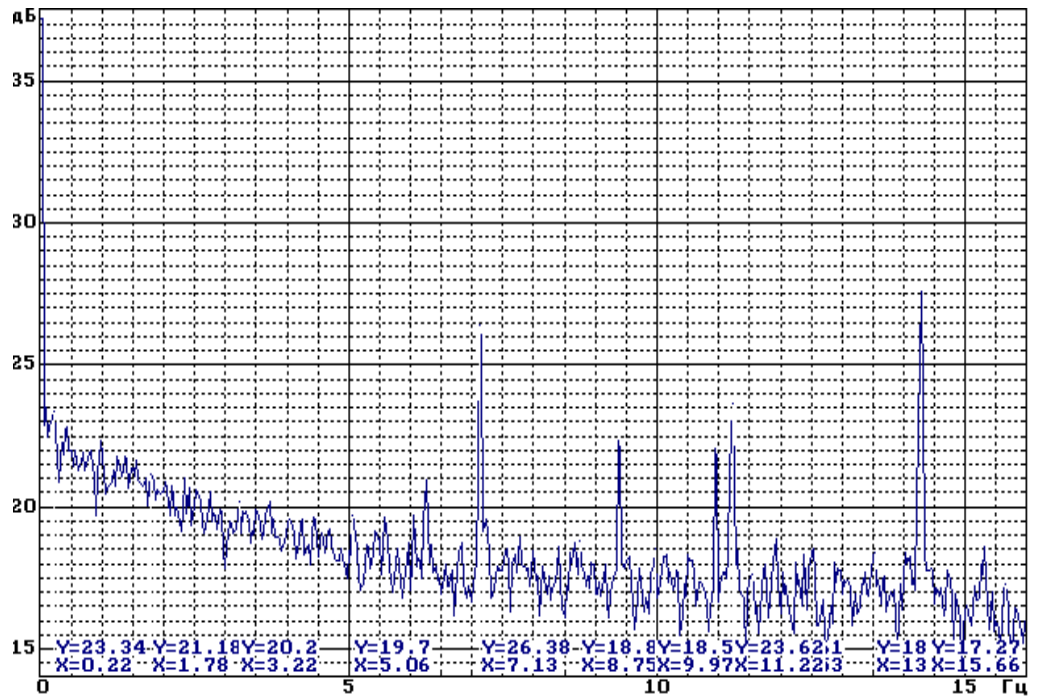


Рис.2. Регулярные частотные составляющие, выделенные из собственных шумов спорной сигналограммы, при ее воспроизведении на аппарате № 1

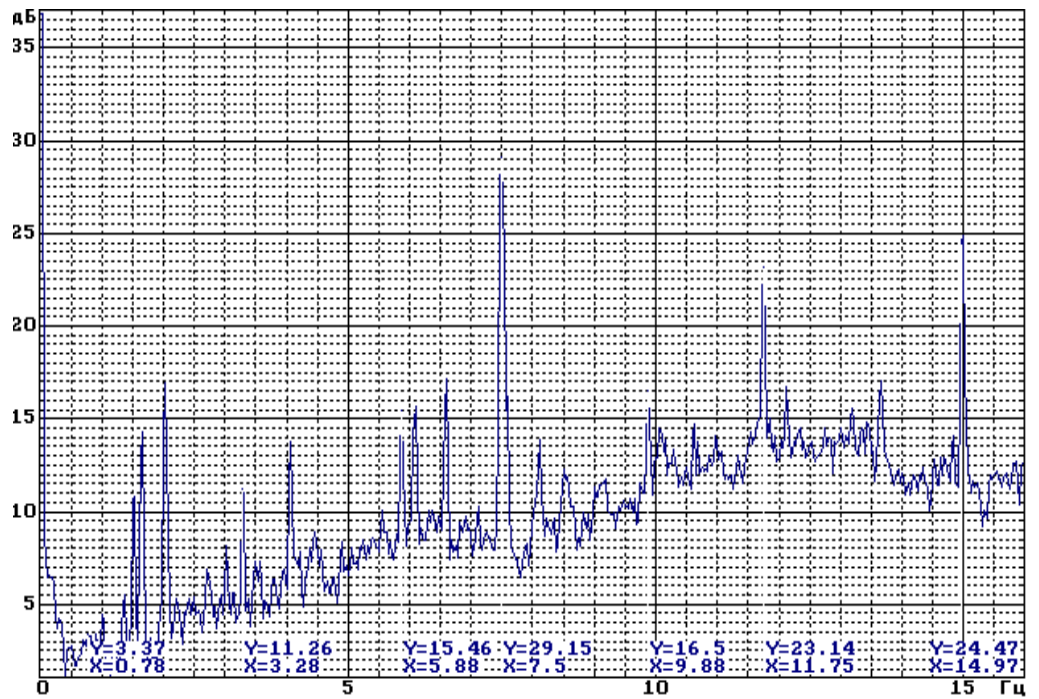


Рис. 3. Регулярные частотные составляющие, выделенные из собственных шумов экспериментальной сигналограммы, записанной на аппарате № 4

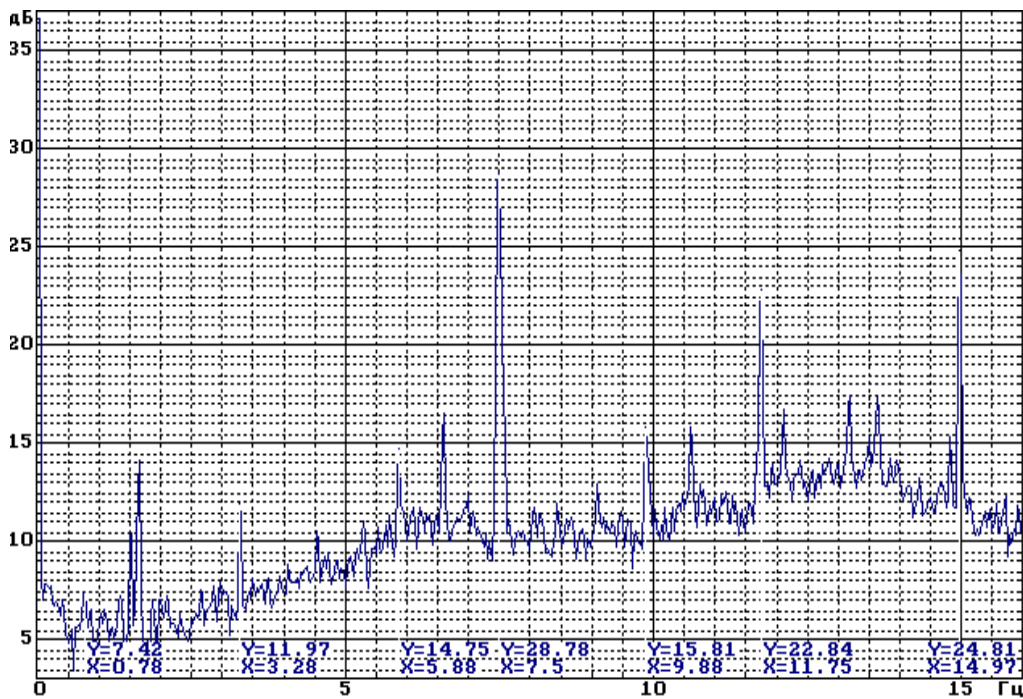


Рис. 4. Регулярные частотные составляющие, выделенные из собственных шумов спорной сигналограммы, при ее воспроизведении на аппарате № 4

Для ответа на этот вопрос были записаны на каждом из этих магнитофонов экспериментальные сигналограммы, а из каждой из этих сигналограмм при ее воспроизведении на соответствующем магнитофоне были выделены регулярные частотные составляющие в полосе частот от 0 до 16 Гц. Затем спорная сигналограмма воспроизводилась на каждом из магнитофонов и из нее также выделялись регулярные частотные составляющие.

Далее проводился сравнительный анализ расположения на оси частот этих составляющих для каждого из аппаратов.

В результате анализа было установлено, что размещение на оси частот регулярных частотных составляющих экспериментальной сигналограммы, записанной на аппарате № 4 и спорной сигналограммы, воспроизведенной на этом же аппарате, полностью совпадает. Это позволило сделать вывод, что одна кассета, из числа предоставленных на экспертизу, содержит сигналограмму, записанную на аппарате, входящем в данное устройство.

Добавим, что вероятность совпадения размещения на оси частот регулярных частотных составляющих для двух сигналограмм, записанных на двух разных экземплярах ААМЗ одной марки, не превышает значения $1,53 \cdot 10^{-10}$ [1]. То есть, эта вероятность значительно ниже вероятности совпадения отпечатков пальцев для всего населения бывшего СССР.

Вообще на разных образцах комплекса "Теорема" проведены более 200 экспертиз в НАВДУ и Львовском НИИ судебных экспертиз. В ряде из них выявлены следы монтажа и копирования, что подтверждает надежность этого метода и средства экспертных исследований. Сейчас стоит вопрос оснащения других экспертных подразделений страны такими комплексами, что, как всегда, сдерживается недостатком средств.

На втором этапе работы следовало решить две проблемы – выявление следов цифровой обработки аналоговых сигналограмм и проверки аутентичности цифровых сигналограмм. Работы начались в конце 1999 г.

Отметим, что эти задачи не из легких. Ведь в данном случае необходимо создать теорию выявления следов цифровой обработки сигналограмм. При этом методы и средства контроля должны обеспечить проверку сигналограмм, записанных на любой аналоговой и цифровой аппаратуре видеозвукозаписи, то есть носить универсальный характер [4,5].

Исследования начались с тщательного анализа конструктивных и технологических особенностей построения разных видов цифровой аппаратуры записи аналоговых сигналов (ЦАЗАС). Его целью было обнаружение общих процессов, узлов и блоков, используемых в любом виде такой аппаратуры, а в них следовало найти те индивидуальные особенности, которые могли бы быть применены для экспертизы.

Проведенный анализ показал, что обязательными для любой ЦАЗАС (да и для аппаратуры цифровой обработки сигналов видеозвукозаписи) являются генераторы тактовой частоты, АЦП и ЦАП, а общими операциями, производимыми в такой аппаратуре, являются процессы дискретизации аналоговых сигналов во времени и квантования по уровню. Следующим шагом было рассмотрение разных способов подделки сигналограмм [1,3,5-8]. Он позволил принять концепцию – для проведения цифровой обработки сигналограммы необходимо применение не менее двух разных цифровых устройств [3,9,10].

Из этого вывода логически вытекал следующий шаг – выявление индивидуальных особенностей конструктивного и технологического исполнения разных типов АЦП и ЦАП, проявляющиеся в различии между двумя разными цифровыми аппаратами. Они нашлись. Это различия в отклонении от номинального значения частот дискретизации и несоответствие в размещении на статических характеристиках квантователей уровня АЦП и ЦАП уровней с технологическими дефектами [1,3]. Таким образом, были выявлены два возможных источника возникновения следов цифровой обработки сигналограмм.

Дале необходимо было выяснить, каким образом эти несоответствия проявятся в обработанных сигналах.

Было проведено аналитическое моделирование всех известных способов цифровой обработки сигналограмм. Моделирование некоторых из них дало возможность установить еще два потенциальных источника возникновения следов цифровой обработки – операция стробирования, используемая при компиляции в ПЭВМ обработанной сигналограммы, и операции преобразования форматов представления аналоговой информации в цифровой форме.

Проведенное моделирование показало, что цифровая обработка сигналограмм обязательно искажает форму, а, следовательно, и спектр содержащихся в ней сигналов [1,3,9].

Казалось, что задачи решены – достаточно применить метод кратковременного преобразования Фурье, как это было сделано для выделения регулярных частотных составляющих из спектра собственных шумов аналоговых сигналограмм, и мы получим расхождения между экспериментальной и спорной цифровыми сигналограммами (если последняя подвергалась цифровой обработке).

Но анализ уровней искажений, возникающих в сигналах при их цифровой обработке, убедительно показал, что анализаторы, построенные на принципах кратковременного преобразования Фурье, не обеспечивают необходимой разрешающей способности ни по частоте, ни по амплитуде. Ведь необходимо анализировать сигналы в полосе частот от единиц до десятков тысяч герц с разрешающей способностью 0,001 Гц в нижней части этой полосы частот. А уровень таких искажений не превышает 1 – 2 мкВ [3,9,10].

Положение было бы безвыходным, если бы на это время не существовал вейвлет-анализ, свойства которого полностью удовлетворяют требованиям построения нужного анализатора [3]. Такой анализатор был создан, а его эффективность проверена экспериментально [3,11].

Одновременно стало ясно, что этот анализатор решает вторую проблему – выявления следов процессов дискретизации во времени и квантования по уровню в обработанных цифровыми способами аналоговых сигналах, поскольку лишь они являются безоговорочным свидетельством цифровой обработки аналоговых сигналов [12].

Результатом разработанной теории выявления следов цифровой обработки сигналов стал аппаратно-программный комплекс "Теорема-1", использующий современную мощную ПЭВМ со специализированным программным обеспечением – программой "Академия" [13-19]. Он внедрен в экспертную практику. В настоящее время на комплексе выполнено более 50 экспертиз, в ряде которых выявлены следы цифровой обработки сигналов.

Проведенные исследования однозначно доказали, что с появлением цифровых методов обработки сигналов, их непрерывность не является доказательством их аутентичности. Это поясняется возможностью при цифровой обработке убрать все "традиционные" следы монтажа: импульсы переходных процессов, пропуски в сигналах собственных шумов, несоответствия фаз в местах стыковки монтируемых фрагментов, несоответствия спектрального состава шумов в смонтированных участках и т.п.

Поэтому экспертные выводы, в которых непрерывность цифровой (да и аналоговой) сигнала и отсутствие других "традиционных" следов монтажа выдается в качестве доказательства ее аутентичности, свидетельствуют либо о полной некомпетентности экспертов, пришедших к такому выводу, либо о их лукавстве. На сегодняшний день доказательством подлинности любой сигнала может служить отсутствие в ней следов цифровой обработки (разумеется, при отсутствии других "явных" следов монтажа).

Именно для гарантированного выявления следов цифровой обработки и разработана программа "Академия".

Сама проверка построена на отборе стационарных фрагментов разных частот и амплитуд из речевых сигналов по всей длине спорной сигнала и сравнение их с аналогичными сигналами, отобранными из экспериментальной сигнала.

Для проверки используются вейвлет-портреты, превращенные в эквиваленты спектрограмм. Это сделано потому, что сами вейвлет-портреты неудобны для экспертного исследования, поскольку требуют тщательной подготовки эксперта. Они не имеют достаточной наглядности для неподготовленного человека (т.е. для суда), поскольку, во-первых, не могут быть прочитаны участниками судебного процесса и потому не будут иметь необходимой доказательной силы, и, во-вторых, не исключают влияния человеческого фактора при составлении экспертных заключений.

В то же время эти портреты, предоставленные в форме эквивалентов спектрограмм, полученных с вейвлет-портретов, сохраняя все замечательные свойства вейвлет-анализа (способность анализировать сигналы в широкой полосе частот и при этом выявлять маленькие всплески на большом сигнале, что достигается за счет высокой разрешающей способности по частоте в области низких частот и большой разрешающей способностью во времени в области высоких частот) позволяет получить наглядный иллюстративный материал результатов исследований [13-15].

В этом легко убедиться из рис. 5-7, на которых показаны вейвлет-портреты исследуемых сигналов и полученные из них эквиваленты спектрограмм для обработанных сигналов, и сигналов, не содержащих следов цифровой обработки. Спектрограммы взяты из экспертизы материалов видеозаписи, выполненной при расследовании одного из уголовных дел.

Предоставленные на рис. 5 вейвлет-портреты модуля и аргумента исследуемых сигналов, по нашему мнению, хорошо иллюстрируют сложность принятия по ним экспертных решений, понятных для неподготовленного человека.

Вместе с тем, рис. 6 наглядно демонстрирует выявленные следы цифровой обработки на эквиваленте спектрограмм, полученных из вейвлет-портретов сигналов, выделенных из обработанной и экспериментальной сигналограмм.

Таким образом, следы цифровой обработки сигналограмм проявляются в виде дополнительных всплесков на эквивалентах спектрограмм сигналов, выделенных из обработанной сигналограммы (то есть увеличением количества частотных компонент в спектре) относительно эквивалентов спектрограмм сигналов, выделенных из экспериментальной сигналограммы.

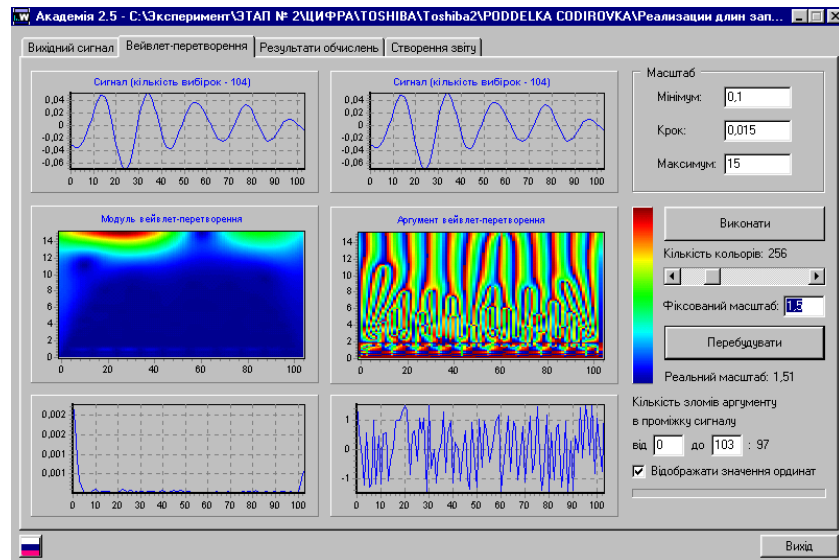


Рис. 5. Вейвлет-портрет модуля и аргумента сигнала, выделенного из исследуемой сигналограммы

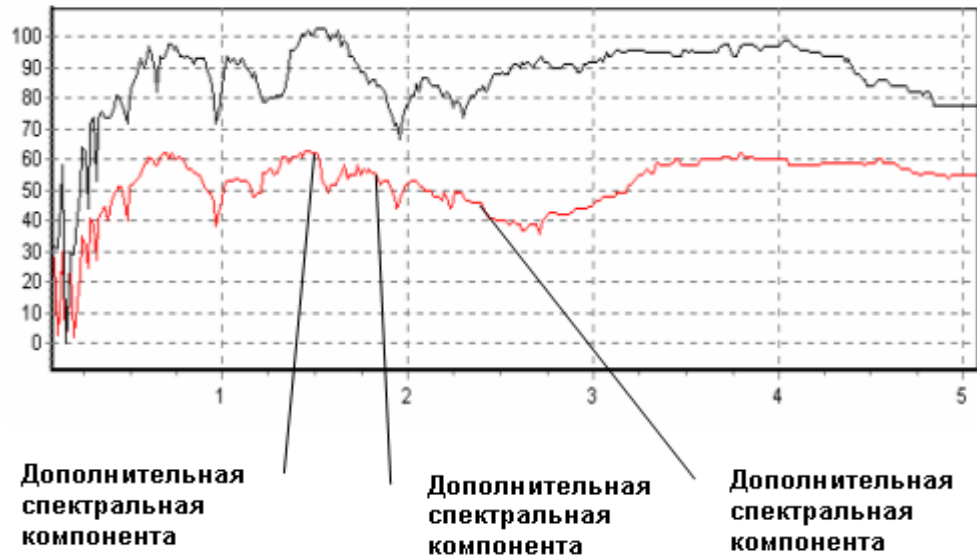


Рис. 6. Спектрограммы, полученные из вейвлет-портретов сигналов одной частоты, выделенных из обработанной в цифровой форме сигналограммы (серый график) и экспериментальной сигналограммы (черный график), записанной на предоставленной на экспертизу аппаратуре цифровой звукозаписи.

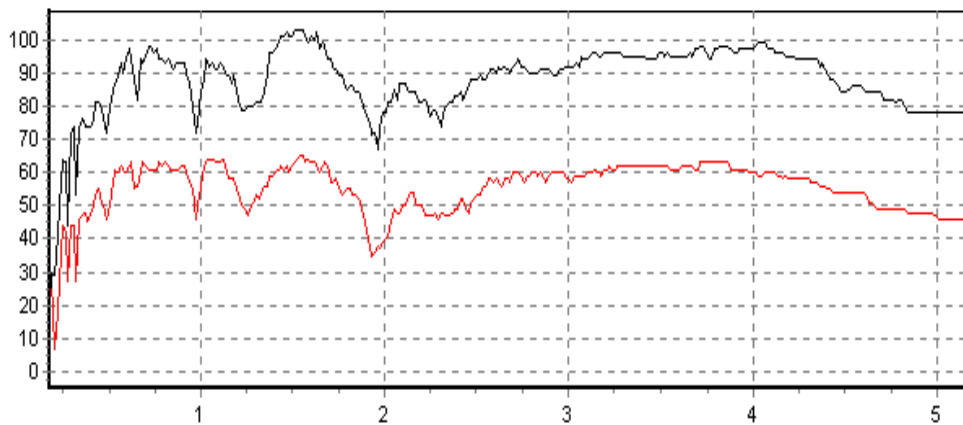


Рис. 7. Спектрограммы, полученные из вейвлет-портретов сигналов, полученных для двух сигналов одной частоты, выделенных из разных участков экспериментальной сигналограммы, записанной на предоставленной на экспертизу аппаратуре звукозаписи.

Выводы

1. Методы и средства проверки аутентичности аналоговых сигналограмм, основанных на визуализации магнитных отпечатков на магнитном носителе, не отвечают современному уровню угроз подделки сигналограмм и не способны обнаружить следы монтажа, выполненного с применением современных информационных технологий.

2. Непрерывность аналоговой и цифровой сигналограммы в условиях их возможной цифровой обработки не является доказательством ее аутентичности. Без проверки отсутствия в сигналограммах следов цифровой обработки нельзя считать доказанной их подлинность.

3. Разработанные методы и оборудование для выявления следов монтажа, основанные на исследовании тонких процессов, происходящих при их записи-воспроизведении и монтаже, обеспечивают гарантированную проверку аутентичности аналоговых и цифровых сигналограмм.

Литература

1. Рыбальский О.В., Жариков Ю.Ф. Современные методы проверки аутентичности магнитных фонограмм в судебно-акустической экспертизе. – К.: НАВСУ, 2003. – 300 с;
2. Рибальський О.В. Можливості використання магнітооптичних методів візуалізації остаточної намагніченості при проведенні судово-акустичної експертизи // Зб. наук. пр. Військового інституту телекомунікацій та інформатизації НТУУ "КПІ". – К. – 2004. – № 3. – С. 125–129;
3. Рибальський О.В. Застосування вейвлет-аналізу для виявлення слідів цифрової обробки аналогових і цифрових фонограм у судово-акустичній експертизі. – К.: НАВСУ, 2004. – 167 с;
4. Рыбальский О.В. Выбор направлений разработки методов и средств выявления следов цифровой обработки фонограмм // Захист інформації. – К.: КМУЦА. – 2004. – № 2. – С. 51–54;
5. Рибальський О.В., Богданов О.М., Геранін В.О. Методологія розробки основ теорії виявлення слідів цифрової обробки фонограм та її деякі аспекти // Правове, нормативне, метрологічне забезпечення систем захисту інформації в Україні. – 2004. – Вип. 8. – С. 24–28;
6. Рыбальский О.В., Тимко Е.В., Усков К.Ю. Выявление следов цифровой обработки цифровых фонограмм, проведенной с перекодировкой форматов // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – К. – 2004. – Т. 6, № 1. – С. 99–109;
7. Рыбальский О.В. Модели нестандартных способов обработки цифровых фонограмм // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – К. – 2003 – Т. 5, № 4. – С. 25–32;

8. Рыбальский О.В. Анализ возможных цифровых и аналоговых способов подделки фонограмм и требований к анализаторам для выявления их следов // *Захист інформації*. – К.: КМУЦА, 2004. – Спеціальний випуск. – С. 44–48;
9. Рыбальский О.В. До основ теорії виявлення слідів цифрової обробки фонограм // *Зб. наук. пр. Військового інституту телекомунікацій та інформатизації НТУУ "КПІ"*. – К. – 2004. – № 4. – С. 129–138;
10. Рыбальский О.В. К основам теории выявления следов цифровой обработки фонограмм // *Защита информации. Сб. трудов НАУ*. – К.: КМУЦА, 2004. – Вып. 11. – С. 50–56;
11. Рыбальский О.В. К экспериментальной проверке достоверности положений теории выявления следов цифровой обработки фонограмм // *Реєстрація, зберігання та обробка даних*. – К. – 2004. – Т.6, № 3. – С. 85–98;
12. Рыбальский О.В. Методологические основы судебно-акустической экспертизы при проведении диагностических исследований по выявлению следов цифровой обработки аналоговых и цифровых фонограмм // *Защита информации: Сб. научн. тр.* – К.: НАУ, 2003. – Вып. 10. – С. 165–170;
13. Рыбальский О.В. Программа для выявления следов цифровой обработки аналоговых и цифровых фонограмм при проведении судебно-акустической экспертизы // *Реєстрація, зберігання і обробка даних*. – К. – 2003. – Т. 5, № 3. – С. 50–56;
14. Рыбальский О.В. Метод получения графиков текущих спектров сигналов из их вейвлет-портретов // *Захист інформації*. – К.: КМУЦА. – 2004. – № 1. – С. 51–56;
15. Свідоцтво № 11088 про реєстрацію авторського права на твір. Комп'ютерна програма "Академія". Рыбальський О.В., Волкович С.Л. (Україна); Рыбальський О.В. – № 10986; Заявл. 26.07.2004; Оpub. 17.09.2004;
16. Пат. 60403 України, МКВ G 11 b 27/00, 27/36. Спосіб перевірки автентичності цифрових сигналів: Пат. 60403 України, МКВ G 11 b 27/00, 27/36 Рыбальський О. В., Жаріков Ю.Ф. (Україна); НАВСУ. – № 2002031835; Заявл. 05.03.02; Оpubл. 15.10.03, Бюл. № 10;
17. Пат. 54627 України, МКВ G 11 b 27/00, 27/36. Спосіб ідентифікації цифрової апаратури запису аналогових сигналів та перевірки автентичності цифрових сигналів: Пат. 54627 України, МКВ G 11 b 27/00, 27/36 Рыбальський О.В., Жаріков Ю.Ф., Орлов Ю.Ю., Геранін В.О., Писаренко Л.Д., Мовчан Т.В., Кирюша Б.А. (Україна); НАВСУ. – № 2001129156; Заявл. 28.12.01; Оpubл. 17.03.03, Бюл. № 3;
18. Пат. 27207 України, МКВ G 11 b 27/00, 27/36. Спосіб перевірки оригінальності та автентичності магнітних фонограм: Пат. 27207 України, МКВ G 11 b 27/00, 27/36 Рыбальський О.В., Жаріков Ю.Ф., Орлов Ю.Ю. (Україна); НАВСУ. – № 99084533; Заявл. 09.08.99; Оpubл. 15.08.00, Бюл. № 3;
19. Рішення Державного департаменту інтелектуальної власності про видачу патенту на винахід від 23.11.2004 р. по заявці на винахід № 2003076921 МКВ G 11 b 27/00, 27/36. Спосіб виявлення слідів цифрової обробки аналогових і цифрових сигналів: Рыбальський О.В., Геранін В.О., Жаріков Ю.Ф., Орлов Ю.Ю., Волкович С.Л., Струк І.О. (Україна); НАВСУ. – заявл. 22.07.2003 р.

УДК 004.415:330.47

Андросов В.И., Данич В.Н.

ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЕНЧЕСКАЯ АРХИТЕКТУРА ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ОБЪЕКТ БИЗНЕС-РАЗВЕДКИ

В статье рассматриваются информационно-управленческие архитектуры предприятий как объект бизнес-разведки, приводятся причины интереса конкурентов к структуре предприятия, отмечается повышение эффективности защиты информации при использовании соответствующей структуры предприятия; рост влияния архитектуры предприятия на повышение эффективности его деятельности и конкурентоспособности.

Постановка проблемы

Термин «бизнес-разведка», или «конкурентная разведка» появился в нашей стране сравнительно недавно. Им обозначают выяснение особенностей

производственных процессов конкурента, его поставщиков или любой другой информации, которая может понадобиться для ведения конкурентной борьбы.

Анализ последних достижений и публикаций

В данный момент информационно-управленческую архитектуру (ИУА) предприятия не принято считать целесообразным объектом бизнес-разведки. Это может быть объяснено рядом причин.

Во-первых, связь между структурой предприятия и эффективностью его деятельности редко осознается. Нет и опыта работы с такой связью, восприятия ее существенности. Основная причина этому – период становления и развития большинства средних и крупных организаций приходится на время командной экономики, когда чаще всего работала цепочка «спрос→ государство→ предприятие→ выпуск продукции». Т.е. управленческий аппарат предприятия был не более чем промежуточным звеном в процессе принятия производственных решений. Степень влияния государства различалась в зависимости от рода деятельности, но рыночный механизм управления производством, конкурентная борьба в рамках одной отрасли практически отсутствовали. Подобный механизм привел к унификации звена «управление предприятием» (так упрощался и даже делался возможным внешний контроль). Архитектура предприятий определялась нормативно.

Традиционная схема успешно функционировала во многом благодаря отсутствию доступа на внутренний рынок зарубежных предприятий. В таких условиях ИУА организации не представляла собой какой-либо ценности для бизнес-разведки, да и само понятие конкуренции не было актуальным для внутренних предприятий.

Формулировка целей статьи

Целью данной статьи является определение сущности конкурентной разведки информационно-управленческих архитектур предприятий. Могут ли структурные особенности организации конкурента представлять такой же интерес, как и его бизнес-процессы, непосредственно связанные с производством (работа с рецептурами, поставщиками, производственным оборудованием и т.п.).

Изложение основного материала

С приходом рынка ситуация значительно изменилась. Главным детерминантом производства товара стал спрос. Государственное влияние в той мере, в которой оно было раньше, устранено. В современных условиях единственным фактором успешной работы предприятия является его возможность оперативно удовлетворять пользовательский спрос. На первый план выходит обратная ситуация: производственный процесс значительно унифицирован (особенно это касается производства товаров массового производства, пищевой продукции и т.п.) и потребности в бизнес разведке здесь практически нет. Конечно, остаются особенности производства, ноу-хау, которые представляют значительный интерес для конкурентов, но они являются обычно лишь незначительными модификациями производственного процесса, которые относительно легко скрыть.

Здесь появляется первая причина заинтересованности конкурентов в информационно-управленческой архитектуре. Соккрытие производственной тайны наиболее эффективно реализовывать именно на уровне структуры предприятия. Выразаться это может по-разному: существование специального отдела безопасности (случай, когда имеет место большая важность скрываемой информации, или ноу-хау не носит компактного характера), наличие особых моделей данных, призванных повысить защиту. Первый вариант относится к управленческой архитектуре предприятия, второй – к информационной. В принципе эти методы могут существовать и по отдельности, вполне справляясь со своим предназначением, но максимальный эффект может быть получен только при эффективном взаимодействии перечисленных подходов. Так, являясь представителем

ми разных «семейств», они, тем не менее, направлены на выполнения одной задачи.

При грамотном объединении методов может быть получен эффект синергии [2], взаимного усиления управленческих и информационных механизмов защиты информации, превышения простого суммарного результата.

Рассмотрим упрощенный пример реализации информационной системы предприятия, которая очень тесно связана с его управленческой архитектурой. В основе этой системы должна лежать база данных предприятия. Практически все современные СУБД предоставляют те или иные механизмы защиты информации. Наиболее развитые из них также дают широкие возможности построения моделей данных. Во-первых, это стандартные средства поддержания целостности данных (первичные ключи, внешние ключи, каскадное обновление данных, триггеры). Они содержатся практически в любой современной СУБД, а отсутствие той или иной функциональности чаще всего обусловлено лишь жесткими требованиями к скорости работы СУБД при заведомо известной относительной простоте данных (MySQL).

Мощные СУБД, специально предназначенные для создания корпоративных баз данных (Oracle, MS SQL Server, PostgreSQL), кроме обязательной поддержки целостности информации, дают широкие возможности абстракции и изоляции данных. Последнее необходимо при построении информационной системы предприятия, адекватно отражающей его структуру. Наиболее общее средство абстракции данных (т.е. реализованное во многих СУБД) – это представления (view). По сути, это виртуальный объект базы данных, отражающий видение той или иной сущности конкретным пользователем или подразделением. Таким образом, пользователи работают не с физическими таблицами базы данных, а с некоторыми подмножествами информации (это может быть как подмножество полей одной таблицы, так и результат объединения нескольких таблиц) С помощью данного механизма достигается эффективное сокрытие данных при высокой степени прозрачности и целостности системы. Данное высказывание можно рассмотреть на следующем примере.

На предприятии, выпускающем пищевую продукцию, рецептуры являются производственной тайной, и доступ к ним ограничен определенным кругом людей (специальным отделом). Наиболее очевидным решением проблемы сокрытия информации здесь будет создание отдельной базы данных для учета производства, которая работала бы с информацией других отделов через определенный изолирующий интерфейс [1]. Однако существование нескольких баз данных в рамках одного предприятия хоть и вполне допустимо, но связано со значительными издержками, связанными с поддержанием целостности данных в масштабах всего предприятия. Последнее эффективно реализовать средствами СУБД будет очень трудно – скорее всего, нужно будет создавать специальные искусственные средства.

Рассмотрим и другое решение проблемы, основанное на использовании представлений. Имеется единая база данных предприятия, однако с физическими таблицами работают очень немногие пользователи (для довольно крупного предприятия можно даже утверждать, что напрямую с физическими таблицами не работает уже никто). Нужно подчеркнуть, что под физическими таблицами подразумеваются таблицы базы данных, они уже представляют высокоуровневую организацию информации, но в контексте рассматриваемой проблемы их удобно называть именно так. Итак, каждый отдел работает со своим представлением данных, при этом сотрудники отдела могут работать с собственными представлениями. Преимущества подхода очевидны:

- конечный пользователь работает только со «своим» представлением, не имея возможности узнать о существовании тех или иных тайных данных и

- представления позволяют работать с привычными названиями полей и таблиц, которые могут существенно различаться в рамках одного предприятия для одной и той же сущности;
- несмотря на множество представлений, данные хранятся в одной базе, так что контроль над поддержанием целостности информации значительно упрощается.

Вернемся к примеру рецептур. В базе данных фиксируются ингредиенты, затраченные на производство товаров. В этой информации нуждается отдел закупок. В то же время этот отдел не имеет доступа к информации о рецептурах и не находится на охраняемой территории предприятия. Если для получения статистики ему предоставить таблицу с затратами ингредиентов для каждого продукта, то это будет грозить утечкой информации (теоретически даже посторонний человек будет иметь доступ к данным о рецептах). Поэтому целесообразно этому отделу позволить работать с представлением, содержащим суммарные количества ингредиентов, не сообщая, что существует таблица с затратами по каждому изделию. Такая модель позволит открыть доступ к этому представлению напрямую поставщикам продукции, чтобы они самостоятельно могли принимать решения о новых поставках.

Постороннему лицу для получения интересующих его данных нужно будет сначала узнать структуру базы данных, а этой информацией может не владеть никто на предприятии, кроме разработчика. Также, располагая паролями одних отделов, злоумышленник уже не сможет получить доступ к данным других подразделений. Здесь большую роль играет защита именно на уровне архитектуры предприятия. Т.е. структура предприятия должна обеспечивать максимально централизованную, компактную и защищенную методику доступа к секретной информации. Возвращаясь к примеру, работа с рецептурами должна быть сосредоточена в минимально возможном количестве отделов с повышенными требованиями к кадрам и дополнительными мерами безопасности (вход по пропускам, усложненные методы аутентификации пользователей). Также, возможно, следует создать специальный отдел безопасности для более эффективной изоляции секретных отделов. В любом случае, если архитектуре подобного предприятия не будет уделено достаточно внимания, то даже идеально спроектированная база данных с представлениями никак не будет содействовать сокрытию информации.

Использование представлений целесообразно не только для данных, но и для архитектуры предприятия [3]. Во-первых, такой подход повысит защиту ИУА, а, во-вторых, на порядок улучшит ее прозрачность и упростит сопровождение.

Рассмотрим возможный сценарий бизнес-разведки для данного примера. Конкурент задается целью получить рецептуры соперника. Конечно, здесь еще нужно рассмотреть степень законности данного мероприятия, однако в том, что случаи подобной деятельности бывают, сомнений нет. Получение доступа к корпоративной базе данных от имени открытых отделов не приводит к получению нужной информации. Следующий этап – разведка ИУА предприятия, т.е. выявление основных информационных потоков, отделов, располагающих нужными данными, отделов, ответственных за защиту и так далее. Только после разведки архитектуры предприятия можно начинать целенаправленную «охоту» за информацией.

Итак, грамотно сформированная архитектура предприятия может стать эффективным дополнительным уровнем защиты секретной информации, и в этом качестве она становится очевидным объектом бизнес-разведки. Здесь нужно остановиться на одном факте. Утверждается, что современное и эффектив-

ное предприятие должно иметь прозрачную ИУА. В данной же статье говорится о необходимости сокрытия информации о некоторых подразделениях, о создании изолирующих представлений. Это именно соответствует требованию прозрачности: секретные подструктуры предприятия совершенно прозрачны, в то время как типичные открытые отчетливо просматриваются (полупрозрачны), причем степень видимости подсистем различается в зависимости от статуса наблюдающего субъекта. Полная прозрачность нестандартных (или секретных) участков способствует формированию более понятной модели предприятия, достаточной для эффективного взаимодействия с внешними субъектами.

Использование представлений на самых различных уровнях организации предприятия (от ИУА до структуры данных) несет ряд преимуществ

- более эффективная защита конкурентной информации;
- прозрачность архитектуры предприятия, повышение управляемости;
- упрощение изменений в ИУА предприятия, гибкость;

Формирование эффективных и полных представлений является достаточно сложной задачей, так как они требуют высокого уровня формализации данных о предприятии. Обобщение информации – долгий и кропотливый процесс, поэтому главной рекомендацией построения корпоративной системы, является модульность [3], т.е. разбиение на относительно простые составляющие. Представления являются естественным продолжением модульной концепции.

Рассмотрим еще одну причину возможного интереса к ИУА со стороны конкурентной разведки. Сейчас для повышения эффективности работы предприятия применяется не только совершенствование процесса производства, но и общей структуры организации. Данная практика широко и давно используется за рубежом, у нас же руководители только начинают осознавать необходимость изменений в информационно-управленческой структуре предприятия. Реорганизация архитектуры – сложный и трудно формализуемый процесс. А, учитывая новизну подобных работ для нашей страны, то еще и крайне опасный, так как предсказать результаты реорганизации фирмы практически невозможно. Для уменьшения рисков обращаются к специальным консалтинговым фирмам, которые располагают соответствующим опытом и могут помочь выбрать наименее болезненный путь развития. Подобные услуги сами по себе приводят к значительным затратам, кроме того, сам процесс реорганизации обходится недешево. Однако, при успешном завершении формирования оптимальной ИУА предприятия, выигрыш также будет значительным.

Отметим, что простое копирование внешнего представления архитектуры без уточнения ключевых фигур в бизнес-процессах может оказаться неэффективным. Так внешне структуры большинства отечественных предприятий очень похожи и на некоторых из них могут применяться такие нерадикальные оптимизации, как смена принимающего решения лица при сохранении за ним старой должности и т.п. Поэтому простого мониторинга архитектуры предприятия явно недостаточно – важно провести работы по выявлению ключевых должностей.

Интерес конкурентов к подобным процессам очевиден, ведь гораздо проще воспользоваться готовыми достижениями, не вкладывая значительных средств. Т.е. эффективная ИУА в наше время становится ценным товаром, который можно купить, продать или позаимствовать у конкурента. Способов заимствования несколько, причем это не обязательно должен быть шпионаж. Возможен мониторинг ИУА соперника или даже открытое сотрудничество с ним. Обмен опытом – один из самых эффективных методов бизнес-разведки и однозначно самый легальный и открытый. Особенную ценность подобное сотрудничество имеет в настоящее время, т.е. в начальный период становления нового подхода к организации предприятий, пока еще не накоплен достаточный для эффективной деятельности опыт.

В этом направлении можно условно выделить третий объект разведки – ИУА зарубежных предприятий. Эта область требует гораздо большей осторожности и продуманности, так как наказания за нелегальные методы здесь на порядок строже – это может быть расценено, как шпионаж в пользу другой страны. Здесь открытое сотрудничество является единственным более или менее безопасным способом получения информации. Пользу же ее трудно переоценить ввиду того, что за рубежом процессы оптимизации структуры предприятий были начаты намного раньше, чем в нашей стране, поэтому и результаты получены гораздо более серьезные.

Отдельно стоит вопрос разведки информационно-управленческих архитектур более сложных экономических образований – промышленных групп. Обычно они представляют собой большое количество предприятий, необязательно одной отрасли, принадлежащие одному собственнику. Структура управления подобными структурами тщательно скрывается, так как владелец не всегда желает афишировать себя, и, кроме того, скрытая архитектура делает организацию значительно более устойчивой к внешним деструктивным влияниям. Так, не располагая схемами основных управленческих механизмов невозможно значительно повлиять на систему или повредить ей. Сложные системы обычно имеют механизмы восстановления поврежденных звеньев, причем эффективность данной регенерации зависит от важности потерянного узла. Поэтому, скрыв ключевые контуры, система становится много более защищенной. Соответственно идентификация управленческой подсистемы в данном случае является первым этапом взаимодействия с целевой структурой.

Вывод

В настоящее время на первый план выходят вопросы совершенствования архитектуры организации и как следствие ее сокрытия от конкурентов. Бизнес-разведка ИУА является перспективной и в то же время недостаточно разработанной в нашей стране областью исследований, так как структура предприятия играет большую роль в повышении его конкурентоспособности и позволяет более эффективно защищать производственную тайну.

Литература

1. Андросов В.И., Данич В. Н. Бухгалтерский учет и защита информации на предприятиях с производственными процессами «ноу-хау». - Вестник ВУГУ, Луганск: Изд. ВУГУ, 2004, №11 (81). - с. 108-112;
2. Данич В. Н. Синергизм управленческих и информационных структур в социальных системах. - Вестник ВУГУ, Луганск: Изд. ВУГУ, 2000, №3 (25). - с. 20-27;
3. ISO/TC 184/SC 5/WG 1, ISO 15704 «Industrial automation systems — Requirements for enterprise-reference architectures and methodologies», 1999-08-20.

УДК

Белозеров Е.В.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ИДЕНТИФИКАЦИИ КЛИЕНТА ПО ПАРАМЕТРАМ DNSР ЗАПРОСА

В статье рассмотрены теоретические аспекты создания программного обеспечения аутентификации пользователей согласно распределенным адресам.

Построение защищенной сети представляет собой сложную проблему, связанную с эффективностью построения самой сети, распределением ресурсов сети, настройкой сетевых сервисов. В локальных сетях часто возникает проблема распределения адресов. Злоумышленники пытаются получить неправильные или просто понравившиеся адреса. Если эти адреса в данное время не заняты

(компьютеры-владельцы выключены), то им это удастся, и настоящий владелец не может получить свой адрес. Таким образом, могут пострадать многие сетевые сервисы, так как адресация происходит именно по IP. (32-битное число, логический сетевой адрес, заданный администратором сети или самим пользователем) Большинство брандмауэров также работает на уровне IP адресов, то есть происходит подмена компьютеров, и защитные правила не будут работать для конкретной машины.

В сетях Ethernet существует такое понятие как MAC-адрес (48-битное число, физический сетевой адрес, заданный аппаратным образом.), благодаря которому драйвер сетевой карты определяет, что данный пакет адресован именно данному компьютеру. Используется логическая адресация при помощи IP адресов. IP адрес преобразуется в MAC адрес средствами отправителя пакета, этим и занимается протокол преобразования адреса.

Отправитель пакета определяет MAC адрес получателя, посылая широковещательный запрос по протоколу ARP. Давайте рассмотрим ARP запрос.

Типичный пакет ARP запроса

```

0000 FF FF FF FF FF FF 00 01 02 75 93 33 08 06 00 01 .....u.3
0010 08 00 06 04 00 01 00 01 02 75 93 33 C0 A8 C8 01 .....u.3
0020 00 00 00 00 00 00 C0 A8 C8 04 00 00 00 00 00 .....
0030 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 .....

```

Рис.1

Адрес получателя: FF:FF:FF:FF:FF:FF (широковещательный)

Адрес отправителя: 00:01:02:75:93:33

Тип содержимого пакета: ARP 08-06

Тип оборудования: Тип протокола: IP 00-08, Ethernet 00-01

Длина MAC и IP адресов в битах: 06 и 04

Код операции: ARP запрос 01

Аппаратный адрес отправителя: 00:01:02:75:93:33

Адрес протокола отправителя: 192.168.200.1 (IP-адрес)

Аппаратный адрес цели: 00:00:00:00:00:00 (неизвестен)

Адрес протокола цели: 192.168.200.4 (искомый IP)

Обрамление пакета: 18 байт (Windows)

На основании этого можем сделать вывод, что пакет рассылается широковещательно. Компьютер как будто спрашивает всю сеть, кто имеет нужный IP (логический) адрес, с просьбой выслать свой MAC (аппаратный) адрес. Машина в сети, которая считает, что она имеет соответствующий IP адрес, посылает ARP отклик со своим MAC адресом. Рассмотрим ARP ответ.

Типичный пакет ARP ответа

```

0000 00 60 97 8F 93 5D 00 01 02 75 93 33 08 06 00 01 .`. . . . ] . . . . u.3
0010 08 00 06 04 00 02 00 01 02 75 93 33 C0 A8 C8 01 .....u.3
0020 00 60 97 8F 93 5D C0 A8 C8 3C 00 00 00 00 00 00 .`. . . . ] . . . . < . .
0030 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 .....

```

Рис.2

Адрес получателя: 00:60:97:8F:93:5D

Адрес отправителя: 00:01:02:75:93:33

Тип содержимого пакета: ARP 08-06

Тип оборудования: Тип протокола: IP 00-08, Ethernet 00-01

Длина MAC и IP адресов в битах: 06 и 04
 Код операции: ARP ответ 02
 Аппаратный адрес отправителя: 00:01:02:75:93:33
 Адрес протокола отправителя: 192.168.200.1 (IP-адрес)
 Аппаратный адрес цели: 00:60:97:8F:93:5D
 Адрес протокола цели: 192.168.200.60
 Обрамление пакета: 18 байт (Windows)

ARP ответ сообщает запрашивающему MAC адрес, соответствующий IP адресу запроса.

Примерно такой же ARP запрос посылается, когда компьютер включает сетевой адаптер. Посылается "беспричинный" ARP, который настраивает коммутаторы для пропуска нужных отправителю пакетов, а также проверяет уникальность запрашиваемого IP адреса в сегменте сети.

Если в пакете совпадают IP адреса отправителя и получателя, он также широковещательный. Если в сети уже есть компьютер, настроенный на использование запрашиваемого адреса, то он воспринимает "беспричинный" ARP как обычный ARP запрос и посылает ARP ответ, в котором указывает свой MAC адрес. Включившийся компьютер не ожидает получения ответа, а если получает, то на экран выдается сообщение вида:

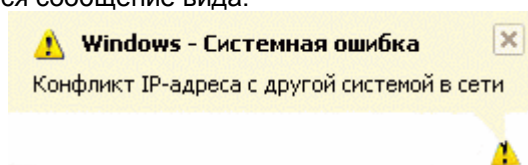


Рис.3

На самом деле, у нас есть возможность программно генерировать поддельные ARP ответы и не пускать компьютер в сеть, то есть якобы присвоить себе все адреса сети. По каким критериям мы можем не давать или давать получить адрес? Посмотрим на ARP запрос. Нам предоставляется только MAC адрес, а поскольку его можно легко подделать, то этот параметр является недостаточным.

На помощь нам приходит протокол DHCP. Он позволяет получить большее количество параметров конфигурации от клиента и уже по ним сделать выбор: пускать или не пускать компьютер в сеть.

Однако существует ряд пользователей, которые меняют одновременно IP и MAC-адрес и получают несанкционированный доступ к сетевым ресурсам.

DHCP действует следующим образом: сначала клиент посылает широковещательное сообщение DHCP Discover, в котором определяет желаемые параметры инициализации сети. Сервер (или несколько) отвечает DHCP Offer, где предлагает параметры инициализации, затем клиент принимает параметры и отвечает сообщением DHCP Request. Процесс завершается сообщением сервера DHCP Ack.

Рассмотрим поле опций сообщения DHCP Discover, какие параметры могут быть получены из него.

Поле опций DHCP Discover

```

0110 00 00 00 00 00 00 63 82 53 63 35 01 01 74 01 01 .....c.8c5..t..
0120 3D 07 01 00 0C 6E CD B7 DF 0C 06 73 6F 70 68 69 =....n.....sophi
0130 61 3C 08 4D 53 46 54 20 35 2E 30 37 0B 01 0F 03 a<.M8FT 5.07....
0140 06 2C 2E 2F 1F 21 F9 2B FF 00 00 00 00 00 00 .../.!+.....
0150 00 00 00 00 00 00 .....
  
```

Рис.4

Magic Cookie: 63-82-53-63 (идентификатор опций)
Тип сообщения(35): DHCPDISCOVER(01)(1 байт)
Windows расширение(74):DHCPDISCOVER(01)(1 байт)
Идентификатор клиента(3D):01-00-0C-6E-CD-B7-DF(7 байт)(MAC)
Имя компьютера(0C):Sophia(6 байт)
Имя производителя(3C): MSFT 5.07 -> Windows XP without SP1
Запрос параметров у сервера(37): Параметры(11 байт)
Код окончания посылки(FF):1 байт
Обрамление пакета: 13 байт (Windows)

Как видно из приведенного анализа пакета, в нем используется значительно большее число параметров. Таким образом, появляется возможность использовать не только MAC адрес, но и имя компьютера и тип операционной системы, также идентификатор клиента. На основании приведенного исследования был создан программный комплекс, обеспечивающий более высокую степень точности при идентификации клиента и таким образом повышающий безопасность сети в целом. В настоящее время программный комплекс проходит тестирование в корпоративной сети ВНУ имени В.Даля.

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. исследован процесс обмена DHCP сообщениями в локальной сети
2. доказана возможность использования сообщения DHCP Discover для более полной идентификации клиента локальной сети
3. на основе проведенного исследования создан программный комплекс, реализующий рассмотренную возможность идентификации.

Литература

1. Уильям Р. Станек Microsoft Windows Server 2003. Справочник администратора/Пер. с англ. — М.: Издательско-торговый дом «Русская Редакция», 2003. — 640 с.
2. Tulloch, Mitch. Microsoft Encyclopedia of Security/ Microsoft Press, — Redmond, Washington, 2003 — 444 p.
3. www.microsoft.com/support.

УДК 629.4.02.001.57

Вивденко Ю.Г.

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ СИСТЕМ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРОБЛЕМАМ ДИНАМИКИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА, ВКЛЮЧАЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОЛЕСА И РЕЛЬСА

В статье приведен обзор пакетов прикладных программ, предназначенных для автоматизации научных исследований, проводимых в области диагностики подвижного состава. Эти пакеты позволяют автоматизировать подготовку конструкторской и технологической документации для всех видов оборудования локомотивов.

Дальнейшее проникновение компьютерной техники в сферу разработки новых технических систем привело к появлению термина "виртуальное проектирование" [1]. В США создана специализированная группа Ассоциации вычислительной техники ACM SIGGRAPH, занимающаяся разработкой технических программ по технологии машинного проектирования [2]. Аналогичные группы создаются и в других странах мира.

В статье [3] дано описание пакетов прикладных программ, на базе которых возможна полная автоматизация процесса проектирования, включая подготовку

конструкторской и технологической документации. Указанные пакеты охватывают все виды оборудования подвижного состава - механическое, электрическое, электронное, пневматическое - и укомплектованы соответствующими программами компьютерной графики. В статье [4] сообщается о разработке с использованием методов автоматизированного проектирования в системе CAD несущей оболочки кузова вагона высокоскоростного электропоезда TGV. В Германии, например, в процессе проектирования подвижного состава при изготовлении чертежей используются пакеты AutoCAD и AutoORG, что облегчает обмен документацией внутри вагоностроительного концерна. Для построения объемных изображений применяют программу I-DEAS Master Series.

Современный этап развития программного обеспечения характеризуется разработкой специализированных программ для научных исследований. При этом наблюдается тенденция обновления известных пакетов программ, хорошо себя зарекомендовавших ранее.

В статье [5] сообщается о разработке в Испании компьютерной программы SIDIVE, позволяющей моделировать нелинейные динамические системы, решать задачи динамической устойчивости, определять частотные характеристики подвижного состава, проводить анализ квазистатических сил при движении в кривых участках пути. Расчеты выполняются на основе общей базы данных, что позволяет согласовывать результаты моделирования. Программа используется для разработки и конструирования системы активного подвешивания кузова вагона.

В статье [6] сообщается о возможностях и успешном использовании NUCARS - программного обеспечения, разработанного Ассоциацией Американских железных дорог для моделирования и оптимизации ходовых характеристик подвижного состава. Комплекс позволяет оценивать динамику экипажа, состоящего из нескольких твердых или упругих тел, соединенных связями с заданными характеристиками. Возможны варьирование числа и состава степеней свободы элементов расчетной схемы, учет первых изгибных гармоник каждого из них. Связи между телами могут быть представлены как в виде упругих и вязких элементов, соединенных последовательно или параллельно, так и в форме гистерезисных кривых. Входное воздействие на колеса разбивается на две составляющие: от прямого пути и от неровностей различной длины.

В работе [7] анализируются полученные на основе использования программы MEDYNA результаты расчета динамики электропоезда "Сокол". Выполнен подбор параметров рессорного подвешивания моторных и прицепных вагонов при различных значениях жесткости пути. Обоснованы оптимальные параметры подвешивания для заданной осевой нагрузки 21 т.

На железных дорогах Германии в настоящее время используется компьютерная программа TRAIN [8], моделирующая продольную динамику грузовых поездов. Программа с высокой точностью описывает все компоненты пневматической тормозной системы любого поезда, что дает возможность детально исследовать причины возникновения продольных сил в режимах тяги и торможения.

В статье [9] сообщается о разработанном в Нидерландах численном методе анализа вертикальных перемещений рельса при движении поезда. Этот метод привел к разработке общей модели, получившей наименование DARTS и предназначенной для динамического анализа путевой структуры. Метод применяется также для оценки ускорений кузова вагона, отклонений рельса и сил, возникающих в контакте колеса и рельса при прохождении высокоскоростного поезда по пути с различной путевой структурой.

В статье [10] описывается нелинейная динамическая модель резинового элемента подвешивания. Модель, учитывающая наложение сил упругости, трения и вязкости, выполнена на основе компьютерных пакетов программ MATLAB и GENSYS. Отмечается соответствие результатов расчетов с данными испыта-

ний. Описан порядок определения параметров модели по результатам измерений. Отмечается, что модель рессоры представляет собой разумный компромисс между точностью вычислений и качественным анализом динамического поведения железнодорожного экипажа.

В работе [11] описываются результаты физического моделирования динамических процессов на модели вагона 1/5 его натуральной величины. Установка, на которой проводились испытания модели, содержит сервогидравлическую систему, которая позволяет имитировать реальные неровности пути, производить измерения перемещений и ускорений кузова. Целью испытаний является обеспечение лучших комфортных условий для пассажиров, увеличение безопасности движения, снижение уровня шума и уменьшение износа колес и рельсов. Первоначальные результаты показали хорошее соответствие данных динамического поведения физической модели и результатов компьютерного расчета в математической системе MATLAB.

В последнее время пристальное внимание научно-инженерными работниками уделяется системе Simulink. Система Simulink является расширением системы инженерных и научных расчетов MATLAB и позволяет решать задачи сокращения сроков проектирования, повышения качества разработки моделей физических систем и моделирования процессов в этих системах.

При традиционном подходе, который использовался до настоящего времени, на первом этапе производилось формирование математической модели из описания в виде структурной схемы. В системе Simulink принципиально изменен характер требований к математическому обеспечению и для управления всем ходом вычислительного процесса разработано графическое описание модели в виде структурной схемы системы.

Представление в виде структурных схем в большинстве случаев не требует написания кода программы из-за наличия библиотеки готовых программ, используемых для решения отдельных прикладных задач (библиотеки блоков).

Создание общедоступных математических систем, таких как MathCAD, MATLAB, MAPLE и др., обладающих широкими вычислительными возможностями и способностью легкой визуализации результатов моделирования, позволяет многим авторам [12-15] решать задачи динамики подвижного состава, не прибегая к известным специализированным пакетам программ. В работе [13] рассмотрена одноосная модель системы "рельсовый экипаж-путь", включающая взаимодействующие подсистемы: земляное полотно - верхнее строение пути - неподдрессоренные массы экипажа - поддрессоренные массы. Проведен анализ влияния параметров верхнего строения пути и рессорного подвешивания на амплитудно-частотные и акселерометрические характеристики динамической системы. В статье [14] представлены результаты математического моделирования динамического поведения двухосной тележки, движущейся по рельсовому пути с эластичным основанием. В работе [16] выполнены динамические расчеты ЭПС с целью выбора схемы и параметров его рессорного подвешивания. В статье [12] на основе математического моделирования показано, что упругие и демпфирующие свойства путевой структуры существенно влияют на динамические качества подвижного состава. При оценке плавности хода использовалась методика, применяемая на железных дорогах Японии, предполагающая фильтрацию колебаний кузова при помощи селективных фильтров с учетом всех частот, причем каждая частота входит в результирующее выражение со своим коэффициентом влияния. Рассмотренная методика рекомендована для использования при расчетах динамических характеристик скоростного электропоезда ETR 500.

В работе [17] дается прогноз будущего систем программного обеспечения для научных исследований. В ближайшие два десятилетия некоторый прогресс в этой области возможен благодаря совершенствованию аппаратных средств и алгоритмов, а также за счет проблемно-ориентированных сред. К 2015 г. в аппа-

ратной среде ресурсы компьютера увеличатся в 1...5 тысяч раз, а за счет улучшения алгоритмов эффективность решения задач повысится в 1...10 тысяч раз. Сдерживающим фактором в процессе решения многих научных задач будет разработка программного обеспечения при увеличении его стоимости и фиксированном уровне надежности. Эффективность программирования на обычных языках практически не изменится. Несколько повысить ее позволит повторное использование программных компонентов за счет применения библиотек. Создание проблемно-ориентированных сред способно значительно, возможно, на два-три порядка, повысить эффективность программирования. Трудностями здесь являются медленное внедрение более совершенных алгоритмов и несовершенство процессов комплексного тестирования научного программного обеспечения. Программное обеспечение, по мнению автора будет эволюционизировать в направлении проблемно-ориентированных сред - PSE (problem-solving environment). В различных прикладных областях возникнут специализированные среды PSE. Среди новых тенденций развития программного обеспечения, наряду с динамическим решением задач, персонализацией и автоматической оптимизацией программного обеспечения, получит распространение сочетание реальных (физических) и модельных (виртуальных) систем. Последняя тенденция позволяет сочетать методы математического (компьютерного) и физического моделирования.

Литература

1. Polifka Fritz, Raasch Wolfgang. Einsatz virtueller Verfahren bei der Entwicklung von Schienenfahrzeugen // ETR: Eisenbahntechn. Rdsch. – 1997. – 46, #11. – P. 709-715;
2. SIGGRAPH-93-launches design technology program // Mach. Des. – 1993. – 65, #15. – P. 74;
3. Goodall R. Mechatronics in the design of railway vehicles // Mod. Railways. – 1997. – 54, #587. – P. 6;
4. Herisse. Seis innovaciones que haran cambiar el tren // Dyna. – 1993. – 68, #5. – P. 16-32.;
5. Gimenez J.G., Martin Luis M., Sobejano Hilario. Dynamic vehicle simulation // Vehicle Syst. Dyn. – 1993. – 22, Suppl. – P. 116-121;
6. Gupta Panka, Dikshit S.C. NUCARS – a vehicle dynamics software // Indian Railway Techn. Bull. – 1994. – 51, #272-273. – P. 16-20;
7. Kik W., Iwnicki S.D., Boronenko Yu.P., Pobedinov V.K. Analysis the ynamic behavior of Russian railway vehicles using the simulation tool MEDYNA // Тез. докл. 9 Междунар. конф. «Проблемы механики ж.-д. транспорта: динамика, надежность и безопасность подвижного состава». Днепропетровск, май 1996. – Днепропетровск, 1996. – С. 83-84;
8. Hauptmann Dirk, Klages Dieter, Muller Lars. Langsdynamiksimulation mit dem Programmsystem TRAIN // ETR: Eisenbahntechn. Rdsch. – 1998. – 47, #5. – P. 306-309;
9. Esveld C., Kok A.W.M. Interaction between moving vehicles and railway track at high speed // Rain Eng. Int. – 1998. – 27, #3. – P. 14-16;
10. Berg Mats. A nonlinear rubber spring model for rail vehicle dynamics analysys // Vehicle Syst. Dyn. – 1998. – 30, #3-4. – P. 197-212;
11. Iwnicki S.D., Wickens A.H. Validation of a Matlab railway vehicle simulation using a scale roller rig // Vehicle Syst. Dyn. – 1998. – 30, #3-4. – P. 257-270;
12. Braga F., Leberatore D. Interazione dinamica treno-binario-struttura: dell; arte e piano della ricerca // Ing. Ferrov. – 192. – 47, #12. – P. 683-684;
13. Ceravolo R., Masoero M., La valutazione dell;impatto ambientale da vibrazione ferroviavie // Ing. Ferrov. – 1995. – 50, #1-2. – P. 35-46;
14. Nielsen J.C.O., Igelaud A. Vertical dynamic interaction between train and track-influence of the wheel and track imperfections // J. Sound and Vibr. – 1995. – 187, #5. – P. 825-839;
15. Olah Dan. The 7-axle SDP 45 // Trains. – 1984. – V. 45. - #2. – P. 20;
16. Савоськин А.Н., Бурчак Г.И., Долгачев Н.И. Исследование колебаний электроподвижного состава //Межвуз. сб. науч. тр. / МГУПС. - №861ю – М., 1993. – С. 132-141;

УДК 608

Глущенко В.Е., Глущенко Ю.В.

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ РЫНКА ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНЫХ УСЛУГ РЕГИОНА

Рассматривается построение экономико-математической модели управления региональным рынком жилищно-коммунальных услуг.

Постановка проблемы

Жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ) является одной из наиболее значимых подсистем социально-экономической системы города, оказывающей существенное влияние на все стороны жизнедеятельности общества.

На сегодняшний день, спустя годы реформ в сфере жилищно-коммунального хозяйства, многие проблемы и противоречия только обострились, что требует выбора более активной позиции, эффективных и взвешенных действий со стороны муниципальных властей в решении задач управления развитием сектора жилищно-коммунальных услуг. Сформированная на государственном уровне стратегия реформирования ЖКХ в обязательном порядке требует учета социально-экономических особенностей развития территорий и формирования эффективных муниципальных механизмов управления сбалансированным развитием сферы жилищно-коммунальных услуг (ЖКУ) [1,2].

Проблемами реформирования жилищно-коммунального хозяйства, развития рыночных механизмов в данной сфере занимались Чернышев Л.Н., Шаповаленко В.П., Стоянов М.П., Фаерман Е.Ю., Хачатрян С.Р., Локтионов В.М., Фонтана К.А., Галямов Ю.Ю., Попов В.К., Шушарин А.Л., Чвилев Д.В. и др.

Несмотря на значительное число исследований в области развития рынка ЖКУ, формированию системы экономических механизмов и методов регулирования развития рынка ЖКУ на муниципальном уровне уделено недостаточно внимания, а в сферу научных публикаций попадали лишь отдельные элементы такой системы.

Цель исследований

Целью исследований, представленных в данной статье является разработка математической модели, необходимой для формирования экономического механизма управления развитием рынка жилищно-коммунальных услуг на уровне города.

Изложение основного материала

Структура экономической модели управления развитием муниципального рынка ЖКУ определяется совокупностью задач, решение которых требует формирования и использования специальных экономико-математических средств поддержки принятия управленческих решений, стоящих перед органами управления всех уровней власти, и в первую очередь, муниципальной. Задачи управления развитием муниципального рынка ЖКУ требуют формирования специального экономического инструментария, т.е. совокупности экономико-математических моделей, каждая из которых решает определенные частные задачи, а также системной оценки последствий принятия управленческих решений, направленных на развитие ЖКХ, что осуществляется путем формирования определенной системы взаимосвязанного использования данных моделей [3].

На рис.1 представлена система моделей управления развитием муниципального рынка ЖКУ.



Рис. 1. Система моделей управления развитием муниципального рынка ЖКУ

Экономическая модель рынка жилищно-коммунальных услуг

В общем виде модель рынка ЖКУ можно представить стандартным балансовым выражением:

$$J_S = J_D, \quad (1)$$

где J_S – спрос на жилищно-коммунальные услуги;

J_D – предложение жилищно-коммунальных услуг предприятиями отрасли ЖКХ.

Спрос на жилищно-коммунальные услуги определяются следующим выражением:

$$J_S = y_{\text{НАС}} + y_{\text{ГОС}} + y_{\text{ДОП}}, \quad (2)$$

где $y_{\text{НАС}}$ – собственные расходы населения на традиционные жилищно-коммунальные услуги;

$y_{\text{ГОС}}$ – расходы государства, идущие на субсидии, льготы и дотации в сфере ЖКХ;

$y_{\text{ДОП}}$ – расходы населения на дополнительные ЖКУ.

Расходы населения на оплату жилищно-коммунальных услуг ($y_{\text{НАС}}$) определяются:

$$y_{\text{НАС}} = \sum_{n=1}^{n=k} F_{nt} + \sum_{n=1}^{n=k} L_{nt}, \quad (3)$$

где F_{nt} – величина средств, собираемая с населения, полностью оплачивающего ЖКУ, входящего в n-ные группы населения по уровню подушевого дохода;

L_{nt} – величина средств, собираемая с субсидируемого населения.

F_{nt} и L_{nt} – определяются на основании следующего выражения:

$$\text{если: } P_{nt} - \dot{I}_t > 0, \quad (4)$$

то население оплачивает за год:

$$F_{nt} = \dot{I}_t * y_t * K_{nt} * 12; \quad (5)$$

$$\text{если: } P_{nt} - \dot{I}_t < 0, \quad (6)$$

то население оплачивает за год:

$$L_{nt} = A_{nt} * D_t * K_{nt} * 12, \quad (7)$$

где P_{nt} – предельно допустимая величина собственных расходов граждан:

$$P_{nt} = A_{nt} * D_t, \quad (8)$$

A_{nt} – уровень доходов в n-ной группе населения по подушевому доходу;

D_t – максимально допустимая доля собственных расходов граждан на оплату ЖКУ;

\dot{I}_t – сложившиеся расходы предприятий на производство ЖКУ:

$$\dot{I}_t = G * T_t, \quad (9)$$

G – социальная норма площади жилья на 1 человека;

T_t – фактическая стоимость ЖКУ в расчете на 1 кв. метр общей площади жилья;

\hat{E}_{nt} – количество жилья в группе с определенным подушевым доходом n;

y_t – уровень оплаты населения за предоставление ЖКУ (максимальная доля расходов на ЖКУ от себестоимости ЖКУ).

Расходы государства, идущие на субсидии, льготы и дотации в сфере ЖКХ ($U_{гос}$) определяются:

$$U_{гос} = U_{суб} + U_{прив} + U_{дот}, \quad (10)$$

где $U_{суб}$ – бюджетные средства, направляемые на субсидии населению по оплате ЖКУ;

$U_{прив}$ – бюджетные средства, направляемые на обеспечение льгот по оплате ЖКУ;

$U_{дот}$ – бюджетные средства, предоставляемые предприятиям ЖКХ в виде дотаций.

Величина бюджетных средств, направляемых на субсидии населению по оплате ЖКУ:

$$U_{суб} = S_{nt} = \sum_{n=1}^{n=k} (K_{nt} * \dot{I}_t * y_t - K_{nt} * P_{nt}) * 12 - U_{л\dot{e}г\dot{a}} \quad (11)$$

для n, соответствующих (6).

Величина бюджетных средств, направляемых на обеспечение льгот по оплате ЖКУ:

$$U_{л\dot{e}г\dot{a}} = K_{л\dot{e}г\dot{a}} * y_{л\dot{e}г\dot{a}} * 12, \quad (12)$$

где: $K_{л\dot{e}г\dot{a}}$ – численность населения, имеющая льготы по оплате ЖКУ;

$Y_{\text{i}\delta\epsilon\alpha}^{\text{ñ}\delta}$ – средняя величина бюджетных затрат по обеспечению льгот на одного человека в месяц.

Величина бюджетных средств, направляемых на дотации предприятиям ЖКХ:

$$Y_{\text{a}\text{ñ}\text{ñ}} = V_t * T_t - Y_{\text{i}\text{A}\text{ñ}} - Y_{\text{ñ}\delta\alpha} - Y_{\text{i}\delta\epsilon\alpha} \quad (13)$$

Расходы населения на дополнительные ЖКУ ($Y_{\text{доп}}$) определяются следующим образом:

- 1) $Y_{\text{доп}}$ принимается равным объему дополнительных ЖКУ, фактически предоставленных или прогнозируемых к предоставлению предприятиями ЖКХ;
- 2) $Y_{\text{доп}}$ принимается экспертным путем на основании анализа изменения параметров, прямо и косвенно определяющих совокупный спрос на рынке ЖКУ.

Предложение ЖКУ определяется следующим образом:

$$J_D = C^{\delta\alpha\text{ñ}^+} + \tilde{N}_{\text{a}\text{ñ}\text{ñ}} = \tilde{N}_{\text{e}\text{ñ}\text{ñ}}^{\delta\alpha\text{ñ}^+} + \tilde{N}_{\text{i}\alpha\text{ñ}\epsilon\delta\alpha\epsilon}^{\delta\alpha\text{ñ}^+} + \tilde{N}_{\text{a}\text{ñ}\text{ñ}} \quad (14)$$

где: $\tilde{N}_{\text{e}\text{ñ}\text{ñ}}^{\delta\alpha\text{ñ}^+}$ – объем коммунальных услуг, предоставляемых населению ресурсоснабжающими организациями (вода, тепло, канализация, газ). Определяется в результате расчета следующим образом:

$$\begin{aligned} \tilde{N}_{\text{e}\text{ñ}\text{ñ}}^{\delta\alpha\text{ñ}^+} = & \hat{E}_t * P_{\text{a}\text{i}\alpha\alpha}^0 * \tilde{N}_{\text{a}\text{i}\alpha\alpha}^0 + V_t * P_{\delta\alpha\text{i}\epsilon\text{i}}^0 * \tilde{N}_{\delta\alpha\text{i}\epsilon\text{i}}^0 + \\ & + \hat{E}_t^{\delta\alpha\alpha\zeta} * D_{\delta\alpha\alpha\zeta}^0 * \tilde{N}_{\delta\alpha\alpha\zeta}^0 + \hat{E}_t * D_{\text{a}\text{i}\alpha\alpha}^0 * \tilde{N}_{\text{e}\alpha\text{i}}^0, \end{aligned} \quad (15)$$

где \hat{E}_t – численность населения, пользующегося услугами предприятий централизованной системы водоснабжения;

$P_{\text{a}\text{i}\alpha\alpha}^0$ – нормативное значение среднего уровня потребления воды населением;

$\tilde{N}_{\text{a}\text{i}\alpha\alpha}^0$ – стоимость производства и доставки 1 м3 воды;

V_t – общая площадь используемого жилого фонда города;

$P_{\delta\alpha\text{i}\epsilon\text{i}}^0$ – нормативный расход тепловой энергии на отопление 1 м2 общей площади жилья (производится перерасчет от средних показателей расхода на отопление 1 м3 объема жилых помещений жилых зданий различного типа к расходу на отопление 1 м2 общей жилой площади жилых зданий различного типа за отопительный сезон);

$\tilde{N}_{\delta\alpha\text{i}\epsilon\text{i}}^0$ – стоимость производства и доставки единицы тепловой энергии;

$\hat{E}_t^{\delta\alpha\alpha\zeta}$ – численность квартир с техническими системами, использующими в качестве источника энергии газ;

$D_{\delta\alpha\alpha\zeta}^0$ – среднее нормативное потребление газа;

$\tilde{N}_{\delta\alpha\alpha\zeta}^0$ – стоимость 1 м газа;

$\tilde{N}_{\text{e}\alpha\text{i}}^0$ – стоимость канализования 1 м3 потребленной населением воды;

$\tilde{N}_{\text{i}\alpha\text{ñ}\epsilon\delta\alpha\epsilon}^{\delta\alpha\text{ñ}^+}$ – объем традиционных услуг, предоставляемых организациями, занятыми в сфере управления и обслуживания жилого фонда. Определяется расчетным путем при помощи следующего выражения:

$$\tilde{N}_{\text{i}\alpha\text{ñ}\epsilon\delta\alpha\epsilon}^{\delta\alpha\text{ñ}^+} = V_t * C_{\text{i}\alpha\text{ñ}\epsilon\delta\alpha\epsilon}^0 \quad (16)$$

- формирование социальной региональной и местной политики поддержки населения в сфере оплаты жилищно-коммунальных услуг;
- формирование финансово-экономического механизма модернизации жилищного фонда, связанного с обустройством жилищного фонда внутриквартирными приборами учета потребляемых населением ресурсов, модернизацией технических систем производства и доставки ресурсов.

Литература

1. Про Загальнодержавну програму реформування і розвитку житлово-комунального господарства на 2004 - 2010 роки. Закон України, від 24.06.2004, № 1869-IV. // *Голос України*, 2004, 07, 30.07.2004 N 140.
2. Про Стратегію та основні завдання підвищення ефективності роботи житлово-комунального господарства України. Рішення Держбуду від 23.07.2002 р. № 1. // *Інформаційний бюлетень Держбуду.-2003, №1.- с.4-20.*
3. Глущенко Ю.В. Совершенствование структуры предприятий социально-экономической системы региона. // *Матеріали ІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції “Економіко-математичні методи прийняття управлінських рішень на сучасному етапі”.* – Днепропетровськ.-с.38-39.

УДК 608

Глущенко Ю.В.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ПРОГРАММ РАЗВИТИЯ РЫНКА ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНЫХ УСЛУГ

Представлен комплекс показателей, необходимый для разработки экономико-математических моделей оценки эффективности муниципальных программ развития рынка жилищно-коммунальных услуг региона.

Постановка проблемы

Структура экономической модели управления развитием муниципального рынка жилищно-коммунальных услуг (ЖКУ) определяется совокупностью задач, стоящих перед органами управления муниципальной властью. Решение этих задач требует формирования специального инструментария, то есть совокупности экономико-экономических моделей, каждая из которых решает определенную частную задачу. Данный инструментарий необходим для проведения системной оценки последовательности принятия управленческих решений, направленных на развитие жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) [1,2].

Проблемы создания инструментария решения частных задач реформирования рынка ЖКУ отражены в работах Чернышева Л.Н., Шаповаленко В.П., Стоянова М.П., Фаермана Е.Ю., Локтионова В.М., Фонтана К.А., Галямова Ю.Ю., Попова В.К., Шушарина А.Л. и др.

Однако следует отметить, что в настоящее время данной проблеме уделялось недостаточное внимание. Это в первую очередь определяется спецификой структуры рынка ЖКУ и путей его реформирования в Украине.

Цель исследований

Целью исследований является формирование показателей, необходимых для комплексной оценки эффективности программ реформирования рынка ЖКУ.

Изложение основного материала

Для оценки эффективности реализации муниципальных программ развития жилищно-коммунального хозяйства предлагается использовать совокупность экономических моделей, системно и комплексно характеризующих социально-экономическую систему города.



Рис. 1. Схема оценки последствий и эффективности реализации программ развития муниципального рынка ЖКУ

Первый уровень оценки последствий реализации программ развития жилищно-коммунального хозяйства включает системную оценку, получаемую с по-

мощью комплекса взаимосвязанных макроэкономических моделей городской экономики, таких как рынок благ, рынок денег, рынок труда, рынок недвижимости, рынок ЖКУ, бюджетная система города, экосистема города.

Второй уровень оценки комплексно характеризует эффективность реализации программ развития муниципального рынка ЖКУ.

Третий уровень оценки последствий реализации программ развития рынка ЖКУ представляет собой систему показателей экономического мониторинга функционирования и развития рынка ЖКУ [3].

На рис. 1 представлена схема оценки последствий реализации программ развития рынка жилищно-коммунальных услуг города.

В работе рассматривается формирование комплексных оценок эффективности программ реформирования рынка ЖКУ, образующих второй уровень схемы, изображенной на рис. 1.

Формирование показателей, характеризующих социальную эффективность

1. Соотношение уровня доходов населения, входящего в n-группы по подушевому доходу (с учетом поддержки государства) и прожиточного минимума на данной территории

$$e_1^{n\dot{\sigma}} = ((A_{nt} + S_{nt}) - y_{\min}^{-\dot{\sigma}}) \ddot{I}_t, \quad (1)$$

$$\text{причем } e_1^{n\dot{\sigma}} \geq 1,$$

где A_{nt} – уровень доходов в n-ной группе населения по подушевому доходу;

S_{nt} – величина бюджетных средств, направляемых на субсидии населению по оплате ЖКУ;

$y_{\min}^{-\dot{\sigma}}$;

\ddot{I}_t – сложившиеся расходы предприятий на производство ЖКУ.

Формирование показателей, характеризующих бюджетную эффективность

Бюджетная эффективность характеризуется следующими показателями:

1) Соотношение фактических (прогнозируемых) средств бюджета для финансирования ЖКХ и требуемых для устойчивого функционирования рынка ЖКУ средств.

$$e_1^b = (\dot{A}_{a\dot{\sigma}} + \dot{A}_{o\dot{\sigma}} + \dot{A}_{i\dot{\sigma}}) / (\dot{\sigma}_{n\dot{\sigma}} + \dot{\sigma}_{i\dot{\sigma}} + \dot{\sigma}_{a\dot{\sigma}}), \quad (2)$$

$$\text{причем } e_1^b \geq 1; \dot{\sigma}_{i\dot{\sigma}} \rightarrow 0; \dot{\sigma}_{a\dot{\sigma}} \rightarrow 0,$$

где $\dot{A}_{a\dot{\sigma}}$ – общая величина расходов государственного бюджета на жилищно-коммунальное хозяйство;

$\dot{A}_{o\dot{\sigma}}$ – общая величина расходов регионального бюджета на жилищно-коммунальное хозяйство;

$\dot{A}_{i\dot{\sigma}}$ – общая величина расходов муниципального бюджета на жилищно-коммунальное хозяйство;

$\dot{\sigma}_{n\dot{\sigma}}$ – бюджетные средства, направляемые на субсидии населению по оплате ЖКУ;

$\dot{O}_{\text{тддд}}$ – бюджетные средства, направляемые на обеспечения льгот по оплате ЖКУ;

$\dot{O}_{\text{дтд}}$ – бюджетные средства, предоставляемые предприятиям ЖКХ в виде дотаций.

2) Соотношение расходов и доходов бюджета города в сфере ЖКХ.

$$\dot{e}_2^b = \frac{\dot{N}_{\text{дтд}i}}{\dot{N}_{N_i}}, \quad (3)$$

где $\dot{N}_{\text{дтд}i}$ – бюджетные дотации отрасли (подотрасли) ЖКХ;

\dot{N}_{N_i} – доходы бюджета от функционирования отрасли (подотрасли) ЖКХ.

Формирование показателей, характеризующих экономическую эффективность

Оценку экономической эффективности функционирования предприятий ЖКХ или последствий реализации программ развития рынка ЖКУ на экономическое положение предприятий ЖКХ предлагается осуществлять с помощью следующей системы показателей:

1. Стоимость ЖКУ на 1 кв. м. общей площади обслуживаемого жилья:

$$\dot{e}_1^{\text{ýé}} = \frac{\dot{N}}{V}, \quad (4)$$

где C – объем производства (выручка) предприятия;

V – общая площадь обслуживаемого предприятием жилого фонда.

2. Соотношение нормативных доходов и фактических затрат предприятий жилищно-коммунального хозяйства:

$$\dot{e}_2^{\text{ýé}} = V_i * C_i^0 / (V_i * (v_Z^0 + v_R^0) + C_{\text{НаI}}), \quad (5)$$

причем $\dot{e}_2^{\text{ýé}} \geq 1$.

3. Соотношение фактических и нормативных доходов предприятий ЖКХ:

$$\dot{e}_3^{\text{ýé}} = C_i^{\text{дддд}} / V_i * C_i^0, \quad (6)$$

причем $\dot{e}_3^{\text{ýé}} \geq 1$.

4. Рентабельность:

$$\rho = \frac{C_P}{C}, \quad (7)$$

где: C_P – прибыль предприятия;

C – объем производства (выручка) предприятия.

5. Фондоотдача:

$$\varphi = \frac{C}{F}, \quad (8)$$

где: C – объем производства (выручка) предприятия;

F – стоимость основных фондов предприятия.

6. Доля материальных затрат в стоимости продукции (услуг):

$$v_Z = \frac{C_Z}{C}, \quad (9)$$

где: C – объем производства (выручка) предприятия;

C_Z – материальные затраты на производство объема продукции C .

7. Доля заработной платы в стоимости продукции (услуг):

$$v_R = \frac{C_R}{C}, \quad (10)$$

где: C – объем производства (выручка) предприятия;

C_R – заработная плата рабочим и служащим за производство объема продукции C .

Формирование показателей, характеризующих инвестиционные условия функционирования предприятий ЖКХ

Инвестиционные условия функционирования жилищно-коммунальных предприятий предлагается оценивать с помощью показателей, характеризующих соотношение доходов предприятий ЖКХ и расходов на погашение кредита и процентов по кредиту в зависимости от направлений инвестиционных вложений в: основные средства, оборотный капитал, комплексное инвестирование создания нового производства, инвестирование в акционерный капитал (приобретение акций акционерных предприятий ЖКХ).

1. Инвестиционные условия и эффективность вложений в основной капитал действующего (нового) предприятия ЖКХ.

Доходы от вложения капитала:

$$\dot{A} = \rho * (\hat{E}_F * \varphi) * \dot{O}, \quad (11)$$

где ρ – объем инвестиций в основной капитал;

\hat{E}_F – рентабельность предприятия ЖКХ по выручке;

φ – фондоотдача деятельности предприятия;

T – инвестиционный период (от получения до полного расчета по инвестициям).

Расходы на погашение кредита и процентов по кредиту:

$$\dot{D} = \hat{E}_F * (1+i) * T. \quad (12)$$

Коэффициент инвестиционных условий и эффективности вложений в основной капитал равен:

$$\hat{e}_1^{\dot{A}} = \frac{\rho * (\hat{E}_F * \varphi) * \dot{O}}{\hat{E}_F * (1+i) * T}. \quad (13)$$

После преобразования получим следующее выражение:

$$\hat{e}_1^{\dot{A}} = \frac{\rho * \varphi}{(1+i)}. \quad (14)$$

2. Инвестиционные условия и эффективность вложений в оборотный капитал действующего (нового) предприятия ЖКХ. Доходы от вложения капитала:

$$\dot{A} = \rho * \hat{E}_{i\dot{a}} * (v_Z + v_R)^{-1} * \dot{O}, \quad (15)$$

где $\hat{E}_{i\dot{a}}$ – объем инвестиций в оборотный капитал;

v_Z – доля материальных затрат в стоимости продукции (услуг);

v_R – доля заработной платы в стоимости продукции (услуг).

Расходы на погашение кредита и процентов по кредиту:

$$\dot{D} = \hat{E}_{i\dot{a}} * (1+i) * T, \quad (16)$$

где i – ставка процента стоимости инвестиций (кредита).

Коэффициент инвестиционных условий и эффективности вложений в оборотный капитал равен:

$$\hat{e}_2^{\dot{A}} = \frac{\rho * \hat{E}_{i\dot{a}} * (v_Z + v_R)^{-1} * \dot{O}}{\hat{E}_{i\dot{a}} * (1+i) * T}. \quad (17)$$

После преобразования получим следующее выражение:

$$\hat{e}_2^{\dot{A}} = \frac{\rho * (v_Z + v_R)^{-1}}{1+i}. \quad (18)$$

3. Инвестиционные условия и эффективность комплексных вложений в основной и оборотный капитал действующего (нового) предприятия ЖКХ.

Доходы от вложения капитала:

$$\dot{A} = \rho * (\dot{E}_F * \varphi) * \dot{O}. \quad (19)$$

Расходы на погашение кредита и процентов по кредиту:

$$\dot{D} = \dot{E}_F + \dot{E}_F * \varphi * (v_Z + v_R) * (1+i) * T. \quad (20)$$

Коэффициент инвестиционных условий и комплексных вложений в основной и оборотный капитал действующего (нового) предприятия ЖКХ:

$$\dot{e}_3^{\dot{E}\dot{I}\dot{A}} = \frac{\rho * (\dot{E}_F * \varphi) * \dot{O}}{\dot{E}_F + \dot{E}_F * \varphi * (v_Z + v_R) * (1+i) * T}. \quad (21)$$

После преобразования получим следующее выражение:

$$\dot{e}_3^{\dot{E}\dot{I}\dot{A}} = \frac{\rho * \varphi}{(1+i) * (1 + \varphi * (v_Z + v_R))}. \quad (22)$$

4. Инвестиционные условия и эффективность вложений в акционерный капитал действующего (нового) предприятия ЖКХ.

Доходы от вложения капитала:

$$\dot{A} = \rho * \dot{N} * \dot{O}, \quad (23)$$

где \dot{C} – средняя за период или прогнозируемая выручка предприятия.

Расходы на погашение кредита и процентов по кредиту:

$$\dot{D} = \dot{E}_{\dot{a}\dot{e}\dot{o}} * (1+i) * T, \quad (24)$$

где $\dot{E}_{\dot{a}\dot{e}\dot{o}}$ – акционная стоимость предприятия.

Коэффициент инвестиционных условий и эффективности вложений в акционерный капитал равен:

$$\dot{e}_4^{\dot{E}\dot{I}\dot{A}} = \frac{\rho * \dot{N} * \dot{O}}{\dot{E}_{\dot{a}\dot{e}\dot{o}} * (1+i) * T}. \quad (25)$$

После преобразования получим следующее выражение:

$$\dot{e}_4^{\dot{E}\dot{I}\dot{A}} = \frac{\rho * \dot{N} * \dot{E}_{\dot{a}\dot{e}\dot{o}}^{-1}}{(1+i)}. \quad (26)$$

Выводы

Рассмотренный комплекс показателей является базой для разработки экономико-математической модели комплексной оценки эффективности муниципальных программ развития рынка ЖКУ.

Литература

1. Про Загальнодержавну програму реформування і розвитку житлово-комунального господарства на 2004 - 2010 роки. Закон України, від 24.06.2004, № 1869-IV. // Голос України, 2004, 07, 30.07.2004 N 140.
2. Про Стратегію та основні завдання підвищення ефективності роботи житлово-комунального господарства України. Рішення Держбуду від 23.07.2002 р. № 1. // Інформаційний бюлетень Держбуду.-2003, №1.- с.4-20.
3. Глущенко Ю.В. Совершенствование структуры предприятий социально-экономической системы региона. // Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції "Економіко-математичні методи прийняття управлінських рішень на сучасному етапі". Днепропетровськ.-2004.-с.38-39.

Губачева Л.А.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИ ИЗГИБЕ ЛИСТОВОЙ ЗАГОТОВКИ ВО ВТУЛКУ

Для решения технологических контактных задач предлагается использовать непосредственно программный продукт MSC.MARC 2003, при этом подготовку модели проводить в NASTRAN for Windows с последующим ее экспортом.

Повсеместное использование вычислительной техники в настоящее время позволяет с большой точностью решать те задачи механики деформируемого твердого тела, которые ранее либо решались с большими допущениями, либо не решались вовсе. Однако прогресс в области механики определяют не только возможности ЭВМ, но и программное обеспечение, основанное на применении численных методов механики. Среди большого количества разработанных численных методов механики особое место занимает метод конечных элементов (МКЭ).

На данный момент разработана обширная теория МКЭ [1-3], которая решает вопросы существования, единственности решения задач механики; улучшения сходимости численного решения; точности моделирования различных объектов с помощью конечных элементов различных типов. Наряду с этим разработан ряд пакетов прикладных программ (ППП), основанных на МКЭ, которые являются достаточно универсальными и могут использоваться для решения задач механики деформируемого тела различных типов, например задач теории упругости, пластичности и др.

К числу универсальных пакетов МКЭ могут быть отнесены ППП ANSYS, MSC.NASTRAN, MSC.MARC, ALGOR, COSMOS, LS-DYNA и ряд других. По своему основному предназначению эти пакеты выполняют одинаковые функции и могут использоваться в зависимости от возможностей их приобретения. Анализ работ, представленных на российских конференциях пользователей MSC [4,5] показал, что на фирмах, производящих продукцию для нужд железнодорожного транспорта, чаще всего используются пакеты ANSYS, COSMOS и MSC.NASTRAN. Все они общего назначения, хотя каждый имеет свои отличия.

Пакет COSMOS имеет прикладной характер.

Пакеты ANSYS и MSC.NASTRAN имеют исследовательский характер. Их главное отличие заключается в том, что ANSYS имеет свой графический интерфейс, который позволяет полностью проводить создание и анализ модели средствами самого пакета. MSC. NASTRAN изначально был ориентирован на пакетный режим обработки информации. Первоначально NASTRAN являлся решателем, для которого пользователь должен был подготовить по определенным правилам информацию о рассматриваемой модели, а затем, после проведенных вычислений, обрабатывать ее либо вручную, либо с помощью дополнительных средств, которые не входили в саму программу. Таким образом, процесс анализа любой модели состоит из 3 этапов: подготовка информации о рассматриваемой модели (препроцессинг); ее численный анализ с использованием метода конечных элементов; численная или графическая обработка результатов расчета (постпроцессинг).

В настоящее время существует несколько пакетов, базирующихся на первоначальном NASTRANe, которые разработаны различными фирмами. Среди них наиболее известен MSC.NASTRAN фирмы MSC.Software Corporation.

Анализ программного обеспечения, которое в настоящее время предлагается на рынке [4,5], показал, что существует устойчивая тенденция к объединению возможностей таких программ. В этом процессе преуспела фирма MSC Software [5], которая за последнее десятилетие приобрела программные продукты MARC, ADAMS, Working Model и другие. При этом происходит постоянное обновление программного обеспечения фирмы, в результате чего для пользователей появляются новые возможности. Программа MSC.NASTRAN for Windows версии 4.0.1 была положена в основу предлагаемой методики решения задач, хотя в выпущены в свет и более поздние версии рассматриваемого пакета, однако в своей основе они используют те же принципы работы с программой. В настоящее время выпущена значительно усовершенствованная версия данного программного продукта, которая называется MSC.Visual NASTRAN for Windows 2003. Это программное обеспечение уже включает в себя возможности решения контактных задач (решатель MARC). Для решения контактных задач предлагается использовать непосредственно MSC.MARC 2003, при этом подготовку модели проводить в NASTRAN for Windows с последующим ее экспортом [6] и обязательным написанием дополнительных модульных программ. Возможен также импорт из MARC полученного решения контактной задачи. Такой подход позволяет использовать преимущества указанных пакетов.

Благодаря возможности использования этих двух программ удалось решить сложную контактную задачу изгиба листовой заготовки во втулку в два перехода и создать новую ресурсосберегающую технологию изготовления втулки шпинтона гасителя колебаний пассажирского вагона и повысить коэффициент использования металла в 2,23 раза [7].

Изготовление втулки по технологии, предложенной в работе [7], включает три перехода:

- двухугловую П-образную гибку из толстолистового материала;
- свертку во втулку;
- редуцирование (не рассматривается в данной работе).

Проблемы, связанные с двухугловой гибкой, рассмотрены в работе [8].

Рассмотрим моделирование процесса свертки после предварительной двухугловой гибки.

Инструментарием для решения такой задачи выбран пакет MSC.MARC 2003. Указанный пакет предназначен для решения задач моделирования методом конечных элементов (МКЭ) физических процессов с существенной нелинейностью.

Такая постановка задачи предполагает три существенные нелинейности [2,6,9]: большие пластические деформации, большие перемещения и наличие контактных зон с заранее неопределенной границей.

Алгоритм решения задач свертки можно представить в такой последовательности:

1. Создание геометрической модели объекта с помощью программы MSC.NASTRAN for Windows.
2. Задание свойств материала (пластина) с помощью программы MSC.NASTRAN for Windows.
3. Создание КЭ - сетки (КЭ-дискретизация) с помощью программы MSC.NASTRAN for Windows.
4. Задание граничных условий для свертки с помощью программы MSC.MARC 2003.
5. Решение задачи свертки с помощью программы MSC.MARC 2003.
6. Анализ решения задач с помощью программы MSC.MARC 2003.

Для моделирования процесса свертки заготовки во втулку (заготовка была оставлена в том же положении, в котором заканчивается деформация при двухугловой гибке), предложен штамп последовательного действия. На первой пози-

ции осуществляется двухугольная гибка. Затем заготовка сдвигается в горизонтальном направлении (перпендикулярно плоскости чертежа). На второй позиции осуществляется свертка. На рис.1 показаны все рабочие части комбинированного штампа в исходном положении. Рассматриваемый деформируемый объект имеет название Plate. На рис. 1 показана его КЭ сетка. Пуансон задается как жесткое тело с названием top. Для гибки задаются правая и левая части матрицы, которые имеют названия Right и Left. Для получения требуемой формы заготовки после деформации необходимо двухугольную гибку вести в штампе с прижимом средней части заготовки (Bottom). Для свертки используется штамп с двумя подвижными полуматрицами Right 2 и Left 2 и подвижная опора Bottom 2, для предотвращения выпучиванию заготовки на начальной фазе деформирования.

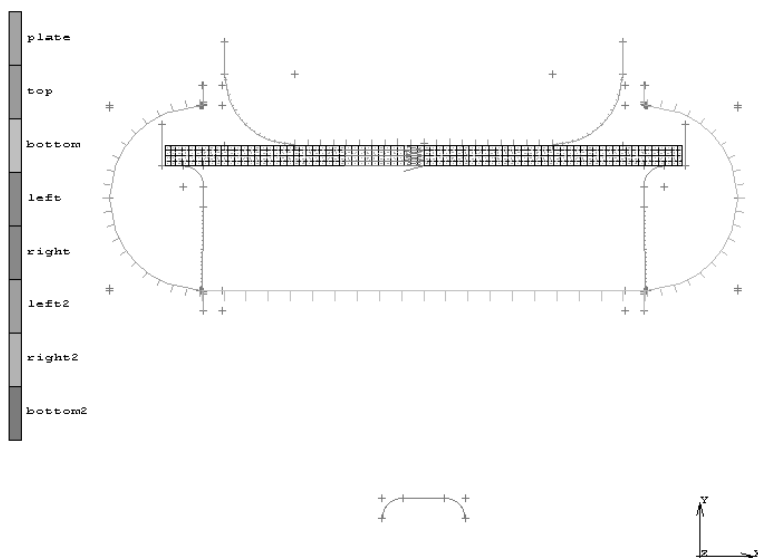


Рис. 1. Система рабочих частей комбинированного штампа для двухугольной гибки и свертки (условно совмещены на плоскости чертежа)

Для решения задачи в программе MSC.MARC существенно направление кривых, образующих жесткие тела. Это позволяет программе судить о том, где находится внешняя область, а где находится внутренняя часть тела, ограниченная заданной границей.

Очень существенным моментом моделирования является задание начальных и граничных условий. В данном случае функций, описывающих движение штампов в условном времени (рис. 2-5). Движение пуансона и подвижных частей матрицы описаны в работе [7].

Необходимо также задать функциональную зависимость для движения рассматриваемых частей штампа при свертке. Здесь возникают определенные особенности, связанные с расчетом. Оказалось, что резкое раздвижение частей комбинированного штампа после окончания деформирования приводит к неустойчивости решения. Этот факт был учтен в окончательном виде функций, описывающих движение двух подвижных полуматриц (ползушек) Left2 и Right2. В частности, движение левой полуматрицы Left2 описывается функцией $F_{l-r2}(t)$, а правой – Right2 – функцией $-F_{l-r2}(t)$. Сама же функция $F_{l-r2}(t)$ представлена на рис. 2. Отметим только, что по оси ординат все значения определяются в мет-

рах, умноженных на 0,1. Об этом говорит масштабирование оси, показанное на рис. 2 в виде $F(x.1)$.

Подвижная опора Bottom2, представлена в виде жесткого тела (рис.3). Данное тело состоит из отрезка прямой с двумя дугами радиуса 0.01 м по краям. Характерные точки указанного тела показаны на рис. 4. Они имеют координаты: $(-0.02;-0.17)$ и $(-0.01;-0.16)$. Остальные точки получаются симметричным отображением.

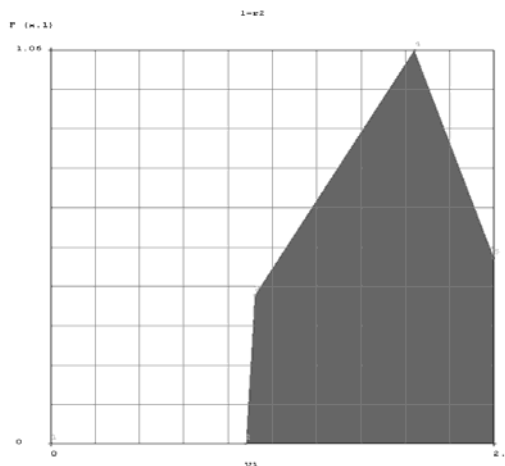


Рис. 2. Функция, при помощи которой описывается движение подвижных левой и правой полуматриц Left2 и Right2.

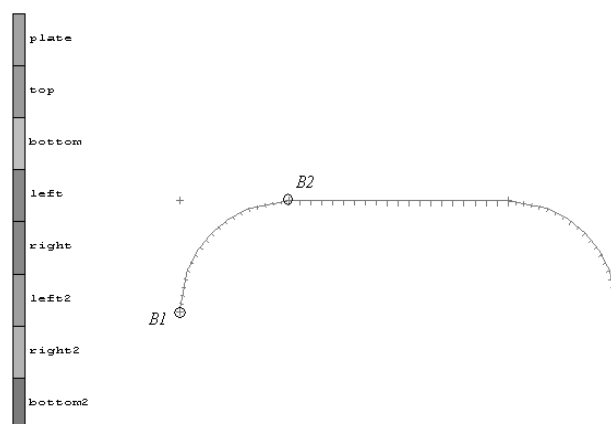


Рис. 3. Подвижная опора Bottom2

Движение подвижной опоры Bottom2 можно описать следующим образом. Сначала во время деформирования заготовки на первом этапе подвижная опора Bottom2 отведена. Затем на начальной фазе деформирования второго этапа она подводится к заготовке, препятствуя ее выпучиванию. И, наконец, на заключительном этапе деформирования подвижная опора Bottom2 снова отводится, чтобы не препятствовать процессу деформирования. Все это возможно осуществить, задавая функцию движения $F_{\text{bottom2}}(t)$, которая приведена на рис. 4.

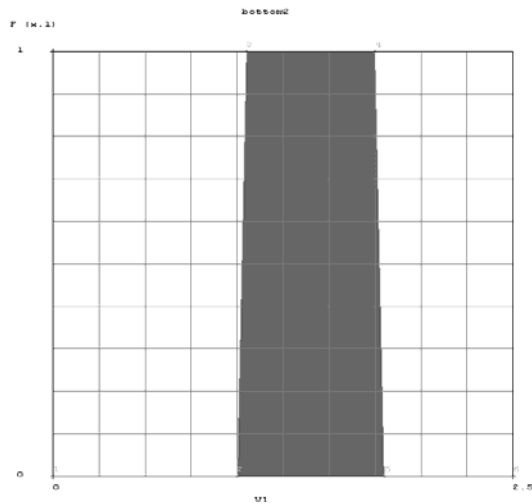


Рис. 4. Функция $F_{\text{bottom2}}(t)$, при помощи которой описывается движение штампа Bottom2

На рис. 5 показан процесс деформирования листовой заготовки во втулку. Расчеты напряженно-деформированного состояния при свертке произведены для заготовки из стали 45 размером 222 x 249,5x10 .

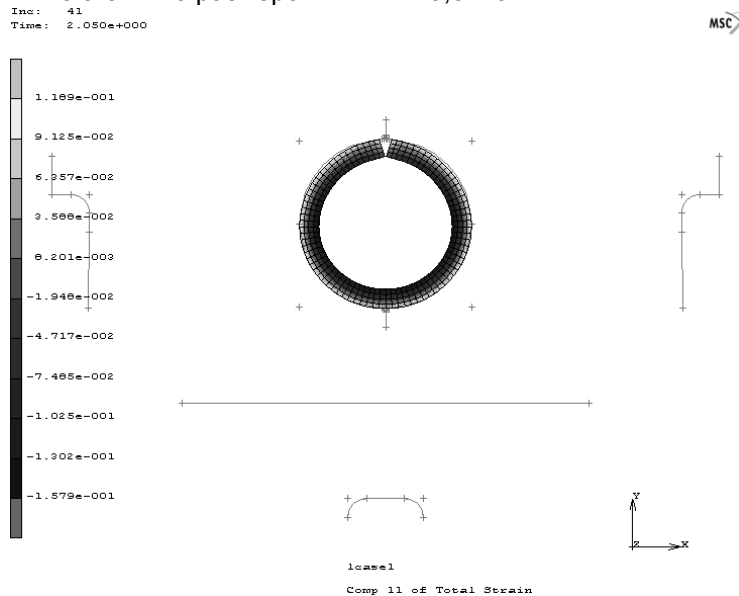


Рис.5. Процесс деформирования при свертке заготовки во втулку

Для расчета деформирующих усилий, приложенных к верхнему штампу на каждом шаге деформирования, необходимо было написать дополнительные программные модули. Важным преимуществом пакета MSC.MARC является возможность написания дополнительных модулей, которые могут быть включены в пакет как его часть. Такой способ позволяет создавать конечные элементы с нестандартными свойствами, задавать нестандартные граничные и начальные условия и т.д. Стандартная поставка пакета MSC.MARC позволяет определять контактные силы в узлах, которые в результате расчета попали в контактные зоны. Но в силу того, что таких узлов может быть много, то может быть и достаточно большое количество этапов нагружения. В этом случае определить ре-

зультурируюшую силу деформации на каждом этапе, а далее проанализировать ее изменение в процессе деформирования представляется затруднительным.

Решение этого вопроса было найдено следующим образом. На алгоритмическом языке Compaq Visual Fortran 6.6C, который воспринимается MSC.MARC, был написан модуль UPSTNO.F, в задачу которого входили следующие действия. Во время работы постпроцессора MSC.MARC происходит опрос данных (результатов расчета на каждом шаге вычислений) для каждого узла. Разработанный модуль при этом контролирует признак, является ли данный узел контактным, считывает нормальные и тангенциальные силы для него и определяет вертикальную и горизонтальную проекцию указанных сил, записывая ее в отдельный файл. В результате вычислений определяется файл данных T.DAT, содержащий необходимую информацию.

модуль UPSTNO.F

```
subroutine upstno(nqcode,nodeid,verno,nqncomp,nqtype,
*             nqaver,nqcomptype,nqdatatype,
*             nqcompname)
implicit real*8 (a-h,o-z)
c
c dimension verno(*),xy(100000,3)
dimension verno(3),vernot(3)
character*24 nqcompname(*)
c
c input: nqcode   user nodal post code , e.g. -1
c       nodeid   node id
c       nqcompname not used (future expansion)
c
c output: verno() nodal values
c          real/imag verno(   1: nqncomp) real
c                  verno(nqncomp+1:2*nqncomp) imag
c          magn/phas verno(   1: nqncomp) magn
c                  verno(nqncomp+1:2*nqncomp) phas
c       nqncomp   number of values in verno
c       nqtype    0 = scalar
c                 1 = vector
c       nqaver    only for DDM 0 = sum over domains
c                 1 = average over domains
c       nqcomptype 0 = global coordinate system (x,y,z)
c                 1 = shell (top,bottom,middle)
c                 2 = order (1,2,3)
c       nqdatatype 0 = default
c                 1 = modal
c                 2 = buckle
c                 3 = harmonic real
c                 4 = harmonic real/imaginary
c                 5 = harmonic magnitude/phase
c
c
c to obtain nodal values to be used in this subroutine from
c the marc data base the genral subroutine NODVAR is available:
c
c call nodvar(icod,nodeid,verno,nqncomp,nqdatatype)
c
c output: verno
c         nqncomp
```

```

c      nqdatatype
c
c input: nodeid
c      icod
c      0='Coordinates      '
c      1='Displacement      '
c      2='Rotation          '
c      3='External Force    '
c      4='External Moment   '
c      5='Reaction Force    '
c      6='Reaction Moment   '
c      7='Fluid Velocity    '
c      8='Fluid Pressure    '
c      9='External Fluid Force '
c      10='Reaction Fluid Force '
c      11='Sound Pressure   '
c      12='External Sound Source '
c      13='Reaction Sound Source '
c      14='Temperature      '
c      15='External Heat Flux '
c      16='Reaction Heat Flux '
c      17='Electric Potential '
c      18='External Electric Charge '
c      19='Reaction Electric Charge '
c      20='Magnetic Potential '
c      21='External Electric Current'
c      22='Reaction Electric Current'
c      23='Pore Pressure    '
c      24='External Mass Flux '
c      25='Reaction Mass Flux '
c      26='Bearing Pressure  '
c      27='Bearing Force    '
c      28='Velocity         '
c      29='Rotational Velocity '
c      30='Acceleration     '
c      31='Rotational Acceleration '
c      32='Modal Mass       '
c      33='Rotational Modal Mass '
c      34='Contact Normal Stress '
c      35='Contact Normal Force '
c      36='Contact Friction Stress '
c      37='Contact Friction Force '
c      38='Contact Status   '
c      39='Contact Touched Body '
c      40='Herrmann Variable '
c      41='Density of Solid  '
c      42='Mass Flow Rate of Gas '
c      43='Rt of Chnge of Pyrolysis '
c      44='Rt of Chnge of Liquid Den'
c      45='Rt of Chnge of Coke Densi'
c
zero=0.0
if (nqcode.eq.-1) then
call nodvar(35,nodeid, valnon, nqncomp, nqdatatype)

```

```

call nodvar(37,nodeid,valnot,nqncomp,nqdatatype)
valno(1)=valnon(1)+valnot(1)
valno(2)=valnon(2)+valnot(2)
open (3,file='t.dat')
do 2 i=1,100000
read (3,*)xy(i,1),xy(i,2),xy(i,3)
if (xy(i,1).eq.zero)goto 3
2continue
3close (3)
xy(i,1)=nodeid
xy(i,2)=valno(1)
xy(i,3)=valno(2)
open (3,file='t.dat')
do 4 j=1,i
4write(3,*)xy(j,1),xy(j,2),xy(j,3)
write(3,*)zero,zero,zero
close (3)
end if
return
end

```

Далее необходимо этой информацией воспользоваться, выбрав из нее необходимые сведения, поскольку нас интересуют только узлы пуансона, для которых должна быть определена сумма деформирующих усилий. С такой задачей призвана была справиться отдельная программа SUMMA_T.FOR, которая также написана на Фортране. Результаты, записанные в файле T.DAT для нее являлись исходными. В результате расчета с использованием указанного модуля и дальнейшего использования программы MS.EXCEL для обработки полученных данных, может быть, например, определена зависимость силы на полу-матрице при свертке от номера шага интегрирования уравнений задачи.

Выводы

1. Предложенный метод использования программы MSC.MARC 2003 с дополнительными подпрограммами UPSTNO.F и SUMMA.T.FOR показал высокую эффективность.
2. Данные моделирования позволяют с достаточной степенью точности проследить за поэтапным процессом деформирования при изгибе толстолистовой заготовки во втулку.

Литература

1. Мухелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости.- М.: Наука, 1966.- 708 с;
2. Еременко С.Ю. Метод конечных элементов в механике деформируемых тел.- Основа. 1991.-272 с;
3. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике.- М.: Мир,1975.- 542 с;
4. Есаулов В.П., Сладковский А.В. Применение MSC /NASTRAN for Windows для расчета железнодорожных колес// Опыт применения передовых компьютерных технологий инженерного анализа фирмы MSC.Software на предприятиях России, Белоруссии, Украины / Вторая Российская конф. пользователей MSC. – М.: Постоянное представительство MSC.Software Corporation в СНГ, 1999.- С.154-156;
5. Аксёнов Ю.Н., Богачёв А.Ю., Петров С.Ю. Опыт и практические результаты использования программных продуктов MSC для оценки работоспособности объектов ж.д. транспорта // Повышение эффективности применения передовых компьютерных технологий инженерного анализа фирмы MSC.Software на предприятиях России, Белоруссии, Украины / Четвертая Российская конференция пользователей MSC. – М.: Постоянное представительство MSC.Software Corporation в СНГ, 2001;

6. Сладковский А. Контактное взаимодействие колес и рельсов.- Луганск: Русь. 2005.-189с;
7. Євстратов В.О., Губачева Л.О. Спосіб виготовлення заготовки втулки шпінтона, Патент № 3595, G01N19/02 , опубл. 15. 12. 2004, бюл. №12;
8. Губачева Л.А., Сладковский А.В. Анализ силового режима процесса двухугловой гибки толстостеновой заготовки / Вісник Східноукраїнського університету ім. В. Даля, №11 (93), 2005.- с 181-187;
9. Сладковский А.В., Ситаж М., Мартыненко Ю.Р. Решение задач механики железнодорожного транспорта с помощью МКЭ.Д.: Новая идеология, 2002.-220 с.

УДК 378

Дегтярева Л.Н.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ В СОВРЕМЕННОЙ ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

В статье анализируются ключевые проблемы процесса самостоятельной работы студентов и предлагаются некоторые приемы и методы, позволяющие сделать данную работу эффективной.

Современная жизнь ставит человека в условия, когда нужно принимать грамотные решения за короткий промежуток времени. При этом человек должен как можно лучше использовать собственные ресурсы - физические, интеллектуальные, духовные, то есть свой природный позитивный потенциал. Все эти качества способна сформировать самостоятельная работа, которая должна быть ведущей в учебно-познавательном процессе и способная сформировать самостоятельность мысли и действия. Поэтому цель данной работы - рассмотреть вопросы, связанные с совершенствованием самостоятельной работы студентов в высшей школе.

Самостоятельность как качество личности проявляется в мышлении, четком изложении собственного мнения, мотивации поведения, деятельности и организации любого процесса. Самостоятельная работа, формирующая эти качества личности, должна иметь место в учебной деятельности студентов. Организационными признаками самостоятельной работы является: "наличие заданий для самостоятельной работы; предоставление специального времени для их выполнения; планирования методов, средств и форм самостоятельной работы; осуществление студентами учебной деятельности (коллективной или индивидуальной), их активность при этом; самоконтроль и текущий контроль; управление этой работой со стороны преподавателя; наличие ожидаемых результатов" [1, 7].

Под самостоятельной работой понимаются виды деятельности студентов, осуществляемой ими на аудиторных и внеаудиторных занятиях. При этом аудиторная работа занимает одно из ведущих мест в учебном процессе. Внеаудиторная самостоятельная работа является продолжением аудиторных занятий и включает в себя работу над лекционным материалом, подготовку к семинарским, практическим и лабораторным занятиям. Аудиторная и внеаудиторная учебная деятельность студентов может носить репродуктивный или творческий характер. Но 45,7% студентов определяют, что им не достаточно умений правильной организации самостоятельной работы, 72,5% вообще не умеют распределять свое время, а 83% не знают, как это распределение осуществить [2,241].

Анализируя процесс самостоятельной работы студентов, можно выделить несколько ключевых проблем:

а) к самостоятельной работе можно отнести два разных вида деятельности студентов: во-первых, это самостоятельная работа студентов во время про-

ведения аудиторных занятий, а во-вторых, это работа студентов во внеаудиторное время;

б) время выдачи заданий, их объем, сроки выполнения по разным дисциплинам не согласованы и приводит к неравномерности загрузки или перегрузке студентов;

в) если контроль по выполнению задания отсутствует, то у студентов пропадает стимул к самостоятельной учебной деятельности.

Студенты первого курса, придя в вуз, сталкиваются с трудностями, которые связаны с отсутствием навыков самостоятельной работы, неумением планировать свою деятельность, работать с учебниками, конспектировать лекции и тому подобное [3]. В то же время развитие навыков самостоятельной работы – одно из заданий обучения в высшей школе на этапе адаптации первокурсников. Также необходимо отметить, что состав первокурсников вуза отличается большой неоднородностью как по общему уровню их теоретической подготовки, так и по навыкам самостоятельной работы. Следовательно, преподаватель должен постоянно адаптироваться к условиям обучения конкретной группы студентов.

На наш взгляд, для обеспечения эффективной самостоятельной работы студентов необходимо учитывать следующее:

1. Студент должен получить четкую информацию, которая касается цели и содержания самостоятельной работы, сроков ее выполнения, вида отчетности, а также рекомендации по ее выполнению. Однако необходимо обратить внимание студентов на возможность творческого подхода к выполнению полученного задания.

2. Желательно, чтобы задания для самостоятельной работы отображали профессиональную направленность (специализацию) студентов, т.е. включали в себя элементы их будущей профессии.

3. Сложность и объем самостоятельной работы должны быть продуманы, чтобы избежать перегрузки студентов, которая "создает условия для выработки формального, поверхностного отношения к обучению, ослабляет их волю к достижению цели, снижает чувство ответственности за результаты обучения"[4, 74].

4. Студенты должны быть обеспечены средствами для самостоятельной работы:

- учебный материал (учебники, пособия, периодическая пресса);
- методические указания для самостоятельной проработки того или иного материала;
- алгоритмы выполнения самостоятельной работы.

5. Необходимо четко сформулировать формы и методы контроля выполнения самостоятельной работы студентов (например, включить метод рейтинга, результаты которого могут повлиять на последующую сдачу зачета или экзамена).

Следовательно, для эффективной самостоятельной работы студентов необходимо:

- предоставление всего комплекса заданий для самостоятельной работы;
- организация постоянно действующих консультаций преподавателей;
- создание учебно-методической и материально-технической базы в вузе, написание учебников, учебных и методических пособий;
- четкий график поэтапной сдачи задания (для обеспечения непрерывного контроля) и конечная дата выполнения работы;
- введение оценки выполнения заданий по самостоятельной работе.

Исследование этих вопросов является актуальным и перспективным.

Литература

1. Гнитецкая Г.Е. Дидактическая эффективность комплексной системы организации самостоятельной работы студентов младших курсов (на материале подготовки специалистов технических вузов). Автореф. дис. канд. пед. наук. – К., 1990;
2. Чиж О.Н., Сагіна Н.С. Самостійна робота студентів у навчальному процесі // Нові педагогічні технології в контексті сучасних концепцій змісту освіти: Зб. ст. – Луганськ, 1998 р., с. 211-243;
3. Границкая А.С. Организация самостоятельной работы студентов, изучающих иностранный язык в условиях сетевого планирования // Методика преподавания иностранных языков в вузе: Науч. тр. МГПИИЯ – М., 1972. – т.1, ч. П;
4. Куліш Л.Ю. Проблеми самостійної навчальної роботи студентів з іноземної мови // Шляхи удосконалення вищої освіти. – К., 1974 г.

УДК 004.056

Жуков И.В. (науч. руководитель – доц., к.т.н. Спиригин М.И.)

ВЗЛОМ И ЗАЩИТА WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ СУБД ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Объектом исследования является возможность взлома и защиты информации при разработке приложений, использующих базы данных.

Ключевой момент этой статьи – доверие введённым данным и опасность атак с внедрением SQL кода.

В статье рассмотрены основные методы взлома СУБД методом внедрения SQL, методом обращения к хранимым процедурам, а также рассмотрены всевозможные методы защиты.

Для устранения недостатков Web-приложений, предложен надёжный и удобный способ защиты.

Многие Web-приложения хранят свои постоянные данные в базах данных (БД). Сегодня таких приложений уже стало так много, что невозможно рассмотреть каждое из них. Поэтому в этой статье я рассматриваю возможность взлома и защиты приложений, работающих с БД. Ключевой момент этой статьи – доверие введённым данным и опасность атак с внедрением SQL-кода. Многие просто и не догадываются, что их базы данных уязвимы для атак, заключающихся в манипуляции со структурой запросов.

Многие приложения, созданные как начинающими программистами, так и более опытными, содержат примерно такой код:

```
string sql = "select * from clients where name = '"+name+"' and age='"+age"
```

Тут обычно значение переменных name и pass запрашивается у пользователя, это может быть запрос через форму, через службу авторизации, через обычную передачу запросами POST или GET.

Допустим, пользователь вводит свои данные имя – *Ivan*, возраст – 21, тогда этот запрос будет иметь такой вид:

```
select * from clients where name = 'Ivan' and age=21.
```

Такой SQL-запрос, конечно, выведет информацию о пользователе *Ivan* (конечно, если такой существует и указан правильный пароль).

А что если наш пользователь «плохой парень», и введёт в качестве своего имени следующее: *Ivan' or 1=1 --* ?

Тут, наверное, будет ошибка или будет пользователь не найден? Да уж, нет. На самом деле этот запрос вернёт всё содержимое таблицы clients. Почему? Да очень просто, обратите внимание на «--» в конце имени пользователя. Это оператор комментария, который поддерживает большинство современных СУБД: Microsoft SQL Server, IBM DB2, Oracle, PostgreSQL, MySQL. Поэтому наш запрос по сути будет иметь такой вид:

```
select * from clients where name = 'Ivan' or 1=1.
```

Данная атака называется внедрением SQL-кода. (SQL injection). В подобной ситуации изменяется логика SQL-выражения за счёт включения оператора "or".

По умолчанию многие СУБД разрешают за один запрос выполнять более одного SQL-выражения. Например, разрешается отправить на SQL-сервер такой запрос:

```
select * from clients select * from managers
и будут выполнены оба оператора select.
```

При взломе очень легко воспользоваться этой возможностью. Допустим, в наш запрос хакер в качестве имени вводит: Ivan drop table clients –.

В результате SQL-запрос сначала вернёт все записи с полем name равным Ivan, а потом удалит всю таблицу клиентов :-).

Отсюда можно сделать выводы:

- никогда не создавайте подключения к базе данных с использованием учётных записей sa (Microsoft SQL Server), internal (Oracle), root (MySQL), потому что они обладают максимальными полномочиями и способны нанести непоправимый ущерб.

- никогда не выводите обычному пользователю сообщение об ошибке SQL-сервера. Обычно такие сообщения содержат SQL-код, в котором произошла ошибка, и выведя SQL-запрос, мы только окажем хакеру неоценимую услугу.

Очень часто программисты, знающие об этой ситуации, применяют метод дублирования одинарных кавычек для передаваемых переменных:

```
string name="Ivan' or 1=1 --";
int age=21;
name=name.Replace("'", "");
string sql = "select * from clients where name = '"+name+"' and age="+age
```

Таким образом лишают хакеров возможности провести атаку, поскольку до оператора комментария образуется некорректное выражение:

```
select * from clients where name = 'Ivan' or1=1' and age=21.
```

Но это не спугнёт хакера – для атаки он воспользуется числовым полем age.

Например, в качестве возраста он введёт 35; shutdown, и наш сервер остановится.

Если всё равно верить, что кавычки спасают, то хакер может воспользоваться функцией char(0x27), которая позволяет их скрыть.

Ещё один распространённый метод избавиться от такой ошибки – это использовать хранимые процедуры. Но он тоже не правилен! Он предотвратит лишь некоторые атаки!

Допустим, у нас есть хранимая процедура sp_GetName, и вот код, вызывающий её:

```
string name= ...; //Имя, введённое пользователем
SqlConnection sql=new SqlConnection(ConnectionString);
sql.Open();
string sqlstring="exec sp_GetName '"+name+"';";
SqlCommand = new SqlCommand(sqlstring, sql);
```

Попытка ввести «Ivan' or 1=1 – » закончится неудачей, поскольку нельзя выполнить соединение (join) между вызовами хранимых процедур. Такой вызов некорректен:

```
exec sp_GetName 'Ivan' or 1=1 –'
```

Однако такое манипулирование абсолютно не приводит к ошибке:

```
exec sp_GetName 'Ivan' insert into clients(name) values('Tanya') –'
```

Эта SQL-команда получит данные о клиенте с именем Ivan и вставит новую запись клиента с именем Tanya.

Как видно, хранимые процедуры не спасают от обсуждаемой ошибки!

Какие же средства использовать для предотвращения взлома нашей СУДБ?

Построение выражений программным путём довольно проблематичный способ. Самый простой способ избежать проблем – переложить построение SQL-выражений на базу данных и не пытаться конструировать их в коде приложения. Следует использовать символы подстановки (place holder), которые часто называют параметризованными командами (parameterized command). При написании запроса вы сами определяете, какие части SQL-выражения должны быть параметрами. Вот параметризованная версия SQL-запроса:

```
select * from client where name=? And age=?
```

Затем следует присвоить конкретные значения параметрам, которые передаются в БД вместе с SQL-запросом.

```
string strName=...;
int strAge=...;
SqlConnection conn=new SqlConnection(ConnectionString);
conn.Open();
SqlCommand cmd = new SqlCommand();
cmd.CommandText="select * from clients where name=? and age=?";
SqlParameter par=cmd.CreateParameter();
par.ParameterName="name";
par.Value=strName;
cmd.Parameters.Add(par);
par=cmd.CreateParameter();
par.ParameterName="age";
par.Value=strAge;
par.SqlDbType=SqlDbType.Int;
cmd.Parameters.Add(par);
SqlDataReader rd=cmd.ExecuteReader();
```

Кроме прочего, параметризованные запросы выполняются быстрее, чем сконструированные в коде приложения. Это тот редкий случай, когда удаётся убить за раз двух зайцев: такие запросы быстрее и безопаснее.

Ещё одно преимущество параметров – возможность указать для них тип данных. Например, если определить числовой параметр (как это сделано в данном случае для определения параметра age), то строгий контроль типов пресекает на корню множество SQL –атак, поскольку они не возможны с использованием только чисел. Если приложение поддерживает интерфейс ODBC и требуются параметры, применяйте функцию SQLNumParams и SQLBindParams. При работе с OLE DB задействуйте интерфейс ICommandWithParams. А если, как в данном случае, используется управляемый код, то используйте класс SqlCommand.

Что касается безопасных хранимых процедур, тот тут разговор пойдёт несколько по-другому.

Только что продемонстрированные параметризованные запросы пригодны для доступа к БД из внешних приложений, таких как Web-сервисы. Однако, когда требуется выполнять те же действия в хранимых процедурах, следует знать о двух простых механизмах, помогающих создавать безопасные выражения.

Во-первых, следует применять к именам объектов функцию quotename. Например, выражение select top 3 name from mylabk- превратится в select top 3 [name] from [mytable], если вы выделите квадратными скобками name и mytable.

quotename - это очень полезная встроенная функция transactSQL. Она выделяет имена объектов разделителями, анализируя неправильные символы.

Результат ее работы можно увидеть, запустив в SQL Query Analyzer приведённый пример:

```
declare @a varchar (20)
set @a=0x74735D27
select @a
set @a=quotename(@a)
select @a

set @a='tsj'''
select @a
set @a=quotename(@a)
select @a
```

Обратите внимание на значение переменной @a во втором блоке кода. Она превратилась в безопасную строку, выделенную символами «[» и «]».

Во-вторых, следует использовать sp_executesql для исполнения динамически созданных SQL-выражений, вместо того чтобы просто склеивать строки.

```
declare @name varchar(64)
set @name=N'White'
exec sp_executesql
    N 'select * from clients where name=@lname',
    N '@lname varchar(64)',
    @lname=@name
```

Оба механизма поддерживают современные SQL-сервера, и разработчики, создающие хранимые процедуры, должны учитывать эти особенности!

Также при написании приложений, в которых формируются SQL-запросы нужно контролировать корректность введённых данных с помощью регулярных выражений. Например, для контроля правильности идентификационного кода можно использовать такое регулярное выражение: ^\d{2,10}\$.

Базу данных стоит хранить на отдельном сервере, а не на том, где установлен Web-сервер.

И, что немаловажно, никогда не стоит выводить ошибки пользователю (а возможно, хакеру)

Да, но как же тогда отлаживать такие приложения?

Для этого рекомендуется отлов ошибок строить следующим образом:

```
try {
//код, в котором нужно перехватывать ошибки
} catch (Exception e) {
//проверяем, если пользователь зашел с локального компьютера
//то выводим полное сообщение об ошибке
if (HttpContext.Curent.Request.UserHost.Address == "127.0.0.1")
    Status=e.ToString();
else
    Status = "При обработке запроса произошла ошибка!";
} finally {
if (cmd != null )
    cmd.Connection.Close();
}
```

В данном коде ошибка выводится только в том случае, если приложение просматривается с компьютера, адрес которого 127.0.0.1. А это, как известно, статический локальный адрес.

Существует ещё одна возможность вывода сообщения «избранным» пользователям, т.е. только тем, которые не намерены причинить вред данному Web-узлу, а именно администраторам:

```
AppDomain.CurrentDomain.SetPrincipalPolicy (Principal-
Policy.WindowsPrincipal)
WindowsPrincipal user = (WindowsPrincipal)Thread.CurrentPrincipal;
if (user.IsInRole(WindowsBuildInRole.Administrator)) {
//пользователь является администратором, поэтому выводим ему подроб-
ности об ошибке
Status=e.ToString();
}
```

И сразу же ещё одно замечание: необходимо всегда закрывать установленное подключение к БД, даже если произошел сбой. Это предотвратит угрозу отказа в обслуживании, обычная причина которых – слишком много открытых подключений.

Приложения, взаимодействующие с базой данных, – одни из самых распространённых видов прикладных программ, и, к сожалению, многие из них уязвимы для атак с внедрением SQL-кода. Следуя простым правилам, можно избежать свои приложения от подобных вещей:

- никогда не стоит доверять данным, которые ввёл пользователь!
- проявляйте жесткость и чётко определяйте, что такое «правильные входные данные». Всё, что не соответствует стандарту, безжалостно нужно отвергать! В этом случае лучший помощник – регулярные выражения;
- для построения запросов нужно применять параметризацию а не конкатенацию строк;
- не стоит «откровенничать» с хакером, предоставляя ему слишком много информации;
- нужно хранить базу данных отдельно от Web-сервера;
- нужно подключаться к базе данных под учётной записью с минимально необходимыми привилегиями.

Литература

1. Garfinkel, Simson, and Gene Spafford. Web Security & Commerce. Sebastopol, CA: O'Reilly and Associates, 1997 – 1024 Pages;
2. <http://www.securitylab.ru/>;
3. <http://www.rsdn.ru/>;
4. Внедрение SQL в продукт управления сетью: IpSwitch WhatsUp (SQL injection) <http://security.nnov.ru/ldocument941.html>;
5. Внедрение SQL кода в Powie's PHP Forum 1.14: <http://www.server.md/bugs.php?aid=596>;
6. Ховард М., Лебланк Д. Защищенный код. М.: издательско-торговый дом «Русская редакция», 2004. –704 стр;
7. Прямое введение команд в SQL сервер: <http://owasp.securitylab.ru/?ID=27089>.

Клюев С.А., Спирыгин В.И., Спирыгин М.И.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ VPN-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЕДИНОЙ КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ УНИВЕРСИТЕТА

Рассмотрено применение VPN-технологий и продуктов компании Check Point для построения единой корпоративной сети университета.

Для обеспечения более эффективной защиты передачи данных и для создания единой корпоративной сети университета необходимо обеспечить связь центрального университета, находящегося в Луганске, с его филиалами, расположенными по Украине.

Одним из вариантов обеспечения связи является применение VPN (Virtual Private Networks)-технологий. При сегодняшнем развитии Интернета все более и более интересным становится использование общедоступных публичных сетей как основы для создания безопасных и надежных каналов, связывающих наши сети и обеспечивающих доступ к ним отдельным пользователям, постоянно меняющим свое географическое местоположение.

VPN имеет ряд очевидных достоинств. Прежде всего, частные виртуальные сети существенно дешевле WAN (Wide-Area Network), особенно при использовании в международных компаниях. По оценкам Infonetics Research [1], приведенным на сайте, стоимость реализации VPN почти в три раза меньше затрат на WAN.

Используя VPN, мы уже не платим за кабельные линии, соединяющие локальные сети. Теперь для создания каналов между локальными сетями мы используем Интернет, что стоит гораздо дешевле.

VPN предполагает комплексные решения в области защиты данных. Прежде всего, передаваемая информация передается в зашифрованном виде. Для идентификации адресата и отправителя применяются специальные меры. И, наконец, проверяется, что данные не были изменены во время движения по публичным сетям, по ошибке или злонамеренно.

Итак, построение VPN предполагает создание защищенных от постороннего доступа туннелей между несколькими локальными сетями и/или удаленными клиентами. Для создания и обслуживания подобных туннелей необходимы специальные протоколы, программное обеспечение, специфическое оборудование.

Семейство сетевых протоколов для реализации VPN довольно обширно, однако лишь три из них получили широкое распространение. Это IPSec (Internet Protocol Security), PPTP (Point-to-Point Tunneling Protocol) и L2TP (Layer 2 Tunneling Protocol).

Защита информации в понимании VPN включает в себя кодирование (encryption), подтверждение подлинности (authentication) и контроль доступа (access control). Кодирование подразумевает шифрование передаваемой через VPN информации. Прочитать полученные данные может лишь обладатель ключа к шифру.

Подтверждение подлинности включает в себя проверку целостности данных и идентификацию лиц и объектов, задействованных в VPN. Первая гарантирует, что данные дошли до адресата именно в том виде, в каком были посланы. Самые популярные алгоритмы проверки целостности данных на сегодня – MD5 и SHA1.

Для построения защищенных виртуальных частных сетей VPN, обеспечивающих защиту информации при передаче по протоколам TCP/IP по открытым

каналам связи, используют программные продукты на основе международных стандартов по информационной безопасности.

Можно выделить четыре основных варианта построения сети VPN, которые используются во всем мире. Данная классификация предлагается компанией Check Point Software Technologies[2]:

- **"Intranet VPN"**. Позволяет объединить в единую защищенную сеть несколько распределенных филиалов одной организации, взаимодействующих по открытым каналам связи. Именно этот вариант получил широкое распространение во всем мире, и именно его в первую очередь реализуют компании-разработчики.
- **"Remote Access VPN"**. Реализует защищенное взаимодействие между сегментом корпоративной сети (центральный офисом или филиалом) и одиночным пользователем, который подключается к корпоративным ресурсам из дома (домашний пользователь) или через ноутбук (мобильный пользователь). Данный вариант отличается от первого тем, что удаленный пользователь, как правило, не имеет статического адреса, и он подключается к защищаемому ресурсу не через выделенное устройство VPN, а напрямую со своего собственного компьютера, на котором и устанавливается программное обеспечение, реализующее функции VPN. Компонент VPN для удаленного пользователя может быть выполнен как в программном, так и в программно-аппаратном виде. В первом случае программное обеспечение может быть как встроенным в операционную систему (например, в Windows 2000), так и разработанным специально. Во втором случае для реализации VPN используются небольшие устройства класса SOHO, которые не требуют серьезной настройки и могут быть использованы даже неквалифицированным персоналом. Такие устройства получают сейчас широкое распространение.
- **"Client/Server VPN"**. Он обеспечивает защиту передаваемых данных между двумя узлами (не сетями) корпоративной сети. Особенность данного варианта в том, что VPN строится между узлами, находящимися, как правило, в одном сегменте сети, например, между рабочей станцией и сервером. Такая необходимость очень часто возникает в тех случаях, когда в одной физической сети необходимо создать несколько логических сетей. Например, когда надо разделить трафик между финансовым департаментом и отделом кадров, обращающихся к серверам, находящимся в одном физическом сегменте. Этот вариант похож на технологию VLAN, но вместо разделения трафика используется его шифрование.
- **"Extranet VPN"** предназначен для тех сетей, к которым подключаются так называемые пользователи "со стороны" (партнеры, заказчики, клиенты и т.д.), уровень доверия к которым намного ниже, чем к своим сотрудникам. Хотя по статистике чаще всего именно сотрудники являются причиной компьютерных преступлений и злоупотреблений.

По данным независимых агентств, доля компании Check Point на мировом рынке VPN составляет от 36 до 62%[3,4]. Например, такие программные продукты, как: Check Point VPN-1 Pro for Enterprises, Check Point VPN-1 Edge for Remote Sites, Check Point Express for Mid-sized Business, Check Point FireWall-1, Check Point FireWall-1 GX, Check Point VPN-1 VSX, Check Point Provider-1[].

Исходя из функционального назначения программных продуктов, наиболее подходящим для использования в корпоративной сети университета является Check Point VPN-1 Pro, так как данный продукт – это интегрированное программное решение, которое объединяет ведущие отраслевые технологии защиты FireWall-1 и превосходные инструменты для построения виртуальных частных сетей. Продукт VPN-1 Pro – краеугольный камень семейства решений Intelligent

Security Solutions компании Check Point – отвечает всем требованиям, которые сегодня предъявляются к VPN-решениям для сетей Интернет, интранет и экстранет, и обеспечивает защищенное подключение к сети предприятия удаленных и мобильных пользователей, региональных филиалов и бизнес-партнеров.

Используя данный программный продукт, предлагается вариант связи центрального университета с одним из его филиалов (рис.1).

При наличии соответствующих инструментов обслуживать виртуальные частные сети несложно. С помощью системы Firewall-1 компании Checkpoint можно наладить передачу зашифрованных данных между двумя филиалами.

Чтобы спроектировать безопасную распределенную сеть, проходящую по "территории" Интернет, следует учесть каждый аспект сети. Первое, и главное, требование: ЛВС (локальные вычислительные сети) должны быть защищены брандмауэрами. А когда брандмауэры функционируют, организовать защищенное соединение с удаленным узлом не сложнее, чем разрешить шифрование VPN.

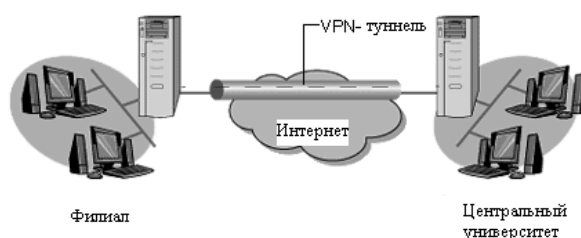


Рис.1. Использование VPN для объединения центрального университета с одним из его филиалов

Необходимо использовать два метода преобразования IP-адресов: сокрытие и прямая адресация. При сокрытии IP-адресов машины, защищенные брандмауэром, "общаются" с Интернет при помощи IP-адреса брандмауэра. В случае прямой адресации внешние хосты из Интернет обращаются непосредственно к определенным машинам ЛВС.

Машины, которые имеют доступ к Интернет с помощью метода сокрытия IP-адресов, могут лишь инициировать отдельные сеансы, такие как просмотр Web-страниц или чтение электронной почты. Однако к узлам (серверам) корпоративной сети через брандмауэр может обращаться только с помощью прямой адресации.

С помощью набора правил IP-пакеты непрерывно шифруются и дешифруются аналогичной системой VPN, расположенной на другом конце соединения.

Для использования брандмауэра Firewall-1 каждому защищаемому узлу сообщаются адреса, по которым следует шифровать данные, и источники, данные из которых следует расшифровывать. Каждый раз, когда сеанс содержит данные, удовлетворяющие этим критериям, по завершении инициализации брандмауэр начинает обрабатывать проходящие через него данные. Для конечного пользователя шифрование сеанса абсолютно прозрачно.

Возможно применение двух методов шифрования: с разделяемым и открытым ключами. Первый метод предполагает в использование на обоих концах соединения одного и того же ключа для шифрования и дешифрования.

При втором способе шифрования каждая сторона вырабатывает согласованную пару открытого и закрытого ключей. Открытый ключ доступен всем. Но данные, зашифрованные этим ключом, могут быть расшифрованы только с помощью соответствующего закрытого ключа. Выбор метода шифрования определяется характером доступности данных. Как вариант, можно установить собственный сервер ключей, например, по стандарту X.509, и собрать все открытые ключи в одном, безопасном для общего пользования, месте. Кроме того, с помощью сервера сертификатов стандарта X.509 возможно применение цифровых подписей, гарантирующих неприкосновенность данных в пути.

Выводы

Использование VPN-технологий в корпоративной сети позволит:

- независимость от криптографии. Возможность подключения модулей криптографии от третьих производителей, благодаря чему их можно использовать в любой стране мира в соответствии с принятыми национальными стандартами;
- масштабируемость продуктов, которая позволяет подобрать оптимальное по стоимости и надежности решение с возможностью постепенного наращивания мощности системы защиты;
- наличие открытых интерфейсов для интеграции с другими программными системами и бизнес-приложениями;
- гибкость установки и настройки, позволяющая внедрить систему безопасности, не меняя сетевой конфигурации корпоративной сети;
- экономичность (при использовании VPN-продуктов не требуются специальные каналы для передачи конфиденциальной информации: защита допускает передачу конфиденциальной информации по любым каналам, поддерживающим протоколы TCP/IP);
- поддержка международных стандартов. Совместимость продуктов с продуктами RSA, Baltimore, Entrust, VeriSign, SSH, Siemens, Microsoft и др.

Литература

1. Официальный сайт Infonetics Research <http://www.infonetics.com/home.htm>;
2. VPN - виртуальные частные сети <http://www.price.od.ua/articles.phtml?id=72>;
3. Кольдичева Ю. Управляемость и анализ событий //Сети - М.: Открытые системы, 2005 - №9;
4. Официальный сайт компании Софтлайн <http://www.softline.ru>;
5. Check Point. Справочное руководство. Q4.2003 Q1.2004 http://www.mont.ru/security/archives/checkpoint_PRG-Q4-2003-Q1-2004.pdf.

УДК 339.564

Медяник А.В.

РОЛЬ И МЕСТО ИНФОРМАЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Информационное обеспечение позволяет принимать точные решения и минимизировать возникающие риски. Рассмотрены роль и место информации в современных условиях. Ист. 4.

Постановка проблемы

Сегодня информация играет весомую роль в функционировании каждого предприятия и организации. Она становится одним из главных ресурсов производства наравне с сырьем, машинами, рабочей силой. Сегодня информация стала неотъемлемым и специфическим элементом производства. Если энергия, предметы и орудия труда являются основными условиями процесса производства, то информация – это наиболее активный, организующий элемент, приводя-

щий любое производство в движение и направляющий его, что в свою очередь обеспечивает высокую конкурентоспособность предприятия.

Цель исследования

В контексте вышеизложенного встает вопрос определения роли и места информации как на уровне предприятия, так и на уровне современного государства.

Анализ исследований и публикаций

Многие учёные, такие как Л.Е. Стровский, О. Чубукова, изучали и изучают вопрос определения роли и места информации в современном мире.

Проблеме информационного обеспечения внешнеэкономической деятельности посвящена статья 23 Закона Украины «О внешнеэкономической деятельности» [1].

Изложение основного материала

Под понятием «информация» подразумеваются единичные сведения или их совокупности, которые снимают неопределенность, существующую до их поступления [2].

С древних времен информация занимает ведущее место в жизни людей, аккумулируя веками накапливаемый опыт.

Развитие речевого аппарата ускорило передачу и аккумуляцию информации, а изобретение письменности многократно расширило возможности ее накопления и передачи и обусловило возникновение и развитие древней и средневековой цивилизации.

Появление и распространение печати дало новый импульс развитию человеческого интеллекта, а заодно развитию производительных сил общества. Вершиной преобразований, подготовленных печатной информацией, явилось создание информационной машины – компьютера.

В хозяйственном механизме в связи с постоянными и значительными изменениями в науке, технике и производстве на протяжении последних десятилетий информация занимает главное место.

Использование информации предоставляет возможность выбора стратегии управления: ориентация на определенные группы потребителей и экономические показатели самого предприятия, на потенциальные рынки сбыта и т.д.

Наиболее динамичной формой услуг, которая определяет характер развития всей системы международной экономической деятельности, является коммерческая деятельность в информационной сфере.

Современные проявления научно-технического прогресса определяются в радикальном изменении содержания продукта сферы услуг на основе информационных технологий.

Использование компьютерных систем и информационных сетей дает доступ как для производителей, так и для потребителей к беспрецедентному массиву информации.

Информационные услуги дают возможность в режиме реального времени контактировать с потенциальными партнерами, оперативно формировать экономическую стратегию, осуществлять торговые и финансовые операции. С помощью современных информационных сетей появляется возможность предоставлять образовательные и медицинские услуги, иногда в независимости от национальной принадлежности сторон.

Эту сферу международной торговли услугами иногда называют «новой экономикой». Она все более и более распространяется в мире, о чем свидетельствует и возрастание затрат на технологии.

Среди сегментов мирового рынка наиболее значимым является информационный сегмент. Он включает различные формы предпринимательской деятельности, причем именно такая деятельность и обеспечивает информационное развитие [3].

В структуре рынка информационных технологий 53 % составляют телекоммуникации, причем в ближайшее время ожидается новый значительный толчок их развития. Материальными носителями такого дополнительного стимула должны быть новые средства связи, прежде всего – системы мобильной связи третьего поколения.

В последнее время в качестве доступного и распространенного метода получения информации стала использоваться глобальная система Интернет. Она имеет ряд существенных преимуществ перед другими источниками получения информации, такие как:

- скорость получения необходимых данных. По итогам полученной в режиме он-лайн информации можно оперативно изменять условия осуществления, например, экспортно-импортных операций;

- возможность интерактивного взаимодействия с потенциальными клиентами;

- отсутствие ограничения во времени и пространстве, что позволяет повысить эффективность рекламных компаний. Кроме этого, в сети Интернет размещено большое количество рекламы других предприятий.

Лидером в сфере информационных услуг последних десятилетий XX века и в начале XXI века являются США и другие ведущие страны.

В современном мире лидерство на рынке информационных услуг определяется лидерством в сфере информационных технологий. Все это дает возможность выигрывать и в борьбе за ресурсы – финансовые, материальные и даже человеческие [4].

Именно люди (специалисты) являются главным носителем этого ресурса, выезд лучших специалистов за границу усиливает технологический разрыв.

Фактически страна благодаря технологическо-информационному лидерству обеспечивает перераспределение ресурсов, практически – их перелив к себе. Основными поставщиками этих ресурсов развитым странам являются все остальные, менее развитые страны, которые не имеют доступа к действительно стратегическому виду ресурсов – информационно-технологическим.

Вывод

Таким образом, очевидно, что сегодня информация играет ведущую роль в функционировании каждого предприятия. Получение комплексной многоуровневой информации дает возможность сформировать эффективный стратегический потенциал.

Литература

1. Закон України “Про зовнішньоекономічну діяльність” від 16.04.1991 № 959-XII;
2. Чубукова О. Про формування національного ринку інформаційних продуктів і послуг // Економіка України. – 1999. - № 9. – С. 86-88;
3. Новицький В.Є. Міжнародна економічна діяльність України: Підручник. – К.: КНЕУ, 2003. – 948 с;
4. Прихотный Д.Г. Социально-экономическая природа информационного ресурса. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 174 с.

УДК 371.124:004

Меняйленко О.С.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ УЧИТЕЛЯ В АЛГОРИТМАХ ОЦІНКИ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ УЧНІВ

У роботі розглядається підхід до побудови математичної моделі пересічного учителя для порогових значень оцінок в алгоритмах оцінки навчальних досягнень учнів. Уводиться поняття нормованої шкали, що дозволяє одержати лінійну модель граничних значень незалежно від використовуваної системи (4-бальна, 12-бальна, ECTS та ін.)

Одним із сучасних напрямів у педагогіці й психології є використання інформаційних технологій навчання в освіті, що відбито в національній програмі розвитку освіти України, Державній програмі “Освіта – Україна XXI століття” [1, 2] та ін. [3, 4]. Як конкретні реалізації цього напрямку виступають автоматизовані навчальні системи (АНС), системи дистанційного навчання (ДН), різного роду електронні підручники, навчальні програми тощо, які активно використовуються в навчальних закладах розвинених країн світу, у тому числі й України.

Створення високоефективних інформаційних технологій навчання потребує формалізації частини функцій учителя, розробки математичних моделей та алгоритмів оцінки знань (навчальних досягнень) учнів тощо. Особливо це стає актуальним після вступу України в Болонський процес, бо тут проявляються різні підходи в оцінці знань учнів, використання різних шкал та ін. [5–7].

Однак на сьогодні цю проблему не вирішено: не досліджено суб’єктивні особливості вчителів, використовувани стратегії навчання й контролю, не розроблено математичні моделі й алгоритми оцінки знань учнів тощо.

Це робить актуальним розробку й створення математичних моделей та алгоритмів оцінки знань учнів в інформаційних технологіях навчання, здатних реалізувати частину функцій учителя, які піддаються формалізації.

Метою роботи є розробка математичної моделі вчителя для порогових значень оцінок в алгоритмах оцінки навчальних досягнень учнів.

Розглянемо підходи й алгоритми оцінки знань, використовувани в педагогіці й у кібернетичі при створенні автоматизованих навчальних систем.

У [8–12] перевірка й оцінка знань розглядаються як істотна ланка навчально-виховного процесу, від правильної постановки якої багато в чому залежать ефективність керування ним та якість навчання. Виділяють такі функції перевірки й оцінки знань: орієнтуючу; діагностичну; навчальну; виховну; розвиваючу; контролюючу; керуючу.

При цьому вважається, що будь-яка перевірка може виконувати одночасно декілька функцій [6, 8–12].

У [9] відзначається, що для навчального процесу найбільшу цінність має поточний контроль знань, виділяючи дві системи контролю: 1) інтегруючий контроль; 2) елементний контроль.

Як правило, в алгоритмах оцінки навчальних досягнень учнів контролювати засвоєння учнем матеріалу пропонується за допомогою тестів, а як міру засвоєння використовувати різні порогові значення, які ґрунтуються на коефіцієнті засвоєння [8, 9]:

$$K_{\alpha} = \frac{a}{p}, \quad (1)$$

де K_{α} – коефіцієнт засвоєння на рівні α ; a – кількість правильно виконаних істотних операцій завдання тесту; p – загальна кількість істотних операцій тесту.

У різних алгоритмах оцінки знань коефіцієнт K_{α} (1) може позначатися та використовуватися по-різному. Так, у роботі [10] коефіцієнт I_j визначає, яка частина набраної суми балів від максимально можливої дає відповідну оцінку за п’ятибальною шкалою (нижній поріг). У табл. 1–4 наведено приклади різних порогових значень, використовуваних в алгоритмах оцінки знань учнів.

Таблиця 1

Коефіцієнт засвоєння K_{α} [9]

K_{α}	0,9–1,0	0,8–0,9	0,7–0,8	Менше від 0,7
Оцінка X_i	5	4	3	2

Таблиця 2

Приведення оцінок у балах до традиційної чотирибальної шкали [11]

S	$0,80 < S \leq 1$	$0,63 < S \leq 0,80$	$0,37 < S \leq 0,63$	$S \leq 0,37$
Оцінка O	5	4	3	2

Тут S – відношення кількості балів, набраних учнем, до максимально можливої кількості балів за контрольований період.

Таблиця 3

Приведення оцінок у балах до традиційної чотирибальної шкали [12] для семестрової оцінки

S	$0,80 < S \leq 1$	$0,65 < S \leq 0,79$	$0,55 < S \leq 0,64$	$S \leq 0,55$
Оцінка O	5	4	3	2

Таблиця 4

Приведення оцінок у балах до традиційної чотирибальної шкали [12] для підсумкової оцінки з предмета

S_p	$0,86 < S_p \leq 1$	$0,71 < S_p \leq 0,86$	$0,55 < S_p \leq 0,71$	$S_p \leq 0,55$
Оцінка O	5	4	3	2

Тут S_p – відношення кількості балів, набраних учнем, до максимально можливої кількості балів за контрольований період.

У роботі [6] наведено алгоритм розрахунків рейтингу з наступним перерахуванням у національну шкалу та європейську систему ECTS (European Credit Transfer System). Рейтинг слухача визначається за результатами вивчення всієї дисципліни:

$$r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m \frac{g_i}{g_{\max i}} n_i, \quad (2)$$

де g_i та $g_{\max i}$ – відповідно залікові одиниці та максимальна кількість залікових одиниць контролю і-го модуля; n_i та n – відповідно кількість годин, які виділяються для вивчення і-го модуля та дисципліни; m – кількість модулів.

Переведення даних модульно-рейтингового контролю до 4-бальної та до шкали ECTS наведено в табл. 5.

Таблиця 5

Оцінювання за модульно-рейтинговим контролем, за перерахуванням в ECTS та національну шкали

За шкалою ECTS	За національною шкалою	За модульно-рейтинговим контролем ($R = r \cdot 5$)
A	5 (відмінно)	$4,5 < R$
bc	4 (добре)	$3,5 < R < 4,5$
DE	3 (задовільно)	$2,5 < R < 3,5$
FX	2 (незадовільно) з можливістю повторити іспит	$1,5 < R < 2,5$
F	2 (незадовільно) з обов'язковим повторним курсом	$R < 1,5$

Як впливає з наведених даних (див. табл. 1–5), існує суттєвий розкид в оцінці успішності учнів. Наприклад, щоб отримати оцінку “3”, учень має відповісти не менше ніж на 37 % заданих запитань тесту (див. табл. 2), а для отримання цієї ж оцінки за системою, наведеною в [12], потрібно відповісти на більше ніж 55 % заданих у тестах запитань. Якщо ж порівняти шкали переведення, наведені в табл. 1, то учневі для одержання оцінки “3” потрібно відповісти більше ніж на 70 % заданих у тестах запитань.

Істотні розбіжності в оцінці знань учнів потребують додаткових досліджень для виявлення суб’єктивних факторів, що впливають на виставлення оцінки.

З метою визначення якісних і кількісних оцінок основних суб’єктивних стратегій навчання та контролю, використовуваних учителями, розроблено методику проведення досліджень, що включає такі основні етапи: 1) розробку запитальників-анкет для вчителів і учнів; 2) проведення опитування; 3) обробку результатів анкетування: визначення основних імовірнісних параметрів кількісних даних, поданих в анкетах; побудову графічних залежностей між досліджуваними параметрами.

Як запитальні листи використовувалися такі види анкет:

- 1) контроль успішності учнів за 4-бальною системою;
- 2) контроль успішності учнів за 12-бальною системою;
- 3) контроль успішності учнів за ECTS системою [7].

Запитальники-анкети розроблялися з урахуванням вимог, які ставляться до такого типу опитувань [13], у них включено запитання, що характеризують навчальний процес з позицій створення автоматизованих навчальних систем. Для уточнення ряду суб’єктивних відповідей учителів на запитання анкет додатково використовувалося анкетування учнів.

З поданих в анкетах відповідей обробці піддавалися лише ті, що можуть бути формалізовані, враховані й використані при розробці автоматизованих навчальних систем.

Для визначення основних імовірнісних параметрів досліджуваних суб’єктивних стратегій здійснювалася перевірка гіпотези про те, що спостережувані величини розподілені нормально, і визначалася статистична значимість отриманих результатів. Перевірка гіпотези про те, що отримані величини розподілені нормально, проводилася за допомогою критерію згоди D_n Колмогорова–Смирнова, а статистична значимість результатів – за допомогою надійних інтервалів (t_1 і t_2) та t -критерію Стьюдента для залежних вибірок [13–15].

При цьому використовувалися такі статистичні характеристики: 1) вибіркове середнє M_i ; 2) дисперсія D_i ; 3) надійний інтервал (t_1 і t_2 – нижня й верхня межі інтервалу); 4) критерій D_n Колмогорова–Смирнова; 5) t -критерій Стьюдента для залежних вибірок; 6) коефіцієнт кореляції r Пірсона. Статистичні характеристики визначалися за допомогою методів математичної статистики [15], реалізованих у пакетах *Statistica 5.0* та *Microsoft Excel 2000*.

Для побудови графічних залежностей використовувалися такі дані:

- 1) середні значення M_{pi} частки правильних відповідей залежно від оцінки Q (4-бальна, 12-бальна і ECTS системи);
- 2) дисперсії D_{pi} частки правильних відповідей залежно від оцінки Q (4-бальна, 12-бальна і ECTS системи).

Відповідно до розробленої методики проведено дослідження суб’єктивних стратегій навчання та контролю вчителів середніх навчальних закладів м. Луганськ й області, Донецької й Харківської областей, а також вищих навчальних закладів м. Луганськ і м. Донецьк. Дослідження проводилися з 1992 по 2001, у 2004–2005 роки. Отримано й оброблено 6782 анкети. Визначено ймовірнісні параметри стратегій навчання та контролю, основні з яких подано нижче.

Перевірка на нормальний закон розподілу за критерієм D_n Колмогорова–Смирнова показала, що для основних досліджуваних параметрів виконується нерівність: $D_n < k_{n;\alpha}$ ($\alpha = 0,05$), тобто немає підстав відкидати гіпотезу про нормальність [13–15].

У табл. 6 подано основні ймовірнісні параметри часток правильних відповідей (y %) для 4-бальної системи, а на рис. 1–3 графіки залежностей середніх часток правильних відповідей та їх дисперсій для поточних і екзаменаційних оцінок відповідно для 4-бальної, 12-бальної та ECTS систем.

У табл. 6 і на рис. 1–3 прийнято такі позначення: Mpe , Mpt – середні частки правильних відповідей, необхідних для виставлення екзаменаційної та поточної оцінок; Dpe , Dpt – відповідно дисперсії часток правильних відповідей (y %), необхідних для виставлення екзаменаційної та поточної оцінок Q .

Таблиця 6

Дисперсії та середні частки (%) правильних відповідей, необхідних для виставлення поточних і екзаменаційних оцінок (4-бальна система)

Параметри	Оцінки Q		
	3	4	5
Mpt	46,8073	76,4041	93,1179
Dpt	133,5491	83,0233	69,5169
Надійний інтервал для Mpt (95 %)	45,16224 – 48,45234	75,11050– 77,69779	91,94036 – 94,29554
Mpe	49,44231	79,82381	95,32547
Dpe	86,1899	61,4186	24,9789
Надійний інтервал для Mpe (95 %)	48,17322 – 50,71139	78,75768– 80,88994	94,64882– 96,00212

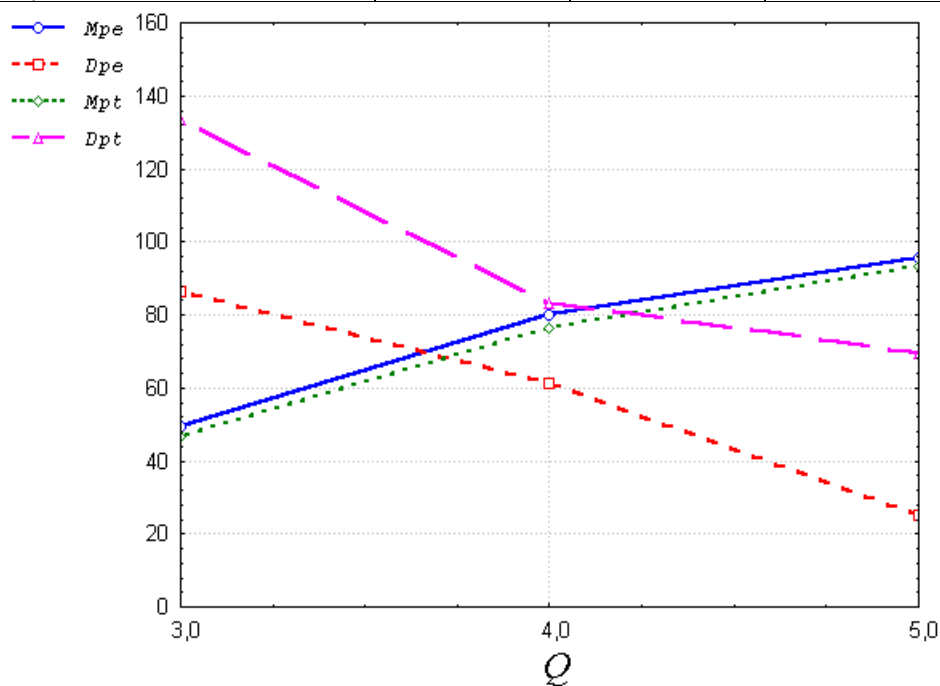


Рис. 1. Графіки залежностей середніх часток правильних відповідей (y %) та їх дисперсій від поточних і екзаменаційних оцінок (4-бальна система)

Як впливає з наведених даних, графіки зміни середніх часток правильних відповідей для 4-бальної, 12-бальної та ECTS систем являють собою практично прямі лінії, причому значення M_{pt} для поточної оцінки розташовуються нижче від значень M_{pe} , що вказує на більш високі вимоги вчителів при виставленні екзаменаційної оцінки.

Дисперсії середніх часток правильних відповідей для поточної D_{pt} та екзаменаційної D_{pe} оцінок при 4-бальній системі (див. рис. 1) мають найбільший розкид для оцінки "3" і найменший – для оцінки "5", що можна розглядати як прояв різного ступеня суб'єктивізму вчителів при виставленні оцінок.

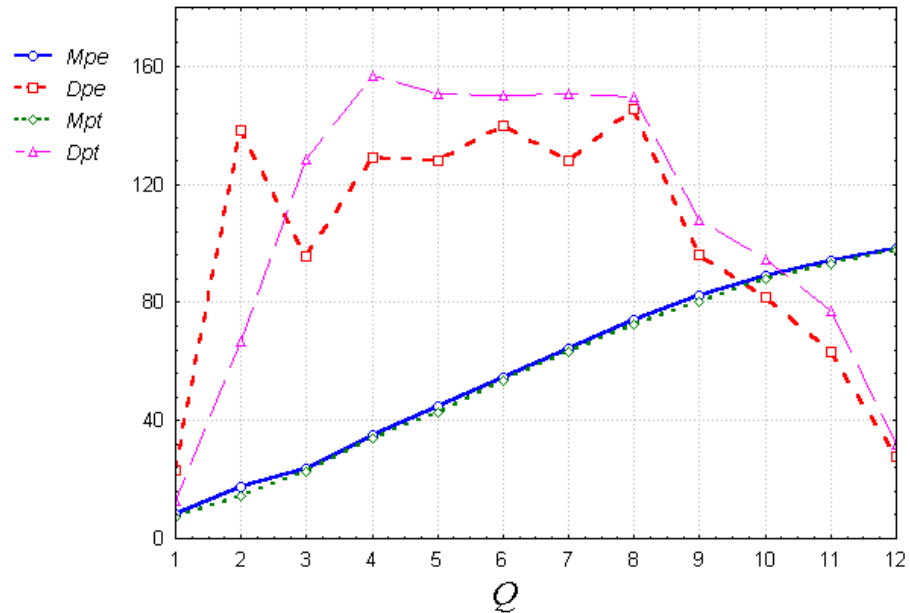


Рис. 2. Графіки залежностей середніх часток правильних відповідей (у %) та їх дисперсій від поточних і екзаменаційних оцінок (12-бальна система).

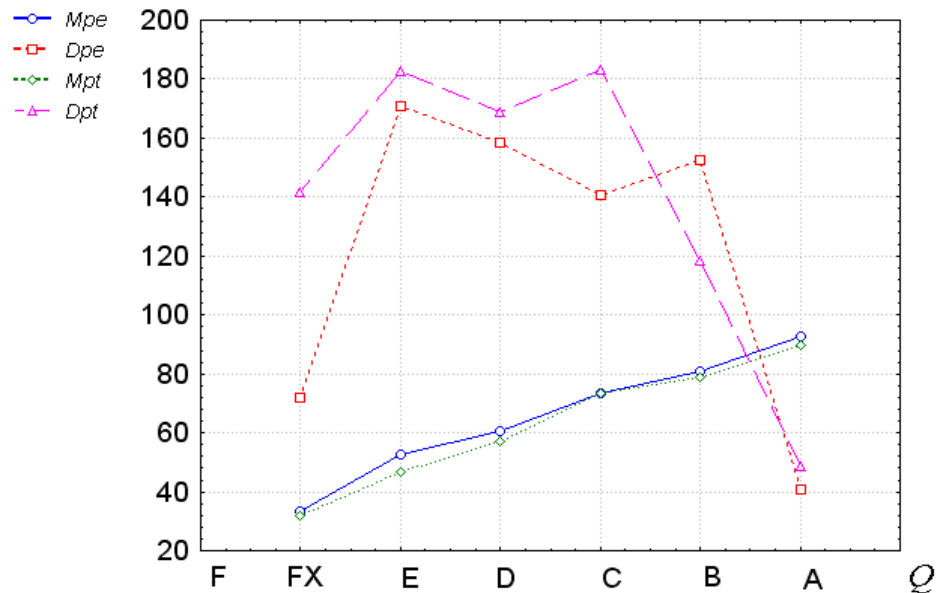


Рис. 3. Графіки залежностей середніх часток правильних відповідей (у %) та їх дисперсій від поточних і екзаменаційних оцінок (ECTS система)

Характер зміни дисперсій середніх часток правильних відповідей D_{pt} і D_{pe} при 12-бальній і ECTS системах істотно відрізняється від 4-бальної системи. Тут спостерігається мінімальна дисперсія на початку ($D_{pt} = 12,6$; $D_{pe} = 23,2$) і в кінці шкали ($D_{pt} = 31,9$; $D_{pe} = 27,8$), а в середині шкали дисперсія зростає майже в 5 разів ($D_{pt} = 150,1$; $D_{pe} = 140,0$; оцінка "7", див. рис. 2). Це свідчить про те, що найбільший розкид суб'єктивних думок учителів при виставленні оцінок припадає на середину шкали.

Аналізуючи результати, подані в табл. 6 і на рис. 1–3, можна відзначити, що залежно від виду контролю (поточна чи екзаменаційна оцінка) та системи оцінювання (4-бальна, 12-бальна система чи ECTS) відбувається зміна стратегій контролю, використовуваних учителями: змінюється середня частка правильних відповідей, необхідних для виставлення поточних і екзаменаційної оцінок.

Порівняємо отримані значення середніх часток правильних відповідей для 4-бальної системи з рекомендаціями Мінвузу СРСР [10] для автоматизованих систем оцінки знань.

У табл. 7 і на рис. 4 подано дані для екзаменаційних оцінок, отримані на основі аналізу суб'єктивних підходів учителів та рекомендацій Мінвузу СРСР.

Таблиця 7

Порівняльний аналіз результатів, отриманих на основі суб'єктивних даних учителів

Джерело даних і параметри	Частки правильних відповідей у % для оцінок		
	3	4	5
За даними Мінвузу СРСР	50	75	95
За даними, отриманими в роботі, M_{pe}	49,44231	79,82381	95,32547
Надійний інтервал для M_{pe} (95 %)	48,17322– 50,71139	78,75768– 80,88994	94,64882– 96,00212

З результатів порівняльного аналізу випливає, що для оцінок "3" і "5" дані Мінвузу СРСР практично збігаються з отриманими в роботі даними (див. табл. 7). Для цих оцінок дані Мінвузу СРСР потрапляють у надійні інтервали для M_{pe} . Для оцінки "4" спостерігається відхилення від отриманих у роботі даних, абсолютна величина якого менше від 5 %, а відносна становить 6 %, що цілком припустимо для використовуваного методу досліджень. Як видно з рис. 4, графік залежності за даними Мінвузу СРСР практично є лінеаризацією точок, отриманих на основі аналізу суб'єктивних підходів учителів, виконаного в даній роботі.

Таким чином, отримані в роботі результати за середньою часткою правильних відповідей для екзаменаційних оцінок на основі суб'єктивних параметрів учителів практично збігаються з рекомендаціями Мінвузу СРСР [10] для автоматизованих систем контролю знань.

Розглянемо статистичну значимість середніх часток (%) правильних відповідей для екзаменаційних (M_{pe}) і поточних (M_{pt}) оцінок на основі t -критерію Стьюдента, щоб з'ясувати, чи істотні розбіжності між M_{pe} і M_{pt} в підходах учителів до оцінки успішності учнів.

Як випливає з проведених розрахунків, статистично значимі розбіжності між середніми частками правильних відповідей для екзаменаційних і поточних оцінок існують тільки для 4-бальної системи. В 12-бальній та ECTS системах статистичні розбіжності є тільки для окремих оцінок (12, A, D і E). У цілому це не дозволяє зробити висновок про те, що частки правильних відповідей M_{pe} й M_{pt} статистично значимі для всіх розглянутих систем.

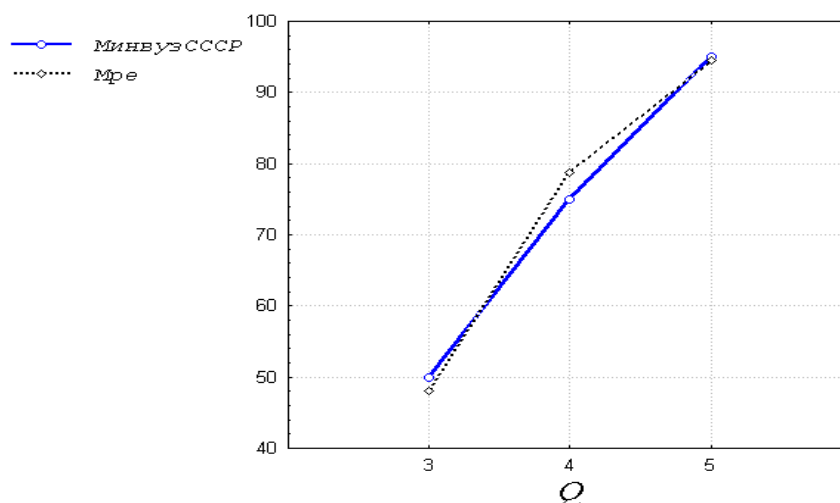


Рис. 4. Графіки залежностей середніх часток правильних відповідей від экзаменаційних оцінок на основі суб'єктивних даних учителів *Мре* і за рекомендаціями Мінвузу СРСР для автоматизованих систем контролю [10]

Тому доцільно порівняти системи, привівши їх до одного інтервалу (шкали), і визначити кореляційний зв'язок між узагальненими значеннями *Мре*, *Мрт* і нормованою оцінкою, щоб визначити можливості аналітичного відображення цих залежностей.

Як такий інтервал доцільно взяти $[0, 1]$, оскільки для нього легко здійснити нормування шкал, а також обернені перетворення.

Для приведення оцінок шкал до інтервалу $[0, 1]$ використаємо таке перетворення:

$$q_i^{\text{norm}} = \frac{q_i - q_{\min}}{q_{\max} - q_{\min}}, \quad (3)$$

де q_i^{norm} – нормоване значення поточної оцінки $0 \leq q_i^{\text{norm}} \leq 1$; q_i – поточна оцінка в прийнятій системі; q_{\min}, q_{\max} – мінімальна та максимальна оцінки у використовуваній системі. Для зручності роботи з ECTS системою введемо цифрові позначення $[1, \dots, 7]$ замість оцінок $[FX, \dots, A]$.

На рис. 5 показано кореляційну залежність між значеннями *Мре*, *Мрт* та нормованою оцінкою q_i^{norm} . Як випливає з рис. 5, кореляційна залежність добре апроксимується лінійним рівнянням (коефіцієнт кореляції Пірсона $r = 0,979$):

$$\text{Mr}q_i = 16,319 + 82,852q_i^{\text{norm}}, \quad (4)$$

де $\text{Mr}q_i$ – середня частка (%) правильних відповідей учня для виставлення оцінки q_i^{norm} .

Підставивши у вираз (4) значення q_i^{norm} з (3) і пронормувавши результат значення до 1, дістанемо математичну модель пересічного учителя для порогових значень hq_i^* ($0 \leq hq_i^* \leq 1$) оцінок q_i :

$$hq_i^* = 0,163 + 0,828 \frac{q_i - q_{\min}}{q_{\max} - q_{\min}}. \quad (5)$$

Аналіз моделі (4) і (5) показав, що значення моделі Mpq_i (4) мають великі розбіжності з оцінками Mpe і Mpt на початку та в кінці шкали і добре узгоджуються з експериментальними даними в її середині. При цьому абсолютна похибка не перебільшує 9,3 % (для поточної оцінки А в системі ECTS), а середнє значення відносної похибки становить 10–12 %, що є прийнятним для розглянутих значень.

Отже, отримана математична модель пересічного вчителя (4) та (5) може бути використана в інформаційних технологіях навчання для обчислення порогових значень hq_i^* оцінок q_i , застосовуваних у педагогічній практиці систем оцінки знань учнів (4-бальної, 12-бальної, ECTS та інших), а також для “нових” шкал систем оцінок можливих у майбутньому.

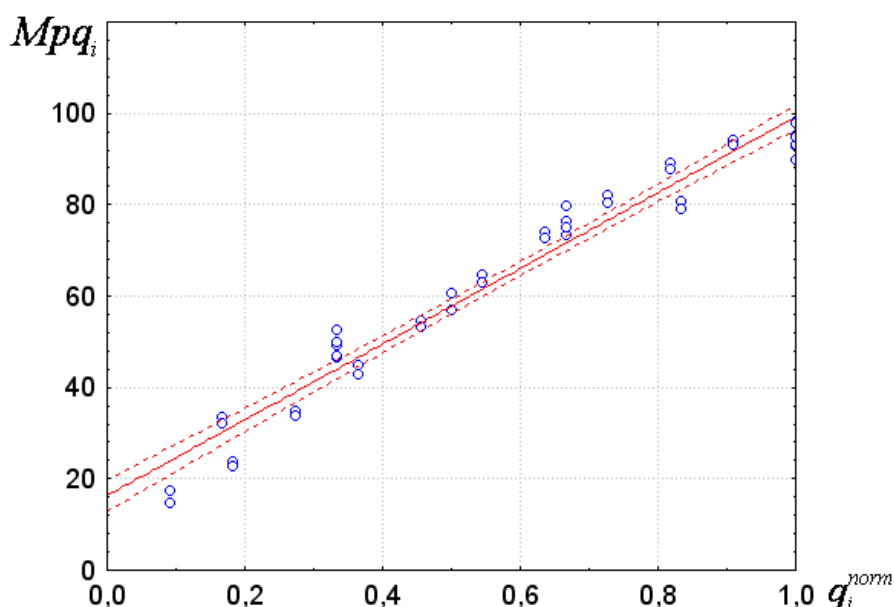


Рис. 5. Кореляційна залежність між значеннями Mpe , Mpt і нормованою оцінкою q_i^{norm} ($r = 0,979$)

Основні висновки

1. Розроблено методику досліджень суб'єктивних стратегій навчання й контролю вчителів, що включає такі основні етапи: 1) розробку запитальників-анкет для вчителів та учнів; 2) проведення опитування; 3) статистичну обробку отриманих суб'єктивних даних і побудову графічних залежностей між досліджуваними параметрами.

2. Визначено середні частки правильних відповідей, необхідних для виставлення екзаменаційних і поточних оцінок за 4-бальною, 12-бальною та ECTS системами. Установлено, що для екзаменаційної оцінки за 4-бальною системою отримані значення практично збігаються з нормативними даними, запропонованими в рекомендаціях Мінвузу СРСР [10] для автоматизованих систем контролю.

3. Розроблено математичну модель для порогових значень оцінок у вигляді лінійного рівняння регресії (коефіцієнт кореляції $r = 0,978$).

4. Показано, що середні частки правильних відповідей для виставлення оцінок та математичну модель для порогових значень можна використовувати як параметри пересічного вчителя в інформаційних технологіях навчання. Це дозволить будувати високоефективні інформаційні технології навчання, здатні реа-

лізувати функції вчителя як для відомих систем, так и тих, використання котрих можливе в майбутній педагогічній практиці.

Література

1. Державна національна програма "Освіта – Україна XXI століття". – К.: Райдуга, 1994. – 61с;
2. Концепція національного виховання // Освіта. – 1994. – 26 жовт. (№ 71-72). – С. 5–6, 11–12;
3. Згуровський М.З., Якименко Ю.І., Тимофєєв В.І. Інформаційні мережеві технології в науці і освіті // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2002. – № 3. – С. 43–56;
4. Манушин Э.А., Кинелев В.Г., Меськов В.С. и др. Развитие информационных технологий в образовании: Аналитический доклад. – М.: ИЧП "Изд-во Магистр", 1997. – 60 с;
5. Критерії оцінювання навчальних досягнень у системі загальної середньої освіти: (Проект): Додаток № 5 до рішення Колегії М-ва освіти і науки від 17.08.2000 р. // Освіта України. – 2000. – 16 серп. (№ 33). – С. 3;
6. Безносюк О.О., Уліч В.Л. "Науково-методичні засади запровадження кредитно-модульної та модульно-рейтингової систем організації навчального процесу" // VII Міжнародна науково-методична конференція "Вища технічна освіта: проблеми та перспективи розвитку в контексті Болонського процесу" (26 по 27 травня 2005 року): Тези доповідей. – К.: ІВЦ "Вид-во "Політехніка", 2005. – с.103-105;
7. ECTS – European Credit Transfer System – http://europa.eu.int/comm/education/programes/socrates/ects_en.html;
8. Беспалько В.П., Татур Ю.Г. Системно-методическое обеспечение учебно-воспитательного процесса подготовки специалистов: Учеб.-метод. пособие. – М.: Высш. шк., 1989. – 144 с;
9. Беспалько В.П. Основы теории педагогических систем. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1977. – 307с;
10. О методике эксперимента по проведению вступительных экзаменов с применением ЭВМ: Инструктивное письмо М-ва высш. и сред. спец. образования СССР от 26 апр. 1984 г. № 22 // Бюл. М-ва высш. и сред. спец. образования СССР. – 1984. – № 7. – С. 11–14;
11. Одерій Л.П. Основы системы контролю якості навчання: Навч. посібник. – К.: ІСДО, 1995. – 132 с;
12. Проказа А.Т. и др. Теоретические основы и практическая разработка дидактической системы с рейтинговой оценкой конечных результатов // Новые технологии в обучении: Сб. науч.-метод. работ преподавателей физ.-мат. фак., посвящ. 70-летию ин-та / Луган. гос. пед. ин-т им. Т.Г.Шевченко; Редкол.: Б.А.Крамарев и др. – Луганск: Б. и., 1993. – С. 10–66;
13. Интервью и опросник: формы, процедуры, результаты / Э.Феннето. – СПб.: Питер, 2004. – 160 с;
14. Поллард Дж. Справочник по вычислительным методам статистики / Пер. с англ. В.С.Занадворова; Под ред. и с предисл. Е.М.Четыркина. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 344 с;
15. Боровиков В.П., Боровиков И.П. Statistica – Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. – 2-е изд., стереотип. – М.: Информ.-изд. дом "Филинь", 1998. – 608 с.

Мирошников В.В., Гречишкіна Н.В., Клочко М.О.

ПРОГРАМНО-АПАРАТНІ ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ В ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ ВІД НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ДОСТУПУ

Запропонована ідеологія побудови комплексної системи захисту інформації з використанням зовнішнього запам'ятовуючого пристрою. Дж. 2.

Існуючі системи захисту інформації, які знаходяться у пам'яті комп'ютера, потребують постійної модифікації, яка проходить безперервно. Це пов'язано із зростанням технічного потенціалу та рівня знань осіб, які професійно займаються крадіжкою інформації. Тому доводиться мати спеціальний штат людей, які постійно слідкують за системою захисту інформації та модифікують її з метою підвищення стійкості.

Найбільш розповсюджений та найбільш легкий до впровадження програмований спосіб захисту інформації з запитом інформаційного ключа, який вводиться з клавіатури. Простота реалізації цього способу завоювала ледве не весь ринок систем захисту інформації, в які цей спосіб входить як самостійно, так і в комбінації з іншими способами.

У залежності від рівня реалізації програмного способу змінюється і складність злому цих систем. Системи з перевіркою введеного паролю, з паролем, який записан в тіло програми, не ефективні і потребують додаткового захисту. Надійність цих систем наочно ілюструється при захисті програмних продуктів великої вартості типу 3 DS Studio, Windows-2000 та інші, які буквально через декілька днів після виходу з'являються у вільному продажу із зламанним захистом.

Іншим поширеним способом захисту інформації є електронний, оснований на використанні програмованого числа, з процедурами шифрування та дешифрування, зашитими в ньому. Інформація, що захищена у такий спосіб, повинна для свого розкодування та роботи з нею постійно викликати ці процедури, тобто електронний чіп постійно знаходиться на одному з портів комп'ютера. Такі системи не відрізняються особливою надійністю у зв'язку з можливістю (особливо у сітьовому варіанті) зчитування інформації з порта, до якого підключено електронний ключ, та використання її в якості електронного ключа шляхом програмного перевизначення адреси послідовного порту. Банальна крадіжка такого ключа призводить до повної втрати конфіденційності захищеної ним інформації. Причому заміна ключа на новий потребує суттєвих змін у тілі програми, що може зробити тільки спеціаліст.

Таким чином, програмні та електронні системи захисту інформації самі по собі не мають високого ступеня стійкості. Причому програміст, який розробляє ці паролі, може відкрити будь-яку інформацію, що природно, недопустимо.

Запропонована нами система захисту інформації базується на комбінації двох методів: електронного ключа та динамічного паролю.

Електронним ключем в першу чергу обмежується кількість користувачів для конкретної інформації або програми [1]. По-друге, у ключі зашито код, який використовується програмним модулем захисту разом з динамічним паролем, який вводиться користувачем. Причому, що особливо важливо, користувач сам вибирає пароль, і програміст, таким чином, позбавляється доступу до закритої інформації. Зміна паролю може проводитись як завгодно, часто самим користувачем, без залучення спеціаліста.

Таким чином, ключ містить два коди. Перший – для розпізнавання користувача, другий – для формування паролю. Другий код не тестується програмним

модулем і вважається дійсним, що виключає знаходження контрольного кода перевірки у захищаючій програмі при її зломі. Визначення ж вірності обох кодів відстежується по контрольною сумою, яка визначається після розкодування інформації [2].

Цей метод дозволяє не турбуватись при крадіжці програмного модуля захисту, оскільки всі компоненти паролю знаходяться у користувача (електронний ключ плюс пароль). При крадіжці електронного ключа користувач звертається до сервісної служби, і йому змінюють комплект електронних ключів.

Без наявності одного із компонентів паролю при крадіжці інформації нема можливості підбору кода. Покажемо це у числовому виразі. Хай вкрадено електронний ключ, визначим, скільки необхідно часу, щоб підібрати пароль.

Нехай пароль містить 5 символів, значить кількість можливих символів, які використовуються, $N = (L_a + L_\delta)^2 + L_\delta^2 = 158$, де

$L_a = 26$ – кількість англійських літер,

$L_\delta = 32$ – кількість російських літер,

$L_\delta = 21$ – кількість цифр та символів,

тобто 158 комбінацій для одного символу. Кількість комбінацій для пароля у 5 символах:

$$M = N^5 = 158^5 = 98'465'804'768.$$

Навіть якщо на зміну комбінації буде потрібна одна секунда, то такий перебір займе не менше 3122 років. Якщо ж використовувати тільки літери англійського алфавіту (великі та малі), то $N=26*2=52$; $M=52^5=380204032$ - комбінацій, на перебір яких буде потрібно не менше 12 років. Час – 1с, це мінімальний час, потрібний програмі для проведення всіх перевірок, плюс відкриття та закриття файлу, плюс архівація (в залежності від обсягу).

Другий варіант. Хай тепер відомий зломник має пароль, а ключа немає. За наявності відповідної апаратури можна підібрати код, який зашито у ключі, але це не складніше завдання, ніж попереднє. Так, в програмованому електронному ключі міститься 1 Кбайт корисної інформації, кожен з яких має 256 значень, перебір яких не має сенсу.

Деякі інші можливості пропонованої системи захисту:

- на базі систем з електронним ключем можна будувати ієрархії доступу користувача. У кожного користувача свій ключ, який забезпечує роботу тільки з тією інформацією, яка відповідає його рівню доступу. При роботі у локальних мережах, адміністратор зі свого комп'ютера може дозволити або заборонити доступ до даних на інших комп'ютерах, тому що він є вищим ланцюгом ієрархії;

- на замовлення користувача розробник може робити ієрархії користувачів, навіть усередені програми;

- передача інформації по мережах через дискети також здійснюється у закритому вигляді;

- під Windows-2000 можливе автоматичне розпізнавання закодованих файлів та виклик модуля, який при роботі додатка розкриває інформацію, а після завершення роботи автоматично кодує (для забутокватих);

- прямий доступ до диска виключає відновлення стертої інформації! Це корисно у надзвичайних ситуаціях, коли інформацію треба знищити.

Існує багато інших можливостей, які можна реалізувати за бажанням замовника.

Технічні характеристики системи:

Програмний модуль під DOS займає ≈ 60 К.

Програмний модуль під Windows-2000 займає ≈ 500 К.

Час зчитування інформації з ключа < 5 мкс.

Підключення зчитувача – COM1 чи COM2 (постійно через трійник чи на час зчитування інформації з ключа).

Формати файлів, що закриваються, не мають значення.

Захищаються – файли, директорії, увесь диск.

Час роботи системи під MS DOS:

486 DX 266 MHz	кодування 18 Кбайт/с розкодування 52 Кбайт/с
Pentium 2 200 MHz	кодування 40 Кбайт/с розкодування 160 Кбайт/с.

Для захисту особливо важливої інформації при кожній операції кодування/розкодування автоматично змінюється код у електронному ключі, що робить систему захисту абсолютно стійкою.

Висновки

Розроблена система захисту інформації має оптимальне співвідношення ціна-якість, що дозволяє захищати комп'ютерну інформацію на будь-якому рівні користування. Достоїнство даної системи полягає в тому, що це динамічна система, коли внутрішній код комп'ютера, за допомогою якого закривається інформація, змінюється кожного разу при використанні ключа. Розвиток запропонованої системи дозволяє достатньо просто реалізувати ієрархічну систему доступу до закритої інформації, що є актуальним на великих підприємствах. Електронний ключ для таких підприємств може служити й пропуском для співробітників, що дозволяє відстежувати переміщення персоналу протягом робочого дня.

Література

1. Петров К.С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника. Учебное пособие – СПб.: Питер, 2004 – 522 с;
2. Вычислительные методы в задачах радиоэлектроники. Учеб. пособие / В.А. Дикарев, В.П. Кольцов и др. – К.: ВШ. 1989 – 303 с.

УДК 004.451.7.031.43

Петров О.С., Таликін О.А.

МЕТОДИ ПОБУДОВИ ЗАХИЩЕНИХ СИСТЕМ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ

У статті розглядаються сучасні методи побудови захищених систем обробки інформації і їхні недоліки. Запропоновано основні властивості й вимоги до систем протидії.

Невідповідність бурхливого розвитку засобів обробки інформації й повільного пророблення теорії інформаційної безпеки призвело до появи істотного розриву між теоретичними моделями безпеки, що оперують абстрактними поняттями типу „об'єкт”, „суб'єкт” і т.д., і реальними категоріями сучасних інформаційних технологій. Крім того, багато засобів захисту, наприклад, засобу боротьби з комп'ютерними вірусами, й системи захисту корпоративних мереж firewall на даний момент взагалі не мають системної наукової бази.

Таке положення є наслідком відсутності загальної теорії захисту інформації, комплексних моделей безпеки обробки інформації, що описують механізми дій зловмисників у реальних системах, а також відсутністю засобів, що дозволяють ефективно промодельовувати адекватність тих або інших рішень в галузі безпеки. Наслідком цього є те, що практично всі системи захисту засновані на «латанні дір», виявлених у процесі експлуатації, що визначає їхнє відставання від погроз, які динамічно розвиваються. Як приклад, можна навести розповсюджену практику закриття «раптово» пробілів, що виявилися, у системах захисту за допомогою різних «заплаток» (т.зв. patch, service pack і т.д.), характерну для біль-

шості комерційних систем. На практиці відсутність системної й наукової бази інформаційної безпеки проявляється вже в тому, що немає навіть загальноприйнятої термінології, яка б адекватно сприймалася всіма фахівцями в галузі безпеки.

У сучасній науковій і технічній літературі процес забезпечення інформаційної безпеки й відповідно побудови захищених систем розглядається під кутом створення засобів захисту інформації [1,4,6].

На наш погляд, розглядати захищену систему обробки інформації як систему, до складу якої включений той або інший набір засобів захисту інформації, є неправильним, у зв'язку з тим, що засоби захисту є лише необхідною умовою й не можуть розглядатися як критерій захищеності системи від реальних погроз, оскільки безпека не є абсолютною характеристикою й може розглядатися тільки щодо деякого середовища, у якому діють певні погрози.

Набагато вірніше розглядати як захищену систему обробки інформації таку, котра для певних умов експлуатації забезпечує збереження основних своїх властивостей (конфіденційність, цілісність, доступність і цілісність) оброблюваної інформації й підтримує свою працездатність в умовах впливу на неї заданої безлічі погроз [2,1,5].

Серед безлічі вимог, пропонованих до захищених систем, на наш погляд, варто виділити основні три:

- 1) захищена система повинна автоматизувати процес обробки інформації, включаючи всі аспекти цього процесу, пов'язані із забезпеченням безпеки оброблюваної інформації;
- 2) щоб бути захищеною, система повинна успішно протистояти численним і різноманітним погрозам безпеки, що діє в просторі сучасних інформаційних технологій, і головним чином, які носить цілеспрямований характер;
- 3) для того щоб існувала можливість оцінити рівень безпеки, забезпечуваний у захищеній системі, і зрівняти її можливості з іншими, захищена система повинна відповідати вимогам і критеріям стандартів інформаційної безпеки.

Відповідно з виділених вимог впливають основні властивості, якими повинна володіти захищена система:

- 1) здійснення автоматизації деякого процесу обробки інформації, включаючи всі аспекти цього процесу, пов'язані із забезпеченням безпеки оброблюваної інформації;
- 2) успішна протидія погрозам безпеки;
- 3) відповідність вимогам і критеріям стандартів інформаційної безпеки.

Виділення даних властивостей захищеної системи в якості основних дозволяє підійти до проблеми забезпечення інформаційної безпеки, як до такої, що лежить на перетині двох напрямків: автоматизації обробки інформації й загальної безпеки. Це дає можливість об'єднати завдання автоматизації обробки конфіденційної інформації й розробки засобів захисту в одну проблему створення захищених інформаційних систем і в процесі її рішення застосовувати методи й технології, розроблені як у тій, так і в іншій галузі.

Оскільки, основна мета впровадження інформаційних технологій – автоматизувати процес обробки інформації, то приватне завдання автоматизації процесів обробки інформації – забезпечити адекватну реалізацію в комп'ютерній системі схеми інформаційних потоків і правил керування ними, що існували до застосування комп'ютерних засобів обробки інформації.

Вирішення цього завдання здійснюється послідовним здійсненням таких дій:

- 1) Визначення формального механізму, що адекватно виражає задану схему інформаційних потоків і правил керування ними.
- 2) Побудова моделі безпеки, що відображає заданий порядок обробки інформації, і формальний доказ її безпеки.

3) Реалізація системи обробки інформації відповідно до запропонованої моделі.

4) Доказ адекватності припустимих в автоматизованій системі потоків інформації й правил керування ними.

Протидія погрозам безпеки є основним завданням захисту, і успішність її рішення визначає ступінь безпеки системи.

Оскільки причини успіху атак на системи обробки інформації практично завжди визначені властивостями самих систем (недоліками їхньої архітектури, помилками реалізації й неправильною експлуатацією), то знання природи цих властивостей дозволяє оцінити реальну здатність систем протистояти погрозам безпеки. Більше того, розуміння недоліків існуючих засобів захисту дозволяє побудувати систему, позбавлену цих недоліків, і відповідно захищену стосовно цілих класів погроз.

Практично всі механізми здійснення атак базуються на певних властивостях автоматизованих систем, які немов провокують появу засобів нападу. Таким чином, нові види атак приводять до появи нових засобів захисту, а недоліки в засобах захисту приводять до появи нових засобів нападу. Розірвати це порочне коло нескінченного протистояння можна двома способами: створити ефективні й бездоганно надійні засоби захисту від кожного типу атак або усунути зазначені недоліки автоматизованих систем. До достоїнств першого методу варто віднести те, що засоби захисту не залежать прямо від призначення системи й не вимагають модифікації мірою її розвитку. І недоліки такого підходу очевидні: для створення ефективної системи безпеки необхідно проаналізувати всі типи погроз і виробити ефективні механізми протидії для кожного типу. З погляду реалізації, даний шлях є важко здійсненним у зв'язку з тим, що безліч погроз постійно розширюється й має тенденцію експонентного росту. Крім того, безліч погроз росте не тільки кількісно, але і якісно, тому що для того, щоб погроза відбулася, вона повинна принципово відрізнятися від тих, на які розраховані системи захисту. Це означає, що неможливо створити вичерпну класифікацію погроз безпеки й проковувати появу нових типів погроз.

Що стосується другого методу, то переваги його очевидні – він не залежить від розвитку погроз, тому що ліквідує причину, а не наслідок, тому він більш ефективний, ніж створення засобів захисту від кожного виду погроз. Як недоліки даного методу, можна вказати необхідність модернізації деяких аспектів процесу проектування й створення захищених систем обробки інформації шляхом застосування технологій проектування й розробки, спрямованих на усунення зазначених причин успішної реалізації погроз.

Пропонований погляд на технологію створення захищених автоматизованих систем обробки інформації ні в чому не суперечить існуючим вимогам і критеріям стандартів інформаційної безпеки й технологіям побудови інформаційних систем. У той час завдяки його націленості на усунення факторів, що визначають причини успішної реалізації погроз, його застосування дозволяє досягти якісно нового рівня захисту й значно просунутися в рішенні актуальної сьогодні проблеми забезпечення безпеки інформаційних технологій.

Література

1. Домарев В.В. Безопасность информационных технологий. Методология создания системы защиты.-К.:ООО «ДС»,2001.-688с;
2. Зегжда Д.П., Ивашко А.М. Основы безопасности информационных систем.-М.:Горячая линия-Телеком,2000.-452с;
3. Коржик В.И., Кушнир Д.В. Теоретические основы информационной безопасности телекоммуникационных систем. – С.- П.б.: СПбГУТ, 2000. -134с;
4. <http://www.domarev.kiev.ua/>;
5. <http://www.security.ukrnet.net/>;
6. <http://www.ssl.stu.neva.ru/>.

Петров О.С., Таликін О.А., Мінін А.В.

КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЗАХИЩЕНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ: ПОРІВНЯННЯ ЄДИНИХ КРИТЕРІЇВ ТА КРИТЕРІЇВ УКРАЇНИ

Наведено опис Єдиних критеріїв безпеки інформаційних технологій, що застосовуються у більшості країн світу та їх порівняння із українськими критеріями захисту інформації в комп'ютерних системах. Наведені дослідження з вирішення проблем інформаційної безпеки.

Безпека інформаційних технологій (ІТ) стоїть у ряді найактуальніших проблем комп'ютеризації управлінської діяльності. Її рішення визначається, у першу чергу, наявністю законодавчих актів і нормативно-технічних документів що до забезпечення безпеки ІТ. Критерії оцінки безпеки ІТ посідають серед них особливе місце. Тільки стандартизовані критерії дозволяють проводити порівняльний аналіз і порівняльну оцінку виробів ІТ.

Єдині критерії безпеки інформаційних технологій

“Єдині критерії безпеки інформаційних технологій” (Common Criteria for Information Technology Security Evaluation, далі просто “Єдині критерії”) – це результат спільних зусиль авторів “Європейських критеріїв безпеки інформаційних технологій”, “Федеральних критеріїв безпеки інформаційних технологій Росії” і “Канадських критеріїв безпеки комп'ютерних систем” з об'єднання цих стандартів у єдиний узгоджений документ. Робота над цим наймасштабнішим в історії стандартів інформаційної безпеки проектом почалася в червні 1993 року з метою подолання концептуальних і технічних розходжень між зазначеними документами, їх узгодження і створення єдиного міжнародного стандарту [2].

Проведений нами аналіз „Єдиних критеріїв” показав достатню гнучкість й застосовуваність їх в реальних умовах.

“Єдині критерії” узгоджені з існуючими стандартами, і розрізняють їх шляхом введення нових концепцій, що відповідають сучасному рівню розвитку інформаційних технологій. Цей документ, розроблений на основі досягнень численних досліджень в галузі безпеки інформаційних технологій 90-х років і на результатах аналізу досвіду застосування покладених у його основу стандартів. “Єдині критерії” оперують поняттям “продукт інформаційних технологій”, або „ІТ- продукт”, і використовують запропоновану в них концепцію профілю захисту.

“Єдині критерії” розроблялися в розрахунку на три групи спеціалістів, які однаковою мірою є користувачами цього документа: виробників і споживачів продуктів інформаційних технологій, а також експертів з кваліфікації рівня безпеки.

Споживачі розглядають кваліфікацію рівня безпеки ІТ- продукту як метод визначення відповідності ІТ- продукту заданим вимогам. Звичайно ці запити складаються на підставі результатів проведеного аналізу ризиків і обраної політики безпеки. “Єдині критерії” відіграють істотну роль у процесі формування запитів споживачів, тому що містять механізми, що дозволяють сформулювати ці запити у виді стандартизованих вимог, Це дозволяє споживачам прийняти обгрунтоване рішення про можливість використання тих або інших продуктів. “Єдині критерії” подають споживачам механізм профілів захисту, за допомогою якого вони можуть висловити специфічні для них вимоги, не турбуючись про механізми їх реалізації.

Виробники повинні використовувати “Єдині критерії” у ході проектування і розробки ІТ- продуктів, а також при їхньому підготуванні до кваліфікаційного ана-

лізу і сертифікації. Цей документ дає можливість виробникам на підставі аналізу запитів споживачів визначити набір вимог, яким повинний задовольняти розроблюваний ними продукт. Виробники використовують запропоновану "Єдиними критеріями" технологію для того, щоб заявити, що створений ними продукт задовольняє висунутим функціональним вимогам і має достатній рівень адекватності. "Єдині критерії" пропонують виробникам спеціальний механізм, так званий Проект захисту, що доповнює профіль захисту і дозволяє з'єднати опис механізмів реалізації засобів захисту і вимог, на які орієнтувався розроблювач. Крім того, виробники можуть використовувати "Єдині критерії" для визначення своєї відповідальності, а також дій, необхідних для підтримки процесу кваліфікаційного аналізу і сертифікації утворюваного ними продукту.

Експерти з кваліфікації використовують положення цього документа в якості критеріїв для визначення відповідності між ІТ- продуктом і запропонованими до нього вимогами. "Єдині критерії" описують тільки загальну схему проведення кваліфікаційного аналізу і сертифікації, але не регламентують процедуру їх здійснення. Питанням методології кваліфікаційного аналізу і сертифікації присвячений окремий документ тих же авторів – "Загальна методологія оцінки безпеки інформаційних технологій" [3].

"Єдині критерії" розглядають безпеку як сукупність конфіденційності, цілісності і доступності ресурсів обчислювальних систем і ставлять перед засобами захисту завдання протидії відповідним типам погроз і реалізації політики безпеки, проте не обмежуються цими традиційними цілями і дозволяють враховувати погрози, які не можуть бути віднесені до жодного з перелічених вище типів.

"Єдині критерії" визначають множину типових вимог, що у сукупності з механізмом профілів захисту дозволяють споживачам створювати приватні набори вимог, що відповідають їхнім потребам. Розроблювачі можуть використовувати профіль захисту як основу для створення специфікацій своїх продуктів. Профіль захисту і сертифікації засобів захисту складають Проект захисту, що подає ІТ- продукт у ході кваліфікаційного аналізу.

Кваліфікаційний аналіз може здійснюватися як паралельно з розробкою, так і впливати за неї. Для проведення кваліфікаційного аналізу повинні бути отримані такі матеріали:

- Проект захисту, що описує функції захисту ІТ- продукту і вимоги безпеки, які відповідають вимогам профілю захисту, на реалізацію якого претендує ІТ- продукт;

- докази можливостей ІТ- продукту, подані його розроблювачем;

- самий ІТ- продукт;

- додаткові зведення, отримані шляхом проведення різноманітних експертиз.

Процес кваліфікаційного аналізу включає три стадії:

1. Аналіз профілю захисту на предмет його повноти, несуперечності, реалізованості і можливості використання в якості набору вимог для аналізованого продукту.

2. Аналіз Проекту захисту щодо його відповідності вимогам профілю захисту, а також повноти, несуперечності, реалізованості і можливості використання в якості опису ІТ- продукту [6].

3. Аналіз ІТ- продукту щодо відповідності Проекту захисту.

Результатом кваліфікаційного аналізу є висновок про те, що проаналізований ІТ- продукт відповідає поданому Проекту захисту.

Основними документами, що описують всі аспекти безпеки ІТ- продукту з погляду користувачів і розроблювачів, є відповідно профіль захисту і Проект захисту.

Профіль захисту визначає вимоги безпеки до визначеної категорії ІТ- продуктів, не уточнюючи методи і засоби їхньої реалізації. За допомогою профілів захисту споживачі формулюють свої вимоги до виробників [4].

Проект захисту містить вимоги і завдання захисту ІТ- продукту, а також описує рівень функціональних можливостей реалізованих у ньому засобів захисту, їхнє обґрунтування і підтвердження ступеня їхньої адекватності. Проект захисту являє собою основу для спільної роботи виробників і експертів з кваліфікації [4].

Набір класів функціональних вимог у “Єдиних критеріїв” відрізняється від інших стандартів: у перших – свої всієї всеосяжною повнотою (76 вимог), а в інших – багаторівневим підходом до забезпечення безпеки. Вперше окремі класи вимог спрямовані на забезпечення безпеки самих засобів захисту, контроль за експлуатацією системи, забезпечення конфіденційності сеансів доступу до системи й організацію обміну інформацією.

Українські критерії захисту інформації в комп’ютерних системах

Важливою умовою успішного створення комплексів захисту інформації є визначення критеріїв захисту. Критерії є методологічною базою для визначення вимог із захисту інформації в комп’ютерних системах від несанкціонованого доступу, створення захищених комп’ютерних систем і засобів захисту від несанкціонованого доступу, оцінки захищеності інформації в комп’ютерних системах і їх придатності для обробки секретної інформації.

Критерії надають:

1. Порівняльну шкалу для оцінки надійності механізмів захисту інформації від несанкціонованого доступу, реалізованих в комп’ютерних системах.

2. Базу для розробки комп’ютерних систем, в яких мають бути реалізовані функції захисту інформації [1].

Критерії можуть застосовуватися до всього спектра комп’ютерних систем, включаючи однорідні системи, багатопроцесорні системи, бази даних, вбудовані системи, розподілені системи, мережі, об’єктно-орієнтовані системи.

В процесі оцінки спроможності комп’ютерної системи забезпечувати захист оброблюваної інформації від несанкціонованого доступу розглядаються вимоги двох видів: а) вимоги до функцій захисту (послуг безпеки); б) вимоги до гарантії.

В контексті критеріїв комп’ютерна система розглядається як набір функціональних послуг. Кожна послуга являє собою набір функцій, що дозволяють протистояти певній множині загроз. Кожна послуга може включати декілька рівнів. Чим вище рівень послуги, тим більш повно забезпечується захист від певного виду загроз. Рівні послуг мають ієрархію за повнотою захисту, проте не обов’язково являють собою точну підмножину один одного. Рівні починаються з першого (1) і зростають до значення n , де n — унікальне для кожного виду послуг. Функціональні критерії розбиті на чотири групи, кожна з яких описує вимоги до послуг, що забезпечують захист від загроз одного з чотирьох основних типів.

Конфіденційність. Загрози, що відносяться до несанкціонованого ознайомлення з інформацією, становлять загрози конфіденційності. Якщо існують вимоги щодо обмеження можливості ознайомлення з інформацією, то відповідні послуги треба шукати в розділі “Критерії конфіденційності”. В цьому розділі описані такі послуги (в дужках наведені умовні позначення для кожної послуги): довірча конфіденційність, адміністративна конфіденційність, повторне використання об’єктів, аналіз прихованих каналів, конфіденційність при обміні (експорті/імпорті) [1].

Цілісність. Загрози, що відносяться до несанкціонованої модифікації інформації, становлять загрози цілісності. Якщо існують вимоги щодо обмеження можливості модифікації інформації, то відповідні послуги треба шукати в розділі “Критерії цілісності”. В цьому розділі описані такі послуги: довірча цілісність, адміністративна цілісність, відкат і цілісність при обміні [1].

Доступність. Загрози, що відносяться до порушення можливості використання комп'ютерних систем або оброблюваної інформації, становлять загрози доступності. Якщо існують вимоги щодо захисту від відмови в доступі або захисту від збоїв, то відповідні послуги треба шукати в розділі "Критерії доступності". В цьому розділі описані такі послуги: використання ресурсів, стійкість до відмов, гаряча заміна, відновлення після збоїв.

Спостереженість. Ідентифікація і контроль за діями користувачів, керованість комп'ютерною системою становлять предмет послуг спостереженості і керованості. Якщо існують вимоги щодо контролю за діями користувачів або легальністю доступу і за спроможністю комплексу засобів захисту виконувати свої функції, то відповідні послуги треба шукати у розділі "Критерії спостереженості" [1].

Крім функціональних критеріїв, що дозволяють оцінити наявність послуг безпеки в комп'ютерній системі, цей документ містить критерії гарантій, що дозволяють оцінити коректність реалізації послуг. Критерії гарантій включають вимоги до архітектури комплексу засобів захисту, середовища розробки, послідовності розробки, випробування комплексу засобів захисту, середовища функціонування і експлуатаційної документації.

Порядок оцінки комп'ютерної системи на предмет відповідності цим Критеріям визначається відповідними нормативними документами. Експертна комісія, яка проводить оцінку комп'ютерної системи, визначає, які послуги і на якому рівні реалізовані в даній комп'ютерній системі і як дотримані вимоги гарантій.

Висновок

Головні переваги Єдиних критеріїв – повнота вимог інформаційної безпеки, гнучкість у застосуванні й відкритість для наступного розвитку з урахуванням новітніх досягнень науки й техніки. Єдині критерії розроблені таким чином, щоб задовольнити потреби всіх трьох груп користувачів (споживачі об'єкта оцінки, розроблювачі об'єкта оцінки й оцінювачі об'єкта оцінки) для дослідження властивостей безпеки засобу або системи ІТ, що зветься в Єдиних критеріях об'єктами оцінки. Даний стандарт може бути досить корисним як керівництво при розробці засобів і систем з функціями безпеки ІТ, а також при придбанні комерційних продуктів і систем з такими функціями. Слід зазначити, що Єдині критерії можуть бути застосовані до інших аспектів безпеки ІТ, відмінних від зазначених. Основна увага даного стандарту сконцентрована на погрозах, що виникають від дій людини, злочинних або інших, але вони можуть бути застосовані і у випадку погроз, не викликаних діями людини.

В українських критеріях увага привернена на деталізований опис служб безпеки для розподілених систем. Аналіз стану інформаційної безпеки України показує, що до основних проблем забезпечення інформаційної безпеки належать проблеми загальносистемного характеру, пов'язані з відсутністю наукового обґрунтування і практичної апробації політики і методології державної системи інформаційної безпеки. За характером це правові та нормативно-правові, науково-технічні, (економічні, організаційні, кадрові проблеми тощо).

Ситуація, що склалася в інформаційній сфері України, вимагає невідкладного розв'язання таких комплексних проблем:

1) розвиток науково-практичних основ інформаційної безпеки, а саме – визначення основних положень стратегії держави в сфері створення і забезпечення умов формування і використання інформаційного ресурсу, підтримка високих темпів його наповнення і заданих критеріїв якості (доступність, достовірність, своєчасність, повнота), розробка сучасних інформаційних технологій і технічних засобів для вирішення завдання захисту інформації в інформаційних системах;

2) створення законодавчої і нормативно-правової бази забезпечення інформаційної безпеки, а саме – нормативно-правової бази щодо розподілу і використання персональної інформації з метою створення умов для інформаційних

3) розроблення механізмів реалізації прав громадян на інформацію загального користування;

4) розробка методів і засобів оцінки ефективності систем і засобів інформаційної безпеки та їх сертифікація [5].

Отже, інформаційна безпека України залежить від розв'язання проблем формування і керування процесами суспільної свідомості, виробництва та репродукції інформаційних ресурсів і доступу до них, створення цивілізованого ринку інформаційних продуктів та послуг, реалізації прав громадян на інформацію.

Література

1. НД ТЗІ 2.5-004-999 Критерії оцінки захищеності інформації в комп'ютерних системах від несанкціонованого доступу. - К. ДСТСЗІ СБ України;
2. Домарев В.В. Защита информации и безопасность компьютерных систем - К.:Издательство "ДиаСофт",1999.-480 с;
3. Домарев В.В. Безопасность информационных технологий. Методология создания системы защиты.-К.:ООО «ДС»,2001.-688с;
4. Зегжда Д.П., Ивашко А.М. Основы безопасности информационных систем.-М.:Горячая линия-Телеком,2000.-452с;
5. Хорошко В.А., Чекатков А.А. Методы и средства защиты информации.-К.:Издательство «Юниор»,2003.- 504с;
6. Common Criteria for Information Technology Security Evaluation. National Institute of Standards and Technology & National Security Agency (USA), Communications Security Establishment (Canada), Communications Electronics Security Group (United Kingdom), Bundesamt fur Sicherheit in der Informationstechnik (Germany), Service Central de la Securite des Systemes d'Information (France), National Communications Security Agency (Netherlands). Version 2.1, August 1999.

УДК 378.147.001

Петрущенко Т.В., Сычева Л.Ф., Яцкина Л.Г.

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА, ЕЕ РОЛЬ В СОВРЕМЕННОМ ОБРАЗОВАНИИ

Рассматривается проблема организации производственной практики студентов вузов в условиях рыночной экономики. Предложен один из способов решения трудоустройства выпускников, используя производственную практику в качестве стартовой площадки.

Высшие учебные заведения Украины ежегодно выпускают более 450 тысяч специалистов. Не всем выпускникам удается трудоустроиться по специальности, что приводит к увеличению численности безработных или неэффективному использованию полученных знаний.

Проведенный анализ показал, что на трудоустройство выпускников вузов оказывает влияние большое количество различных факторов. Среди них:

- недостаточная ориентированность системы подготовки кадров на реальные потребности работодателей. Это несоответствие возникло после упразднения системы государственного распределения специалистов и постоянно продолжает усиливаться, усложняя тем

- наличие негативных моментов в развитии реформационных процессов, происходящих в экономике Украины. Это:
 - значительное и длительное снижение объемов производства во многих отраслях;
 - наличие крупных задолженностей по заработной плате;
 - низкая заработная плата, в особенности у молодых специалистов;
 - кризис неплатежей;
 - возрастающая неполная занятость.

Важным направлением в функционировании системы подготовки специалистов в рыночной экономике должна быть интеграция со сферой труда. Спрос на специалистов, его объемы и структуру определяет сфера использования кадров. Рынок труда с каждым годом становится более динамичным, и ситуация в профессиональном отношении существенно меняется [1].

Чтобы молодой специалист мог легко адаптироваться в современных условиях, необходимо наличие у него не только глубоких знаний по избранной специальности, но и умения грамотно использовать их в жизни, правильно ориентироваться в сложившейся экономической ситуации, проводить качественный анализ, определять тенденции, характеризующие экономическое явление, и на основе этого самостоятельно принимать решение [2].

Приобретение опыта практической работы, отработка профессиональных умений является неотъемлемой частью подготовки студентов. Особую роль при решении этих задач в курсе обучения играет производственная практика [3].

На кафедре информатики Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля практика проводится для студентов 2 специальностей – «Информатика» и «Социальная информатика».

На протяжении 5 лет обучения студенты проходят 4 вида производственной практики:

- 3 курс – научно-производственная (3 недели);
- 4 курс – квалификационная (3 недели);
- 5 курс – учебно-педагогическая (3 недели);
- 5 курс – преддипломная (6 недель).

Организация производственной практики студентов сопряжена с рядом проблем. Достаточно трудно решаются вопросы с нахождением мест прохождения практики. К сожалению, сегодня плохо налажены прямые связи потребителя (производства) с производителем (вузом). Нарушенные в 90-е годы связи с работодателями в области профессионального образования пока не восстановлены. Прямые горизонтальные связи высшей школы и производства слабы.

Фактически в Украине после отмены государственной системы распределения выпускников высших учебных заведений произошла децентрализация ответственности со стороны государства и возложение этой ответственности на плечи вуза, а в итоге – на самого студента. Большинство студентов нашей кафедры (90% от общего числа студентов, проходивших производственную практику) находят место для прохождения практики самостоятельно.

Они проходят практику в:

- отделах и службах промышленных предприятий (фирм): планово-экономическом, производственном, маркетинга, сбыта, бухгалтерском, финансовом, управления качеством продукции, организации труда и заработной платы, проектно-конструкторском, технологическом и др.;
- экономических бюро цехов, участков предприятий;

- информационно-аналитических центрах;
- научно-исследовательских организациях;
- консалтинговых и аудиторских центрах;
- учреждениях статистики;
- учреждениях банков;
- других хозяйствующих субъектах.

Лишь 30% студентов проходят все виды практики на одном и том же предприятии. И единицы из них действительно работают на конкретных должностях, приобретают опыт работы, и, как правило, получают от руководителей предприятия приглашение на работу еще в период обучения на выпускном курсе.

Круг объектов (баз) прохождения производственной практики студентами, которые обучаются по направлению «Информатика», достаточно широк. Это:

- крупные, средние и малые промышленные предприятия (фирмы) и их структурные подразделения;
- коммерческие организации различных организационно-правовых форм (государственные и муниципальные унитарные предприятия, производственные кооперативы, хозяйственные товарищества и общества);
- некоммерческие организации и объединения, требующие профессиональных знаний использования информационных технологий.
- государственные учреждения.

Однако, руководители предприятий не проявляют инициативу и не стремятся пригласить к себе студентов-практикантов. Большинство предприятий склонны взять человека, "набившего шишки" и получившего опыт в других учреждениях, организациях и предприятиях.

Не все работодатели понимают, что каким бы грамотным и опытным ни был человек, ему необходимо время для того, чтобы изучить специфику конкретного предприятия и пройти акклиматизацию в коллективе. В то же время студент, проходя все виды практики на одном и том же предприятии, изучает его специфику, приобретает опыт работы, вливается в коллектив, и по окончании им вуза предприятие получает специалиста со знаниями и опытом, которые необходимы на данном предприятии.

Поэтому заказов со стороны руководства предприятий немного, что объясняется тем, что у предприятий возникает больше проблем, чем преимуществ. Во-первых, это дополнительные затраты. Во-вторых, источник утечки коммерческой тайны. В-третьих, нет гарантии, что после окончания вуза этот студент придет работать на это предприятие. В-четвертых, нет юридической основы. Но самая основная причина – нет финансовой заинтересованности у предприятия, так как оно не получает материальной компенсации за предоставления места практики. Например, если предприятие заключает договор с Центром занятости и берет человека на работу, то первый год зарплату и все начисления на нее платит государство, и только начиная со второго года, это возлагается на плечи работодателя. Создавая новые рабочие места, работодатель заинтересован в таком сотрудничестве, так как у него затраты не увеличиваются, и как следствие, возрастает прибыль. При организации практик ничего подобного нет, то есть нет финансовой поддержки со стороны государства. А следовательно, нет заинтересованности у предприятий.

Наша кафедра организывает практику студентов таким образом, чтобы они могли проходить все ее виды на одном и том же предприятии. Это позволяет решить в некоторой степени проблему трудоустройства молодого специалиста сразу же после окончания вуза.

Придя на практику, студенты третьего курса получают первоначальные навыки работы, их знания и профессиональную подготовку впервые оценивают руководители предприятий.

В период квалификационной практики студент закрепляет свои знания, приобретает опыт организационно-управленческой работы на предприятии. Руководители предприятий могут проследить динамику роста как профессиональных, так и личностных качеств студента-практиканта. Они могут принять первоначальное решение о приглашении студента после окончания им вуза на работу. Следствием этого может быть выполнение студентом в ходе учебы на выпускном курсе курсовых работ, а в итоге и дипломной работы, по темам, связанным с проблемами данного предприятия.

Преддипломная практика является стартовой площадкой самостоятельной трудовой деятельности выпускника. В ходе этой практики руководители предприятий делают заключительные выводы о приеме студента на работу после окончания им вуза.

Все вышесказанное можно представить в виде схемы (рис. 1).



Рис. 1. Результаты прохождения студентами производственной практики

Кроме того, производственная практика предоставляет прекрасную возможность для раннего выявления и отслеживания, значимых в профессиональном плане характеристик практикантов. В ходе ее проведения глубоко и всесторонне изучаются деловые, профессиональные, нравственные и личностные качества студентов для определения наиболее целесообразного их использования в учебной и производственной деятельности и оптимизации их профессиональ-

ного самоопределения. В комплексе учебных и производственных характеристик можно объективно оценить перспективы привлечения студента к совместной научно-исследовательской деятельности.

Перспективным направлением производственной практики студентов является создание филиалов кафедры как базовых экспериментальных площадок. Кафедрой информатики открыт филиал в Областном управлении статистики. Наряду с расширением возможностей проведения непосредственно производственной практики это создает новые благоприятные условия для привлечения студентов к научно-исследовательской работе, что чрезвычайно важно для формирования специалиста, способного активно адаптироваться в рыночной экономике, эффективно интегрироваться в деятельность учебных и производственных структур.

Можно сделать вывод, что производственная практика дает студентам возможность определить будущее место работы еще до окончания учебы в университете и таким образом решить проблему трудоустройства после его окончания. В связи с этим основными задачами кафедры для расширения баз практики являются:

- мониторинг регионального рынка труда Луганской области;
- установление связей с предприятиями города и области с целью решения вопросов, связанных с трудоустройством специалистов;
- организация и проведение мероприятий (ярмарки, дни карьеры, дни стажировок и т.п.) с целью взаимного знакомства работодателей и студентов;
- проведение рекламных кампаний специальностей кафедры, цель которых – заинтересовать работодателей и приобрести престиж в глазах абитуриентов.

Литература

1. Підготовка фахівців у ринковій економіці: проблеми і шляхи вирішення. //жур. "Україна: аспекти праці", 2003. – №3;
2. Алексюк А. Педагогіка вищої освіти України. – К.: "Либідь", 1998;
3. Вітвицька С.С, Основи педагогіки вищої школи. – К.: Центр навчальної літератури. – 2003.

УДК 614.842

Сухаревская О.Н.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА

Разработана программа, обеспечивающая возможность получения не только абсолютных, но и относительных показателей травматизма. Рис. 2, ист. 3.

Введение

Наблюдая стойкую тенденцию снижения общего количества несчастных случаев на производстве, нельзя не отметить, что уровень травматизма в машиностроении остаётся достаточно высоким, а темпы его снижения низкими. Проведенный анализ статистических данных по ОАО ХК «Лугансктепловоз» свидетельствуют о том, что повышение эффективности мероприятий и обеспечение комплексного подхода к вопросам охраны труда помогут достигнуть желаемых результатов в вопросе снижения производственного травматизма. В современных условиях это возможно при применении автоматизированных систем на базе современных ЭВМ, математического аппарата, осуществления системного анализа и прогноза показателей производственного травматизма.

Успешное решение проблемы охраны труда, предупреждения аварий и несчастных случаев на производстве возможно при осуществлении целого комплекса научно-технических и организационно-профилактических мероприятий, начальный этап которых состоит в изучении показателей оценки аварийности и безопасности труда. При этом все аспекты выполняемой работы приобретают особую актуальность, включая как принципиальные основы влияния охраны труда на цели предприятия, так и единую методику анализа угрожающих опасностей, а также и анализ несчастного случая как средство распознавания этих опасностей [1].

Постановка задачи

Травматизм на предприятиях в соответствии с формами государственной статистической отчетности (№ 7 ТНВ, 1-УБ и др.) оценивается по общему числу травмированных на производстве, числу смертельно травмированных и количеству дней нетрудоспособности пострадавших. По этим показателям рассчитываются: коэффициент частоты общего и смертельного травматизма (число травм на 1000 чел.), коэффициент тяжести (число дней нетрудоспособности на 1000 чел.). В зарубежной практике при анализе травматизма применяются такие показатели, как число травмированных на 10 отработанных смен, 10 отработанных часов, 1 млн. отработанных часов и др.

Показатели частоты травматизма достаточно просты и удобны в вычислении, но они, давая представление об уровне частоты травматизма, не характеризуют производственный процесс с точки зрения его опасности и зависят от времени. Поэтому профилактика производственного травматизма на основе разработанных методов его исследования, программного и информационного обеспечения систем управления охраной труда является актуальной научной задачей для любого предприятия.

Материалы и результаты исследований

В разработанной «Программе анализа показателей травматизма по ОАО ХК «Лугансктепловоз» методом группового учета аргументов» [2] недостатком было то, что она по сведениям, заложенным в актах по форме Н-1, могла обеспечить построение графических зависимостей по абсолютным значениям показателей травматизма, которые применяются только в масштабах конкретных предприятий и учитываются в сводной ведомости областей Украины. Но для сравнительной оценки состояния и прогноза производственного травматизма необходимо определять коэффициенты его тяжести K_t и частоты K_{ch} . Эти показатели являются главными в статистическом методе анализа травматизма и позволяют рассматривать, помимо его динамики и причин, также и распределение несчастных случаев по видам работ, опасным и вредным производственным факторам, характеру их воздействия на организм человека, изучать сведения о пострадавших (профессия, стаж, возраст, пол) и данные о времени и месте происшествия (месяц, день, смена, час рабочего дня).

В результате корректировки разработанной программы [2] была предусмотрена возможность получения не только абсолютных показателей травматизма, но и относительных по коэффициентам тяжести и частоты травматизма K_t и K_{ch} .

Интерфейс программы позволяет загружать сформированный в виде таблицы массив исходных данных по травматизму на предприятии, и производить анализ этой информации с учетом выбранных критериев: периода, за который производится анализ; рабочей смены; возраста; пола работающих; стажа работы; травмирующего фактора и т.д. Автоматизация процесса учета несчастных случаев на производстве позволяет легко редактировать в любой момент времени сведения, хранящиеся в базе данных, и выводить на печать графическую интерпретацию полученных зависимостей. На рис. 1 и 2 в качестве примера показан результат графического анализа производственного травматизма по коэф-

коэффициенту частоты и коэффициенту тяжести травматизма за отчетный период времени.

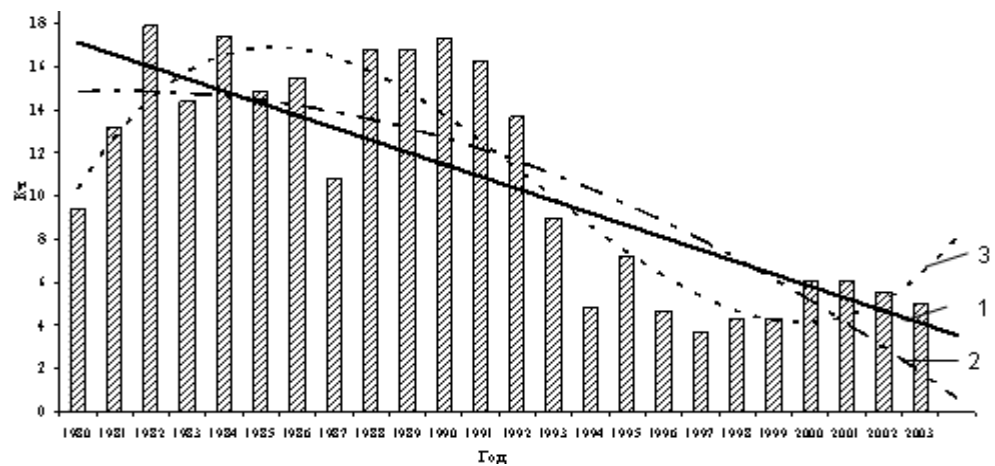


Рис. 1. Распределение коэффициента частоты травматизма на предприятии по годам:
1 – линейная зависимость; 2 – полиномиальная зависимость 2-й степени;
3 – полиномиальная зависимость 3-й степени

При вводе информации практически отсутствует возможность ввода некорректных данных, так как он осуществляется посредством выбора из меню, а не ручным набором текста, что значительно экономит время на заполнение форм. Например, оператору нет необходимости набирать причину несчастного случая, а достаточно лишь выбрать данную причину из полного списка причин.

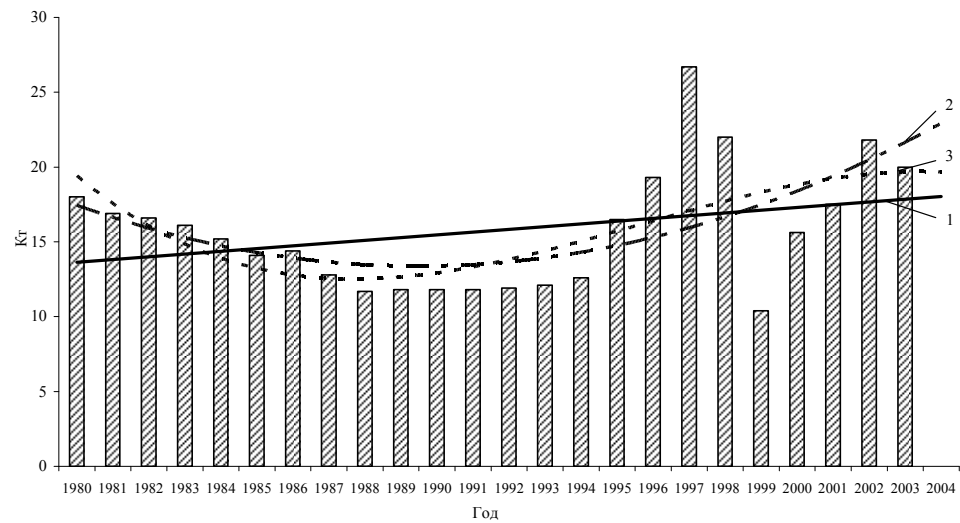


Рис. 2. Распределение коэффициента тяжести травматизма на предприятии по годам:
1 – линейная зависимость; 2 – полиномиальная зависимость 2-й степени;
3 – полиномиальная зависимость 3-й степени

Программа предусмотрена для работы в оконном режиме, при автоматическом отображении изменяемой оператором информации. Объем вводимой информации зависит только от технических возможностей компьютера, на котором установлена программа. Результатом анализа вводимых данных является

графическая интерпретация показателей травматизма с учетом выбранных критериев и прогноз на заданный оператором период.

Выводы

Разработанная математическая модель автоматизированного анализа и прогноза производственного травматизма является многофакторной и учитывает корреляцию показателей из-за управленческих решений, принимаемых после каждого несчастного случая. Это позволяет оптимизировать расходы на мероприятия по предупреждению травматизма.

Литература

1. Касьянов Н.А., Медяник В.А., Сухаревская О.Н. Методика анализа угрожающих опасностей // Матер. III Міжн. наук.-метод. конф. "Безпека. Здоров'я. Реабілітація.", вип. III. – Луганськ: Знання, 2005. – 272 с;
2. Касьянов Н.А., Сухаревская О.Н. Моделирование показателей состояния охраны труда методом группового учета аргументов (МГУА) // Вісник СХУ ім. В. Даля. – Луганськ, №10 (80), Ч.2., 2004. – С. 204-214;
3. Касьянов Н.А., Сухаревская О.Н., Басов Г.Г., Медяник В.А., Касьянова С.М., Нежелский В.Л., Симонова Ю.Ю., Цапко Ю.С., Комплексный анализ, прогноз и предупреждение производственного травматизма в механосборочном производстве: Отчёт о НИР 34-03 (заключительный) / МОН Украины; №ГР 0104 У 006472. – Луганск: – 2005. – 352 с.

УДК 303.108

Сычёв Е.В.

ПОТРЕБНОСТЬ В ПЕРСОНАЛЕ И АНАЛИЗ КАДРОВОЙ СИТУАЦИИ В РЕГИОНЕ

Изложен общий подход к оценке, расчету потребности в персонале, показан анализ кадровой ситуации в регионе. Ист. 4.

Оценка потребности в персонале

Очевидно, что планирование потребности в персонале — часть общего процесса планирования в организации. В конечном итоге успешное кадровое планирование основывается на знании ответов на следующие вопросы:

- сколько работников, какой квалификации, когда и где потребуется;
- каким образом можно привлечь нужный и сократить или оптимизировать использование излишнего персонала;
- как лучше использовать персонал в соответствии с его способностями, умениями и внутренней мотивацией;
- каким образом обеспечить условия для развития персонала;
- каких затрат потребуют запланированные.

Оценка потребности организации в персонале может носить количественный и качественный характер.

Количественная оценка потребности в персонале, призванная ответить на вопрос, "сколько?", основывается на анализе предполагаемой организационной структуры (уровни управления, количество подразделений, распределение ответственности), требований технологии производства (форма организации совместной деятельности исполнителей), маркетингового плана (план ввода в строй предприятия, поэтапность разворачивания производства), а также прогнозе изменения количественных характеристик персонала (с учетом, например, изменения технологии). При этом, безусловно, важной является информация о количестве заполненных вакансий.

Качественная оценка потребности в персонале — попытка ответить на вопрос, "кого?". Это более сложный вид прогноза, поскольку вслед за анализом, аналогичным для целей количественной оценки, должны учитываться ценностные ориентации, уровень культуры и образования, профессиональные навыки и умения того персонала, который необходим организации. Особую сложность представляет оценка потребности в управленческом персонале. В этом случае необходимо учесть, как минимум, возможности персонала "определять рациональные оперативные и стратегические цели функционирования предприятия и осуществлять формирование оптимальных управленческих решений, обеспечивающих достижение этих целей".

Важный момент в оценке персонала — разработка организационного и финансового планов укомплектования, включающих:

- разработку программы мероприятий по привлечению персонала;
- разработку или адаптацию методов оценки кандидатов;
- расчет финансовых затрат на привлечение и оценку персонала;
- реализацию оценочных мероприятий;
- разработку программ развития персонала;
- оценку затрат на осуществление программ развития персонала.

Расчет потребности в персонале

Определить необходимую численность рабочих и их профессиональный и квалификационный состав позволяют: производственная программа, нормы выработки, планируемый рост повышения производительности труда и структура работ.

Расчет численности персонала может быть текущим или оперативным и долгосрочным или перспективным.

Текущая потребность в персонале.

Общая потребность предприятия в кадрах A определяется как сумма:

$$A = Ч + ДП,$$

где $Ч$ — базовая потребность в кадрах, определяемая объемом производства; $ДП$ — дополнительная потребность в кадрах.

Базовая потребность предприятия в кадрах $Ч$ определяется по формуле:

$$Ч = ОП / В,$$

где $ОП$ — объем производства; $В$ — выработка на одного работающего.

Более конкретные расчеты, как правило, производятся отдельно по следующим категориям:

- рабочие-сдельщики (с учетом трудоемкости продукции, фонда рабочего времени, уровня выполнения норм);
- рабочие-повременщики (с учетом закрепленных зон и трудоемкости работы, норм численности персонала, трудоемкости нормированных заданий, фонда рабочего времени);
- ученики (с учетом потребности в подготовке новых рабочих и плановых сроков обучения);
- обслуживающий персонал (ориентируясь на типовые нормы и штатное расписание);
- руководящий персонал (определяется исходя из норм управляемости).

Дополнительная потребность в кадрах $ДП$ — это различие между общей потребностью и наличием персонала на начало расчетного периода.

При расчете дополнительной потребности учитываются

- развитие предприятия (научно обоснованное определение прироста должностей в связи с увеличением производства):

$$ДП = Апл - Аб,$$

где $Апл$ и $Аб$ — общая потребность в специалистах в планируемый и базовый периоды;

- частичная замена практиков, временно занимающих должности специалистов:

$$ДП = АплхКв,$$

где Кв — коэффициент выбытия специалистов (практика показывает, что это 2 — 4 % от общей численности в год);

- возмещение естественного выбытия работников, занимающих должности специалистов и руководителей (оценка демографических показателей кадрового состава, учет смертности...);

- вакантные должности, исходя из утвержденных штатов, ожидаемого выбытия работников.

Долговременная потребность в специалистах. Этот расчет осуществляется при глубине планирования на период более трех лет.

При определении потребности в специалистах на перспективу и отсутствии детальных планов развития отрасли и производства применяют метод расчета исходя из коэффициента насыщенности специалистами, который исчисляется отношением числа специалистов к объему производства. С учетом этого показателя А (потребность в специалистах) будет выглядеть следующим образом:

$$А = Чр \times Кн,$$

где Чр — среднесписочная численность работающих; Кн — нормативный коэффициент насыщенности специалистами.

Анализ кадровой ситуации в регионе

Анализ кадровой ситуации в регионе особенно важен на стадии формирования организации и существен прежде всего для целей проектирования и бизнес-планирования. Главный результат анализа — выделение сегментов рынка рабочей силы в регионе.

Необходимо собрать и проанализировать информацию об:

- основных профессионально-возрастных группах;
- региональном рынке профессий;
- уровне оплаты труда по категориям;
- уровне занятости по категориям;
- учебных заведениях, выпускающих и переподготавливающих специалистов;

тов;

- демографической ситуации и демографическом прогнозе;
- национальных и культурных особенностях жителей региона.

Проводя анализ основных профессионально-возрастных групп, следует иметь в виду характерные особенности, внутренне присущие той или иной страте. Так, для молодых работников характерны особенности, связанные с началом карьеры и готовностью овладевать современными профессиями. С одной стороны, начало карьеры — это недостаточность практических навыков, а с другой — большая эмоциональная вовлеченность в процесс работы. Точно так же позитивным в ориентации на современные профессии является отсутствие стереотипов, блокирующих внедрение нового, однако эта же ориентация может стать недостатком, если речь идет о реализации традиционных схем деятельности и поведения в организации. Среди работников среднего возраста, отвечающих ряду требований, имеет смысл подбирать руководителей.

Результатом анализа регионального рынка профессий должны быть количественные и качественные показатели по следующим основным категориям работников:

- * высший слой работников нефизического труда;
- * низший слой работников нефизического труда;
- * высший слой работников физического труда;
- * низший слой работников физического труда;
- * фермеры и сельскохозяйственные работники.

Анализ уровня оплаты труда по категориям желательно основывать не только на данных официальной статистики, имеющейся в регионе, но и на результатах специальных социологических исследований и контент-анализе материалов прессы. То же относится к оценке уровня занятости по категориям и информации по учебным заведениям, занимающимся подготовкой, переподготовкой и повышением квалификации специалистов с учетом уровня учебного заведения, его специализации, объемов выпуска специалистов и качества подготовки.

Оценка демографической ситуации в регионе и демографический прогноз основываются на: численности населения, возрастной структуре региона, оценке естественного прироста населения, уровне рождаемости, уровне миграции.

Для некоторых регионов и специализированных организаций важно проводить анализ национальных и культурных особенностей жителей региона, в котором учитывались бы такие характеристики, как, например:

- традиционные для жителей региона виды профессиональной деятельности;
- особенности образа жизни, связанные с религиозными" или культовыми обрядами, климатическими условиями жизни и т. п.;
- свобода или традиционность в выборе молодыми людьми профессии;
- средний возраст начала самостоятельной трудовой деятельности;
- средний возраст создания семьи;
- традиции в семейной жизни (в частности, принято ли работать жене, среднее количество детей в семье, живут ли молодые семьи отдельно).

Литература

1. Щёкин Г.В. теория и практика управления персоналом учеб.-пособие. – к.: мауп, 2002 г;
2. Технологии кадрового менеджмента: Учебно-практическое пособие / Под Ред. И.В. Мишуровой – Москва: ИКЦ «МарТ»;
3. Карташова Л.В. Стратегія керування людськими ресурсами й оцінка його ефективності. – М.: Информ-знание, 2000г;
4. Кирцнер И. Конкуренція і підприємництво/ Пер. з англ. під ред. проф. А.Н. Романа. – М.:ЮНИТИ – ДАНА, 2001г.

УДК 629.423.62-192

Романенко О.В., Игнатьев О.Л.

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ УЗЛОВ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ ЭПЛ9Т И ЭПЛ2Т НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «НАДЕЖНОСТЬ-ЭКСПРЕСС»

Представлены результаты анализа надежности узлов и агрегатов электропоездов, полученные при помощи разработанной системы «Надежность-Экспресс».

Перспективой развития железнодорожного транспорта Украины является создание экономических систем с высоким уровнем безопасности и обладающих соответствующим уровнем качества и надежности. Реализация данных требований обуславливает необходимость разработки и внедрения в производство и эксплуатацию автоматизированных систем управления качеством, одной из важнейших составных частей которых является диагностика и прогнозирование надежности. Это, в свою очередь, предопределяет создание эффективной системы сбора, хранения, обработки и анализа данных.

Отечественный и зарубежный опыт эксплуатации подвижного состава свидетельствует о том, что одним из важнейших путей повышения его эксплуатационной надежности и качества технического обслуживания есть использова-

ния современных технологий с применением прогрессивных методов и средств технического диагностирования [1, 2, 3, 4].

В то же время необходимо отметить, что достижения в области компьютерной техники являются положительными предпосылками для создания высокоэффективных средств технического диагностирования для узлов и систем пассажирских вагонов. Их разработка должна быть ориентирована на новую элементную базу с применением информационных измерительных технологий.

В настоящее время ОАО «ХК «Лугансктепловоз» совместно с кафедрой железнодорожного транспорта ВНУ им. В.Даля (г. Луганск) и УкрГАЗТ (г. Харьков) разрабатывает единую для всех серий электроподвижного состава Украины автоматизированную систему учета и обработки статистической информации об отказах и неисправностях оборудования — «Надежность-Экспресс». Система предусматривает единые принципы классификации отказов, методов их обработки и анализа [5,6].

На данном этапе с целью апробации принятых решений был проведен анализ надежности с помощью системы «Надежность-Экспресс» по электропоездам ЭПЛ2Т и ЭПЛ9Т. База данных ориентирована на работу в режиме диалога специалиста-технолога, отвечающего за учет технической эксплуатации подвижного состава, и не требует от знаний программирования. Создание такой системы сбора информации не требует дополнительных затрат, так как большинство крупных депо на сегодняшний день оборудованы компьютерной техникой. Информация, хранящаяся в базе данных, обеспечивает своевременное обнаружение предотказного состояния системы, оборудования, узла, детали или агрегата электропоезда.

Использование информационной системы позволяет: выполнять автоматизированный ввод и редактирование данных по пробегам и отказам, ремонтных работах, плановых и неплановых ремонтах подвижного состава; добавлять и редактировать, обрабатывать и хранить данные; формировать выборки по отказам для систем, узлов, конкретной подвижной единицы и для подвижных единиц одного типа в целом; выполнять разбиение отказов по подсистемам с определением процентного соотношения числа отказов по ним; строить диаграммы и графики, отражающие динамику возникновения отказов по узлам; определять показатели надежности по статистическим данным.

Для получения достоверной статистической информации надежности оборудования и деталей были проведены эксплуатационные испытания электропоездов серии ЭПЛ2Т и ЭПЛ9Т в период от 2002 по 2004 гг. Согласно программно-методике [7], целью испытаний являлось определение основных показателей надежности опытных образцов электропоездов ЭПЛ2Т и ЭПЛ9Т и их функциональных систем (тягового электропривода, экипажной части, тормозной системы, систем вентиляции, кондиционирования, отопления и т.д.) в натуральных условиях эксплуатации в пригородном сообщении, а также определение тягово-энергетических характеристик электропоездов.

Испытания проводились в локомотивных депо Ясиновато-западной Донецкой железных дорогах и на депо Львов и Фастов. Продолжительность эксплуатационных испытаний была установлена до текущего ремонта в объеме TP2 с пробегом 175 тыс.км.

Согласно проведенным испытаниям, был осуществлен сбор, концентрация и систематизация материалов испытаний. Сведения о суточных пробегах, отказах оборудования, расходе электроэнергии, видах ТО и TP, зафиксированные в журнале технического состояния электропоезда (форма ТУ-152) и книге ремонтов (форма ТУ - 28), сконцентрированные в журнале эксплуатационных испытаний, являются исходным материалом для статистической обработки и анализа результатов испытаний.

Систематизация отказов оборудования проводилась на основе разработанной классификационной схемы с использованием информационной системы «Надежность-Экспресс».

Как показали результаты исследования, наибольший процент неисправностей и отказов по всем электропоездам серии ЭПЛ9Т и ЭПЛ2Т составляет в кузовном подвешивании (22%), в пневматическом и тормозном оборудовании (18%), в электрооборудовании (15%) и устройствах систем безопасности (11%). Числовые и процентные соотношения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Отказы по виду оборудования за период с 01.01.2002 по 07.09.2004

Вид оборудования	Кол-во	%
Тяговые электродвигатели	13	1
Вспомогательные электрические машины	58	4
Силовые электрические аппараты и кабели	90	6
Электрооборудование низковольтное	284	19
Пневматическое и тормозное	231	15
Тележка и буксовое подвешивание (механическое)	9	1
Кузов и кузовное подвешивание	347	23
Межвагонное соединение	44	3
Сигнализация, связь, устройства безопасности	147	10
Отопление, кондиционирование и вентиляция	93	6
Освещение	90	6
Измерительные приборы, информационные системы	96	6
Прочее оборудование	6	0.1
Итого	1508	100%

Сводные данные об отказах и неисправностях по виду оборудования для электропоездов серии ЭПЛ2Т и ЭПЛ9Т представлены в графическом виде на рис.1.

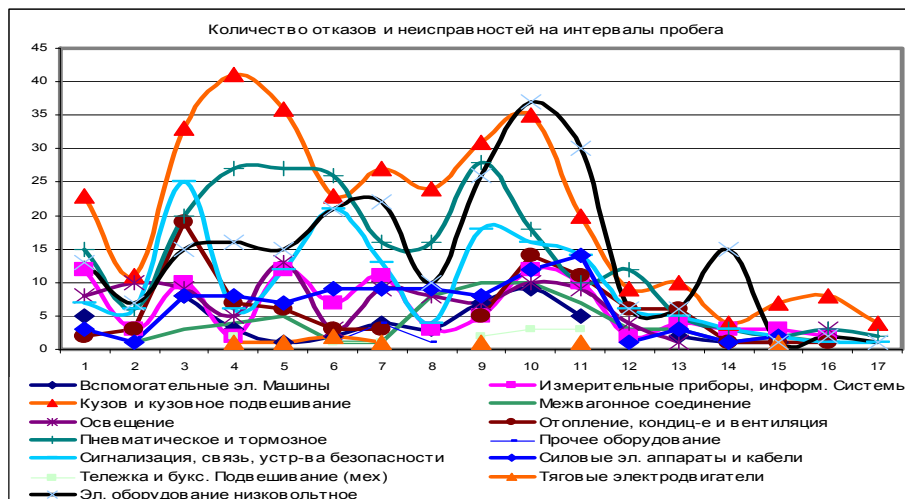


Рис. 1. Количество неисправностей и отказов электропоездов ЭПЛ2Т и ЭПЛ9Т по интервалам пробега

По Ясиновато-западной Донецкой железной дороге (серия ЭПЛ2Т-003, ЭПЛ2Т-004, ЭПЛ2Т-005) было выявлено, что наибольшее число отказов приходилось на следующие системы: кузовное оборудование – 26%, пневматическое и тормозное оборудование – 19%, электрооборудование – 13%, сигнализация и системы безопасности – 10%.

По Львовской дороге (серия ЭПЛ2Т-006, ЭПЛ2Т-007): кузовное оборудование – 24%, пневматическое и тормозное оборудование – 17%, электрооборудование – 16%, сигнализация и системы безопасности – 12%, измерительные приборы и информационные системы – 11%.

По железной дороге «Фастов» (серия ЭПЛ9Т-001, ЭПЛ9Т-002, ЭПЛ9Т-003, ЭПЛ9Т-004, ЭПЛ9Т-005, ЭПЛ9Т-006): электрооборудование – 27%, кузовное оборудование – 19%, пневматическое и тормозное оборудование – 10%, силовые электрические аппараты и кабели – 9%.

Наряду с наиболее часто выходящими из строя узлами оборудования стоит также отметить отказы в тележке, буксовом подвешивании и в тяговых электродвигателях, межвагонном соединении, пневматическом и тормозном оборудовании, колесных парах, гасителях колебаний, тяговых электродвигателях, поскольку выходы из строя в данных узлах являются наиболее опасными и отказы которых недопустимы по условиям обеспечения безопасности, так как могут явиться причинами схода поезда с рельсов.

При исследовании надежности работы электропоездов необходимо выделить основные факторы, влияющие на возникновение отказов и неисправностей.

Общее свойство всех факторов, определяющее основную характеристику процесса дефекта и отказа, заключается в том, что невозможно предсказать заранее, какое значение примет любой из факторов в каждом отдельном случае. В эксплуатации возможны любые сочетания факторов, имеющие стохастический характер, и поэтому отказ – случайная функция наработки (пробега, времени эксплуатации). Закономерности процесса неисправностей должны рассматриваться как статистические с использованием методов математической статистики и теории вероятности. Однако это обстоятельство не исключает необходимости развития аналитических методов расчета на отказ, которые незаменимы для предварительных расчетов принципиально новых типов машин.

При изучении статистических данных отказов и дефектов электропоездов ЭПЛ2Т и ЭПЛ9Т было отмечено большое количество отказов и неисправностей по причине человеческого фактора, а именно поломка оборудования или деталей и узлов в результате неосторожного обращения или преднамеренного нанесения материального вреда. К таким поломкам можно отнести большое количество неисправностей дверей салона и кабины, автоматических дверей, мест для пассажиров, отделки салонов и кабины, стекла салона и т.д.

В условиях эксплуатации также было выявлено большое количество дефектов, которые можно условно отнести к 2 группам – это отказы электрооборудования, не связанные с механическим и динамическим воздействием, и механические отказы, рис. 2.

Таким образом, количество неисправностей по вине человеческого фактора составляет 23%, связанных с электрической проводкой – 53% и в результате действия динамических сил – 24%.

Целью наших исследований является предотвращение выхода из строя оборудования по вине действующих динамических сил и обеспечение их надежной работы за все время эксплуатации. Поэтому рассмотрим подробнее именно эти неисправности и отказы. К таким относятся выходы из строя в межвагонном соединении, пневматическом и тормозном оборудовании, в тележке и буксовом подвешивании, в центральном подвешивании, в тяговых электродвигателях.



Рис.2. Процентное соотношение дефектов по основным факторам

Расчет надежности выполняется согласно требованиям ТУ на электропоезда ЭПЛ9Т и ЭПЛ2Т [8]:

1. Термин службы электропоезда в целом при обеспечении условий эксплуатации, периодичности технического обслуживания и ремонта, а также требованиям «Руководства по эксплуатации», лет – не менее 45;
2. Термин службы отдельных составных частей вагонов должен быть, лет:
 - а) кузова – 45;
 - б) рамы тележки – 28;
 - в) внутренней обшивки стен, потолка, перегородок – 12;
3. Средний термин службы электрооборудования, лет – 28;
4. Средняя наработка электропоезда на отказ, тыс.км – не менее 300;
5. Число отказов тягового электродвигателя на период до первого ремонта с разбиранием на 1 млн км суммарного пробега электропоезда должен быть не более 0,2;
6. Вероятность безотказной работы тягового электродвигателя за год эксплуатации в период до первого планового разбирания должна быть не менее 0,95;
7. Среднее время восстановления работоспособного состояния электропоезда должно быть, часов, не более 4.

В таблице 2 приведены исходные данные, которые представляют собой расчетные показатели надежности: вероятность безотказной работы $P(t)$, средняя наработка на отказ $T_{\text{н\o}}^{\text{ср}}$, параметр потока отказов $\omega(l)$, дисперсия наработки $D(t)$. Функция распределения потока отказов исследуемого оборудования в зависимости от наработки представлена на рис. 3.

Таблица 2

Распределение отказов по группам оборудования. Расчет параметров надежности

Наименование оборудования	Кол-во отказов на 170 тыс.км пробега	Наработка на отказ $T_{\text{н\o}}^{\text{ср}}$, км	Поток отказов $\omega(l) \cdot 10^5$, км	Дисперсия наработки D км ²	Вероятность безотказной работы $P(t)$
Кузовное оборудование (гасители колебаний)	4	42500.00	0.007	508.008	0.988
Межвагонное соединение	60	2833.33	0.110	873.272	0.813

Пневматическое и тормозное оборудование	236	720.34	0.432	895.488	0.265
Тележка и буксовое подвешивание (колесные пары)	13	13076.92	0.024	769.527	0.960
Тяговые электродвигатели	7	24285.71	0.013	663.520	0.978

Из рис.3 видно, что поток отказов исследуемого оборудования на протяжении первых часов наработки (приблизительно 80 тыс.км пробега) довольно высокий. Период приработки объекта имеет повышенную интенсивность отказов, вызванную приработочными отказами, обусловленными дефектами производства, монтажа, наладки. Иногда с окончанием этого периода связывают гарантийное обслуживание объекта, когда устранение отказов производится изготовителем.

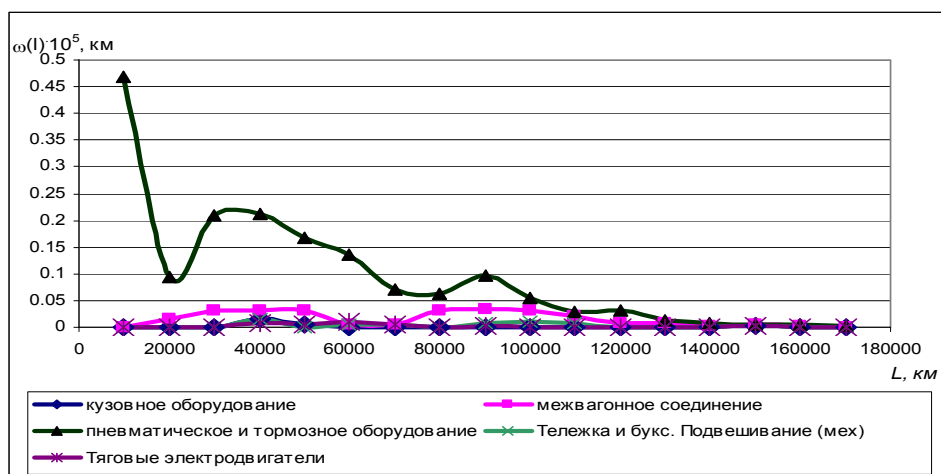


Рис.3. Распределение параметра потока отказов оборудования, вышедшего из строя по вине динамических сил, от наработки.

Далее поток отказов стабилизируется, что свидетельствует о преобладающем внезапном характере отказов оборудования в процессе эксплуатации и наличии периода приработки. Ломаный характер линий свидетельствует о том, что рядом с внезапными отказами имеют место усталостные повреждения, которые со временем приводят к постепенным отказам. На конец периода испытаний было зафиксировано уменьшение общего количества неисправностей почти по всем видам оборудования.

Результат обработки статистического материала показал, что на электропоездах ЭПЛ19Т и ЭПЛ2Т в периоде от 2002 по 2004 г. был зарегистрирован 321 отказ. Наибольший процент отказов приходится на пневматическое и тормозное оборудование, дальше по убыванию идут: межвагонное соединение – 25%, тележка и буксовое подвешивание (колесные пары) – 6%, тяговые электродвигатели – 3%, кузовное оборудование (гасители колебаний) – 2%.

Согласно рассчитанным значениям вероятности безотказной работы $P(t)$ (см. табл. 2) следует, что пневматическое и тормозное оборудование, межвагонное соединение не соответствуют требованиям ТУ на оборудование электропое-

здов. Их вероятность соответственно составляет 0,256 и 0,813, что является не допустимой согласно нормируемому значению равному, $P(t)=0,95$ [8].

Вероятность безотказной работы кузовного оборудования составляет – 0,988, тележки и буксового подвешивания – 0,960 и ТЭД – 0,97. Т.е. это оборудование удовлетворяет нормам надежности в эксплуатации. Но следует учесть, что эти отказы и неисправности в самых ответственных узлах локомотива – колесные пары, гасители колебаний, тяговый электродвигатель. Эти дефекты являются самыми опасными и являются виновниками возникновения повышенного износа колесных пар и рельсового пути, ухудшения плавности хода и комфорта проезда в подвижном составе, а также могут явиться причинами схода поездов с рельсов.

Из полученных результатов следует, что необходимо провести дополнительные исследования по повышению надежности в вышеперечисленном оборудовании.

Литература

1. Бабанин А.Б., Касьянов И.Н., Судаков В.А. Интенсивная технология технического обслуживания и диагностирования тепловозов ЧМЭЗ. – М.: 1991. – 10 с. Деп. в ЦНИИ ТЭИ МПС 31.01.91г. №5363;
2. Воробьев В.Г., Глухов В.В., Козлов Ю.В. и др. Диагностирование и прогнозирование технического состояния авиационного оборудования / Под ред. И.М.Синдеева. - Г.: Транспорт, 1984. - 191 с;
3. Образцов В.Л., Лозинский С.Н. и др. Автоматизация контроля технического состояния подвижного состава в пути следования // Труды ВНИИЖТа. - Г.: Транспорт, 1979. - Вып. 609. - 128 с;
4. Соколов М. М. Диагностирование вагонов. - Г.: Транспорт, 1990. - 197 с;
5. Басов Г.Г., Гундарь В.П., Яцко С.И., Романенко О.В. Разработка идентификационной системы сбора учета, обработки и анализа показателей технической эксплуатации электропоездов / XI Международная конференция «Проблемы механики ж.-д. транспорта», Днепропетровск, 2004 г, с. 25;
6. Романенко О.В. Определение показателей надежности электропоездов с помощью идентификационной системы сбора учета, обработки и анализа показателей технической эксплуатации / Вестник СНУ им. В.Даля, Луганск: 2004. – №11(81), ч.1. – с. 165-173;
7. № 1210М-37. Электропоезд ЭПЛ9Т. Программа-методика эксплуатационных испытаний на надежность на группе трех единиц из состава опытной партии с пробегом до ТР2 (175 тыс.км.) ХК «Луганскотепловоз», 2002 г;
8. ТУ У 35.2-05763797-027-2002. ЕЛОКРОПОЇЗД ЕПЛ9Т. Технічні умови.

УДК 661.727.1:004.415

Рязанцев А.И., Скарга-Бандурова И.С.

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Рассматриваются проблемы принятия решений на этапе диагностики некорректных состояний непрерывной химико-технологической системы с точки зрения адекватности интерпретации данных о выходных характеристиках. Предложены методы повышения достоверности диагностирования технологической системы с использованием технологии обобщения результатов опросов экспертов.

Введение

Анализ химико-технологической системы представляет собой многомерную трудоемкую вычислительную задачу, для разработки быстродействующих и эффективных алгоритмов которой традиционно используются различные классы

моделей. Тот факт, что в отличие от моделируемых систем реальные химико-технологические системы имеют значительное количество параметров, которые не поддаются непосредственному автоматическому измерению, является определяющим для использования в составе базы знаний системы управления безопасностью эвристических правил и нечетких деревьев отказов. Объектом исследования является подсистема управления технологической безопасностью производства формалина. В число первоочередных задач проектирования блока обработки данных системы анализа альдегидных производств [1] была включена задача обеспечения технологического персонала установки синтеза формалина аппаратом принятия решений, реализующим концепцию рационального поведения в условиях неопределенности состояния системы при наличии неисправностей или отказов.

Сложность или невозможность использования физического или статистического подхода при оценке критериальных показателей рассматриваемого процесса в наибольшей степени проявляется в отношении показателей надежности работы. Более того, процесс управления и принятия решений в условиях риска усложняется факторами, проявляющимися не только стохастические характеристики, но и наличием в некоторые промежутки времени поведенческой неопределенности. Иными словами, ориентирование на наиболее вероятный исход диагностируемой ситуации не означает наличие факта развития процесса именно по этому сценарию. Поэтому в вопросах принятия решений традиционно более приемлемым и оправданным является подход с использованием приближенных методов и методов экспертных оценок.

Целью настоящей работы является разработка модели управления безопасностью функционирования химико-технологической системы, реализующей концепцию рационального поведения, способной оказывать реальную помощь операторам в диагностике некорректных состояний системы, прогнозировании возможных исходов текущей ситуации при наличии и отсутствии внешних воздействий и процедуре выбора оптимального варианта локализации нештатной ситуации.

Основная часть

В соответствии с выбранной стратегией принятия решений в системе управления безопасностью реализованы два возможных подхода:

1. Использование информации из БД системы о ранее существовавших отказах, принятых решениях и результатах управления (с возможностью просмотра архивов ретроспективного анализа).
2. Обработка информации о предпочтениях экспертов относительно текущих показателей процесса.

Использование первого подхода ограничено в значительной степени необходимостью существования многократных повторений ситуации при неизменных условиях, что практически не выполнимо в ходе оформления техпроцесса. Однако не может быть полностью проигнорировано ввиду наличия в истории ретроспективного анализа исключительных факторов. С точки зрения универсальности реализуемых методов второй подход является наиболее приемлемым и сводится к единой задаче выявления предпочтений экспертов с учетом требований информационной достаточности.

В качестве примера решения рассматривается процедура распознавания неисправных технологических структур в пространстве технологических связей, выделенных на этапе декомпозиции общей схемы процесса.

Модель процедуры диагностирования представляет собой предикатную функцию, соответствующую множеству зарегистрированных неисправных состояний P , определяемых на множестве связей S , содержащих действительно неисправные элементы:

$$F = P_i \rightarrow C_j \quad (1)$$

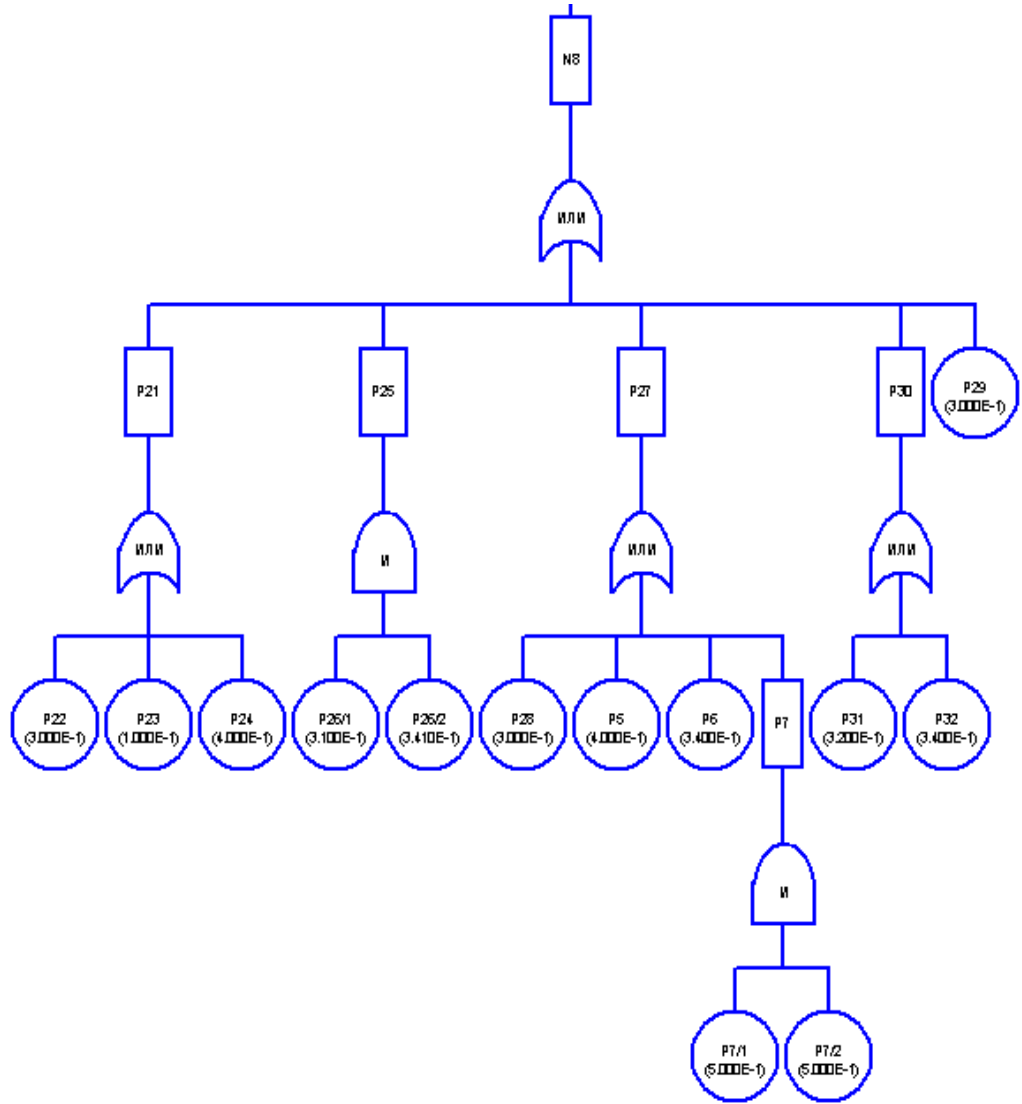


Рис.1. Фрагмент дерева отказов

После определения причин возникновения внезапных и постепенных отказов элементов и подсистем составлены топологические модели надежности. В частности, для процедуры диагностирования в качестве исходных моделей надежности были использованы граф смены состояний, граф причинно-следственных связей и дерево отказов. Фрагмент дерева отказов одной из выделенных подсистем производства формалина представлен на рис. 1.

Используя операторы булевой логики, вероятность безотказной работы $P\{s\}$ подсистемы (рис.1) может быть определена как:

$$P\{s\} = p\{(P_{23} \wedge P_{22} \wedge P_{24}) \wedge (P_{26}^1 \vee P_{26}^2) \wedge (P_{28} \wedge P_5 \wedge P_6 \wedge (P_7^1 \vee P_7^2)) \wedge P_{31} \wedge P_{32}\} \quad (2)$$

где P_i – логические взаимосвязи между отдельными элементами и событиями в виде первичных, вторичных и результирующих нарушений, отображенные в дереве отказов.

Согласно [2] вероятность неисправности подсистемы можно записать, используя операцию отрицания для выражения (2):

$$P\{\bar{V}\} = P\{\bar{s}\} = \overline{P\{(P_{23} \wedge P_{22} \wedge P_{24}) \wedge (P_{26}^1 \vee P_{26}^2) \wedge (P_{28} \wedge P_5 \wedge P_6 \wedge (P_7^1 \vee P_7^2)) \wedge (P_{31} \wedge P_{32})\}}. \quad (3)$$

Используя закон де Моргана из алгебры логических высказываний [3], преобразуем выражение (3):

$$P\{V\} = p\{(\bar{P}_{23} \vee \bar{P}_{22} \vee \bar{P}_{24}) \vee (\bar{P}_{26}^1 \wedge \bar{P}_{26}^2) \vee (\bar{P}_{28} \vee \bar{P}_5 \vee \bar{P}_6 \vee (\bar{P}_7^1 \wedge \bar{P}_7^2)) \vee (\bar{P}_{31} \vee \bar{P}_{32})\}. \quad (4)$$

Следует отметить, что выражения (1)-(3) действительны только в том случае, если события независимы, что является неприемлемым для реального применения.

Благодаря использованию в базе данных экспертных оценок и технологии нечетких множеств требования взаимонезависимости и однозначности между проявлениями и источниками значительно снижаются. Если экспертные оценки в своем большинстве корректны (это подтверждается статистическими данными и в среднем вероятность корректной экспертной оценки порядка 0,7) [4], то применение специальных разработанных алгоритмов обработки этих оценок позволяет повысить качество процесса диагностирования.

В задачи процедуры экспертной оценки входило определение степени влияния *i*-й переменной на состояние работоспособности *j*-й связи и упорядочивание множества выделенных технологических связей на множестве наблюдаемых признаков по степени их характерности. Для этого каждому эксперту были предъявлены технологические ситуации, заранее описанные с помощью топологических моделей, реализующих логико-вероятностные взаимосвязи между отдельными элементами и событиями в виде первичных, вторичных и результирующих нарушений и предлагалось оценить степень подозрения на наличие источника отказа в каждой из выделенных связей. Оценка вероятности диагноза определялась через степень уверенности (C_i) эксперта в наличии источника нарушения в *j*-й связи на непустом множестве всех технологических связей:

$$\forall P_i \in P : P_i = 1 \rightarrow C_i = \{[c_j; \mu(C_j)]\}_{C_i \neq \emptyset} \quad (5)$$

При *M* оцениваемых параметрах число экспертных оценок одним специалистом составляет $M/(2(M-1))$, в результате чего наблюдается эффект избыточности получаемой информации. В соответствии с теорией нечетких множеств, при нахождении степени принадлежности *j*-й связи к множеству неисправных технологических связей использовалось выражение вида:

$$\mu(C_j) = \min\{\mu_n(C_j), \mu_i(C_j)\}. \quad (6)$$

Однако в ходе экспериментальной проверки достоверности диагностируемых параметров химико-технологической системы были обнаружены следующие недостатки принятой модели: подход с помощью классической теории нечетких множеств позволяет получить ограниченную группу событий, исключая возможные малозначимые факторы. Это, в свою очередь, приводит к искусственному сужению множества рассматриваемых диагнозов и образованию ошибок 2-го рода. Еще одной проблемой оказалось отсутствие правил, которые позволяли бы судить о серьезности текущей диагностируемой ситуации, в связи с

чем возникла необходимость в поиске альтернативных подходов для более адекватного описания модели.

Одним из перспективных направлений при решении проблем интерпретации результатов экспертных оценок, в частности, в задачах технической диагностики, является использование технологии обобщения результатов опросов на основании теории Демпстера-Шафера [5,6]. Отличительной особенностью выбранной технологии является то, что она предоставляет средства вычисления функции доверия на множестве диагнозов и правила объединения функций доверия, сформулированных на основе разных свидетельств. Кроме того, предполагается, что существуют средства получения свидетельства не только в пользу отдельных диагнозов, но и в пользу подмножеств диагнозов, которые могут перекрываться.

В связи с выбранным подходом к уже имеющимся оценкам вероятностей (5-6) были введены дополнительные характеристики:

1. Функция присвоения базовых вероятностей:

$$\begin{aligned} m(\emptyset) &= 0 \\ \sum_{A_i \subseteq C} m(A_i) &= 1, \end{aligned} \quad (7)$$

где A_i – событие, состоящее в неисправности; C – полная группа событий, которые являются результатом диагноза

2. Суммарное доверие (степень уверенности в наличии неисправного элемента):

$$\text{Bel}(A_i) = \sum_{A_j \subseteq A_i} m(A_j). \quad (8)$$

3. Оценка привлекательности, представляющая собой степень совместности свидетельства с диагнозами в A :

$$\text{Pls}(A_i) = 1 - \sum_{A_j \subseteq A_i} m(A_j). \quad (9)$$

Согласно [5] оценка вероятности события A_i будет ограничена снизу оценкой доверия к A , а сверху – оценкой привлекательности A . Тогда степень определенности оценки может быть определена как:

$$A_i[\text{Bel}(A_i); \text{Pls}(A_i)] \subset [0;1]. \quad (10)$$

В случае наличия в системе двух равновероятных событий процедура (5) преобразуется к виду:

$$\forall P_i \in P : P_i = 1 \xrightarrow{C_i \neq \emptyset} C_i = \{[c_j \vee c_n; \mu(c_j)]\}. \quad (11)$$

Если оба события подтверждают диагноз (или опровергают), то коэффициент уверенности их комбинации возрастает по абсолютной величине, в то время как в случае наличия двух равновероятных событий они сводятся к одному.

Нормализованная мера вероятности событий определяется как:

$$m_i(A_i) = \mu_i(A_i) / \sum_{A_n \subseteq C} \mu(A_n) = 1, \quad (12)$$

где A_n – любое событие, состоящее в неисправности одной или нескольких технологических связей.

Подставив в (12) значения результатов опросов экспертов, был сделан вывод о том, что решение, найденное с помощью теории Демпстера-Шафера, представляет собой полную группу событий, что в некоторой степени увеличивает уровень неопределенности в системе управления безопасностью, но существенно повышает чувствительность системы диагностики.

Выводы

Благодаря использованию в процессе обобщения результатов опросов экспертов теории Демпстера-Шафера возможно достичь однозначности и непротиворечивости свидетельств, что в свою очередь снижет требования жесткой взаимосвязи между источником и проявлениями нарушений.

Литература

1. Рязанцев А.И., Скарга-Бандурова И.С. Обеспечение безопасности функционирования химико-технологической системы в условиях априорной нечеткости// Материалы VII научно-практической конференции "Информационные технологии в образовании и управлении". Вестник ХГТУ №1(21) с.68-72;
2. Обеспечение и методы оптимизации надежности химических и нефтеперерабатывающих производств/ В.В. Кафаров, В.П. Мешалкин, Г.Грун, В.Нойманн.- М.: Химия, 1987. – 272 с;
3. Куратовский К., Мостовский А. Теория множеств/ Пер. с англ. – М.: Мир, 1970, 460 с;
4. Лазарев И.А. Композиционное проектирование сложных агрегативных систем. – М.: Радио и связь 1986. – 312 с.:ил;
5. Иллюстрированный самоучитель по экспертным системам http://libray.narod.ru/Program/expert_systems/index.html;
6. Shafer G. A Mathematical Theory of Evidence. – Princeton: Princeton Univ. Press, 1976.

УДК 330.47.65.012

Соловьев В.И.

ЭВОЛЮЦИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РЫНКА FOREX

В статье рассматриваются вопросы эволюции закономерностей рынка Forex, как самоорганизующейся системы. На основе анализа динамики изменения статистических характеристик делается вывод о том, что некоторые устойчивые закономерности рынка возникли вследствие массовой информационной пропаганды некоторых природных закономерностей.

Построение полезных математических моделей динамики изменения валютных пар рынка Forex на сегодняшний день представляет трудно разрешимую задачу. Несмотря на обилие на этом рынке различных сервисных программных продуктов (различной цены и качества), успешно действующий трейдер-профессионал обычно использует в торговых операциях множество трудно формализуемых критериев и различных индикаторов для успешной торговли. В частности, общепринято мнение в среде трейдеров – профессионалы “чувствуют” рынок, тонко оценивая ситуацию по большой совокупности информационных факторов. В то же время, по некоторым экспертным оценкам, успешная торговля в течение длительного промежутка времени не может базироваться на большом множестве учитываемых факторов и использует лишь ряд основополагающих

закономерностей этого рынка. К таковым относятся выявленные волновые процессы в виде волн Элиота, уровни Фибоначчи и ряд других. Эти закономерности представлены в различных литературных (и электронных) изданиях, выходящих последнее время небывалыми тиражами (с серьезной стоимостью). В виду гигантского финансового оборота рынка Forex (ежедневно – несколько триллионов долларов) и участия в электронных торгах по Internet десятков миллионов трейдеров физических лиц, весьма тяжело в гигантском обилии литературных источников, посвященных математическому исследованию закономерностей этого рынка, выделить в достаточной мере статистически обоснованные закономерности. Так, большинство практиков и теоретиков финансового трейдинга (но не все) признают существование на рынке специфических волновых процессов в виде волн Элиота, выявленных в 20-х годах прошлого столетия. Еще большее число трейдеров учитывают в своей практической деятельности так называемые уровни Фибоначчи, к которым, по общему мнению, стремится рынок в своей динамике. На вопрос о причинах подобных закономерностей специалисты в один голос утверждают, что они обусловлены скрытыми статистическими закономерностями валютного рынка, как “природного явления”. Как правило, при этом присутствуют ссылки на авторов этого термина, например [1,2] (начало XX-го века)? имевших естественнонаучное образование. Внимательный анализ основополагающих публикаций в этой области, однако, показывает, что несмотря на наличие выявленных статистических закономерностей в этих работах, авторы в ряде случаев, действуя по аналогии с другими “природными явлениями” (что вполне правомочно с точки зрения научного методического подхода), пытаются выявить общие закономерности между этими процессами. Не исключено, что как следствие подобного методического обобщения, были введены в финансовые рынки закономерности типа уровней Фибоначчи (и ряд других) – стремление увидеть красоту закономерностей в различных проявлениях природы свойственно профессионалам.

Данные, которыми оперировали исследователи в тот период при выявлении подобных закономерностей, являются весьма ограниченными временными рядами, которые насчитывают сравнительно небольшое количество отсчетов. Несмотря на безусловную корректность большинства работ этого плана, все же оценки параметров закономерностей вряд ли возможно признать абсолютно достоверными, с точки зрения статистической оценки параметров закономерностей.

Возникает вопрос, который редко ставится в научном плане – являются ли выявленные на раннем периоде истории финансовых рынков закономерности, такие как уровни Фибоначчи, характерными закономерностями рынка как “природного явления” или они привнесены специалистами-профессионалами в существенной мере субъективным путем? На последующих этапах эволюции рынка подобные привнесенные “правила игры” могли оформиться в виде объективных закономерностей статистических рядов типа рынка Forex. Понятно, что подобная постановка задачи не может иметь однозначного решения при любом подходе. Однако она представляет несомненный интерес с точки зрения установления “правил игры” (закономерностей) в ряде сложных самоорганизующихся систем.

Тем более, что среди специалистов, занимающихся анализом временных рядов рынка Forex, на сегодняшний день общепринята концепция этих рядов, как следствия динамической системы, которая периодически при сильных внешних информационных воздействиях переходит из одного состояния равновесия в другое. При этом уровни Фибоначчи и определяют новые возможные уровни динамического равновесия [1,2].

Практически единственной методической основой ответа на этот вопрос является статистический анализ динамики временных рядов финансовых рын-

ков. Здесь существенны проблемы с временным интервалом для анализа динамики временных рядов. Несмотря на наличие данных по ряду валютных пар с начала XX-го века, не представляется возможность использования для математического анализа данные до восьмидесятых годов 20 – го столетия. Причин несколько – во-первых, чисто исторические, серьезно нарушавшие динамику рынка, – мировые войны прошлого столетия; во-вторых, дискретность статистического материала, – наличие часовых интервалов данных с девяностых годов XX-го столетия в рамках уже электронной торговли.

Однако, как будет показано ниже, даже использование статистического материала последних 10-15 лет может навести на определенные выводы.

Определение уровней Фибоначчи имеет некоторый субъективизм, с точки зрения определения амплитуды базовой волны, по отношению к которой определяются уровни.

Но наличие большого статистического материала должно компенсировать этот субъективизм.

Этот фактор также существенен при критическом рассмотрении работ по закономерностям биржевых торгов первой половины XX-го столетия.

Для анализа были взяты данные во временном интервале 1997 – 2005 годы рынка Forex по ряду валютных пар. При этом в анализе использовались часовые временные интервалы – периоды данных в этом временном диапазоне (01.06.1997 – 01.06.2005 год). Выбирались базовые волны на выбранном периоде (1 час), определялся по отношению к амплитуде этих волн уровень Фибоначчи – 1,618. После этого выбирался ближайший к уровню Фибоначчи (1,618) максимум (или минимум) курса выбранной валютной пары в новом положении равновесия. Некоторая доля субъективизма, безусловно, присутствует при выборе как базовой волны, так и нового положения динамического равновесия, поскольку новый уровень равновесия определяется визуально. Однако этот процесс субъективен лишь с точки зрения формализации. Практика показывает, что при подобном чисто практическом визуальном подходе новое положение равновесия определяется идентично любым исследователем, обозревателями рынка Forex и всеми специалистами-профессионалами в этой области.

Далее определялась величина F , равная отношению курсовой разницы для выбранной валютной пары на максимуме минус курсовая разница у основания базовой волны к амплитуде базовой волны (при минимуме – отношение курсовой разницы на вершине базовой волны минус курсовая разница на минимуме).

В идеале эта величина, согласно многочисленным экспериментальным данным, должна в среднем равняться 1,618.

Ниже приведен график эволюции уровней равновесия на рынке Forex за последние 8 лет – зависимость F (курсовая пара фунт стерлингов – американский доллар) от времени T (рис.1). Для удобства вместо оси времени используется ось отсчетов от 1 до 398, где каждый предыдущий отсчет хронологически предшествует последующему во времени. При этом первый отсчет соответствует 01.06.1997 (год), а последний – 01.06.2005 (год). Поскольку некоторое количество точек графика (около 2,5%) превышало отклонение от уровня Фибоначчи более чем на 25%, эти точки для удобства рассмотрения не учитывались.

Анализ приведенной точечной зависимости показывает, что в районе 1991-2000 года рынок перешел к достаточно “строгому отслеживанию” уровней Фибоначчи. До этого периода разница между уровнем Фибоначчи и состоянием динамического равновесия была в среднем довольно существенна. Трудно сказать насколько сильно характеристики рынков в первой половине XX-го столетия стремились к уровням Фибоначчи. Однако для того чтобы построить приведенный выше график, было использовано около 30000 отсчетов. При этом точек на графике всего 398. То есть для оценки подобных характеристик, которые в пер-

вой половине XX-го столетия вычислялись на основании подобных методик, требовалось большое количество отсчетов. Учитывая, что часовые интервалы появились после Второй мировой войны, набрать достаточное число отсчетов для таких оценок было непросто. Аналогичные зависимости для других валютных пар имеют примерно такой же вид.

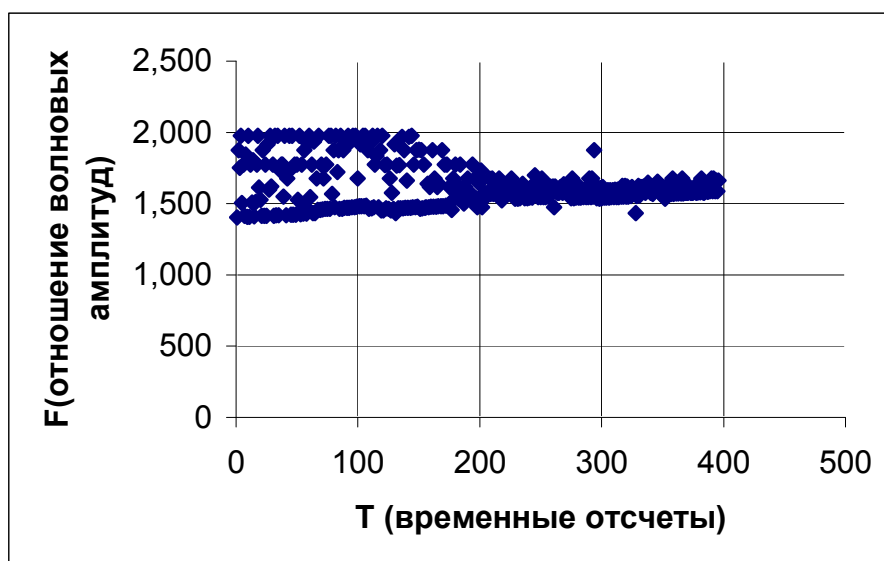


Рис.1. Динамика эволюции уровней равновесия рынка Forex.

Каковы причины подобного поведения графика? Одна из наиболее вероятных – установление “правил игры” на рынке Forex в соответствии с правилами, которых придерживается большинство игроков. Наиболее популярные литературные и электронные издания в последние 10 лет по Forex, включая учебные пособия, интенсивно проповедовали определенные закономерности рынка – и эти закономерности “верифицировались”. Ряд закономерностей рынка стали (в последние 5 лет) именно такими, какими видели их теоретики рынка. По-видимому, серьезную роль в этом сыграл Internet, предоставивший возможность электронных торгов в режиме On-Line.

Были ли рассматриваемые закономерности внутренне присущи рынку на ранних стадиях или они привнесены субъектами рынка и в конце концов за счет массового информационного воздействия на игроков превратились в закономерности – и то и другое вряд ли возможно аргументированно доказать. Однако, похоже, при условии правомерности полученных оценок и правомочности трактовки приведенного графика, некоторые закономерности рынка Forex стали реализовываться гораздо жестче.

Литература

1. Билл Вильямс. Торговый хаос. ИК Аналитика. - М. – 2000.
2. Эрлих А. Технический анализ товарных и финансовых рынков: Изд. «Инфра» – М.: 1996.

Соловьев В. И., Проскурко, В. И.

ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ АРХИВОВ ПЛАНОВ СТРОЕНИЙ.

В статье рассматриваются вопросы (проблемы) автоматизации работы бюро технической инвентаризации. Обобщен практический опыт разработки и эксплуатации системы автоматизации бюро технической инвентаризации. Приведено описание основных компонентов системы автоматизации бюро технической инвентаризации.

Одной из трудно разрешимых современных задач автоматизации делопроизводства бюро технической инвентаризации (БТИ) является на сегодняшний день проблема создания электронных архивов с планами строений. Программно-аппаратные комплексы, реализующие подобные задачи, функционируют в ряде крупных БТИ в России и Украине. Однако их реальная эффективность, с точки зрения технико-экономических характеристик, весьма низкая.

Интересно, что эта задача ставилась и решалась с конца 80-х годов прошлого столетия еще в СССР целым рядом научно-исследовательских институтов. Но фактически она не нашла своего практического решения и на сегодняшний день.

Основные моменты, определяющие сложность проблемы, следующие. Необходимо обеспечить ввод в электронном виде плана строения в соответствии с требуемым масштабом. При этом объем информации, который занимают данные, должен быть приемлемым не только с точки зрения хранения, но и передачи данных по Internet. Кроме того, система электронного черчения должна превосходить по скорости ручную работу. Наконец, есть ограничения по стоимости этой системы – среднестатистическое БТИ, которое может приобрести эту систему, вряд ли заплатит за нее больше чем 1500-2000 долларов США. В то же время малые районные БТИ не имеют и этой возможности – в лучшем случае оплата в рассрочку на несколько лет.

Эти требования общего характера позволяют на сегодняшний день сформулировать их в рамках конкретных числовых величин. Так, для эффективного доступа по Internet к среднестатистическому электронному плану строения он должен занимать место в памяти компьютера – не более нескольких килобайт. Средняя ежедневная нагрузка по заявкам БТИ для полумиллионного города – порядка 150 – 200 заявок от физических и юридических лиц. С учетом штата сотрудников в БТИ, занимающихся вычерчиванием планов строений, время, затрачиваемое на вычерчивание одного среднестатистического плана, – не более 10 минут. Обязательна система расчета площадей электронного плана строения.

Ограничения по емкости информации для среднестатистического плана строения (трех- четырехкомнатной квартиры) фактически не позволяет эффективное использование различных графических конструкторских пакетов для этих целей типа AutoCAD, AllPlane и других. Вследствие своего универсализма они потенциально не могут обеспечить требуемую информационную емкость электронного чертежа (как правило, сотни килобайт в лучшем случае). И действительно, многочисленная практика использования универсальных конструкторских пакетов показала сложность их использования для целей электронных архивов БТИ. Здесь также необходимо отметить требования использования лицензионного программного продукта (по крайней мере на сегодняшний день) – стоимость этих пакетов в ряде случаев – десятки тысяч долларов США. Наконец, для реализации автоматизированных запросов к электронному архиву (в частности по Inter-

pet) данные этого архива должны быть тщательно структурированы. Сделать это в рамках универсальных пакетов весьма сложно.

Фактически единственным способом, позволяющим удовлетворить достаточно жесткие условия является разработка специализированного программного средства для построения электронных планов строений в задачах БТИ. В рамках поставленной задачи в последние два года была разработана специализированная система построения электронных планов строений для БТИ – PlanBuilder.

Основные характеристики разработанной системы следующие – электронный план строения одной квартиры занимает емкость памяти порядка 1-1,5 кбайт. Скорость построения среднестатистического плана строения – в среднем 3-10 минут.

Важно отметить следующее. Чертежи планов строений, с точки зрения требований стандартов, имеют фактически такие же стандарты вычерчивания, как, скажем, чертежи промышленных изделий. В то же время реализация подобных строгих правил стандартов на практике для структур БТИ чрезвычайно сильно затруднила бы работу по планам строений с технической точки зрения. Использование строгих норм стандартов требует значительных временных затрат при вычерчивании плана строения в БТИ. Это привело бы к существенному увеличению стоимости услуг по оформлению юридических документов в БТИ. На практике процесс вычерчивания плана строения, как правило, не удовлетворяет строгим нормам стандарта (достаточно посмотреть технические паспорта на квартиры – а это конечный документ для заказчика). Ясно, что система автоматизации этого процесса не может обойти этот момент при своей реализации, поскольку введение всех ограничений в соответствии с требованиями стандартов серьезно усложнит работу специалистов и в электронном варианте.

Таким образом, специализированная программная система построения электронных планов строений для БТИ должна, с одной стороны, удовлетворять строгим требованиям стандартов с точки зрения возможности построений, а с другой – предоставлять свободу специалисту для обеспечения высокой скорости черчения. Фактически эти противоречивые, трудно совместимые требования и являются препятствием при создании эффективной системы электронного черчения в БТИ. Для того чтобы удовлетворить эти противоречивые требования, система программного обеспечения, реализующая задачи создания электронных планов строений для задач БТИ, должна быть достаточно “интеллектуальной”.

Для иллюстрации на рис.1. приведен типичный образец плана строения реализованного в рамках системы PlanBuilder. Этот рисунок характеризует ряд практических моментов построения планов строений в БТИ.

Рассмотрим реализацию одной из важных задач электронных планов строений – автоматический расчет площадей строения. Эта задача разбивается на две. Первая – расчет площадей, составляющих компонентов плана строения с целью проверки соответствия реального чертежа и истинных размеров. Это необходимо по ряду причин. Во-первых, соотношение разрешения экрана дисплея, используемого на практике, и масштаба чертежа (порядка 1:100) не позволяет провести линии чертежа в ряде случаев с требуемой точностью.

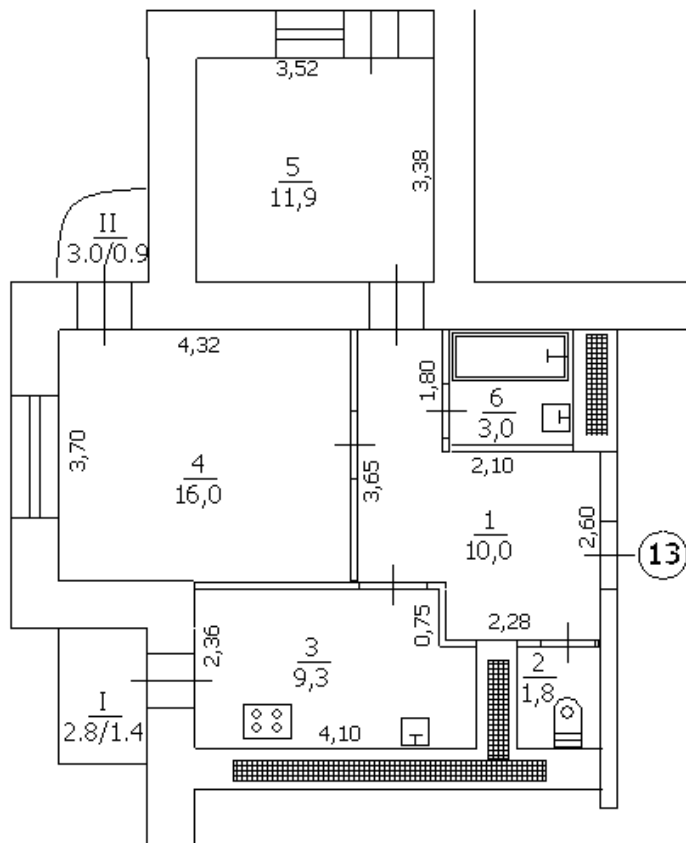


Рис.1. План строения

Во-вторых, чертеж, ввиду требований скорости, может существенно отклоняться от истинных размеров, что не очень желательно. Практически единственным способом произвести оценку соответствия является расчет площадей компонентов плана строения непосредственно по графическому плану и сравнение их с рассчитываемыми вручную (либо с точным автоматическим расчетом по строгим размерам). Очевидным способом расчета по визуальному изображению является подсчет количества графических точек, попавших внутрь части плана. Выделение для рассмотрения конкретной площади является непростой задачей. Это связано с наличием на плане строения объектов типа газовая плита, двери и ряда других, не имеющих отношения к площади составляющих плана строения. Кроме того, в практической задаче при вычерчивании электронного плана не представляется возможным точно состыковать различные объекты (с точностью до пикселей разрешения дисплея). В то же время требования к абсолютной точности расчета площади весьма высоки – площадь рассчитывается с точностью до 0,1 квадратных метра. Это эквивалентно относительной точности расчета порядка десять в минус четвертой степени. При рассматриваемом подходе для достижения такой точности расчета по графическому изображению приходится осуществлять программным путем виртуальную автоматическую коррекцию чертежа. На таком методическом (весьма изощренном пути) удалось достичь требуемой точности расчета.

Данная часть программной системы используется для оценки соответствия чертежа исходным размерам. Практический критерий при работе специалиста следующий – если машинный расчет по построенному электронному чертежу и расчет по измеренным данным (вручную или строгим машинным способом)

отличаются не более чем на 0,1-0,2 квадратных метра – электронный чертеж реализован в соответствии с размерами.

Вторая часть задачи расчета площадей составляющих электронного плана строения – строгий математический расчет в соответствии с размерами. Эта задача весьма громоздка в реализации и требует большого упорства и последовательности от разработчиков. Она связана с анализом базовых линий, из которых построен электронный план строения, компоновки объектов для расчета площадей в аналитически описанной форме и последующем расчете. Фактически на сегодняшний день эту задачу невозможно реализовать последовательно математически корректно, с учетом технологических особенностей измерения планов строения. Дело в том, что технология измерений, реализуемая сотрудниками БТИ с помощью рулетки (без измерения углов), предусматривает ряд не вполне корректных математических (однако практически эффективных) процедур. Так, например, при измерении четырехсторонней комнаты без прямых углов измеряются длины сторон четырехугольника и длины диагоналей. Реальная погрешность измерения – 2-3 см.

Понятно, что в дальнейшем, как при построении плана строения, так и при подсчете площадей по измеренным значениям, не существует никакой строгой методики для согласования несовместимых геометрических величин. Более того, иногда на чертеже возможно наличие этих геометрических несоответствий. Дело в том, что эти несоответствия не мешают вычерчиванию плана. В этих условиях задача расчета площадей по размерам не может носить чисто расчетный характер. В случае, если программа сталкивается с подобным несоответствием, она вынуждена обращаться к графической части чертежа для определения необходимых размеров по электронному плану строения. Таким образом, на сегодняшний день эта часть “строгого расчета площади” также носит полуэвристический характер. Однако при этом, как показывает практика, существенно снижается вероятность ошибки расчета.

Опыт разработки этой системы, которая промышленно внедрена и эксплуатируется на нескольких БТИ Украины, показывает основные моменты, препятствующие разработке подобных систем. Изогренность разработанной системы и время, затраченное на эту разработку, не соответствует внешнему проявлению сложности задачи. В то же время без учета ряда существенных тонкостей, описанных выше, задача с точки зрения практического применения теряет смысл. А ведь с практической точки зрения, всего-то надо начертить чертеж, запомнить и рассчитать площади составляющих его компонентов.

Литература

1. Материалы журнала “Компьютерра”, (<http://www.computerra.ru>).

УДК 330.47.65.012

Петров А. С., Соловьев В. И.

ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ ФИНАНСОВОЙ И АДМИНИСТРАТИВНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Рассматриваются вопросы (проблемы) автоматизации работы и защиты информации в системах финансовой и административно-хозяйственной деятельности высших учебных заведений. Выражается сомнение в возможности решения в ближайшее время социальных вопросов, препятствующих внедрению этих систем.

Процесс компьютерной автоматизации финансово-хозяйственной и административной деятельности высших учебных заведений носит на сегодняшний день противоречивый характер. С одной стороны, потребность в автоматизации материального, финансового учета и административно-хозяйственной деятельности высока ввиду большого объема операций, которые требуют строгого учета и регистрации. С другой стороны, поскольку предприятия системы высшего образования представляют преимущественно государственную форму собственности, им присущи все проблемы автоматизации государственных предприятий, причем в большей степени.

При решении вопросов автоматизации учета движения материальных, финансовых средств в высших учебных заведениях, кадрового, управленческого учета, компьютерной автоматизации начисления заработной платы возможны два существенно разных в организационном плане пути разработки и сопровождения этих систем. В высших учебных заведениях часто системы автоматизации разрабатываются и сопровождаются профессорско-преподавательским составом и студентами вуза. Другой путь – привлечение профессиональных разработчиков систем подобного рода со стороны. И тот и другой организационный подход имеет свои плюсы и минусы, однако обоим свойственен хронический недостаток социального плана – низкая заработная оплата в высших учебных заведениях материально ответственных лиц, сотрудников бухгалтерий и рядовых сотрудников административно-хозяйственного аппарата.

При разработке систем автоматизации силами профессорско-преподавательского состава экономятся значительные средства при разработке и сопровождении систем. Однако промышленные системы автоматизации в сфере системы образования представляют собой серьезные системы. Практика подобной схемы разработки свидетельствует о серьезных проблемах при сопровождении таких систем. Кроме того, какой бы высокой квалификацией ни обладали разработчики-преподаватели, уровень разработанных подобным образом систем значительно уступает промышленным системам типа 1С, Парус, Галактика и т.п. Наконец, физическое лицо как разработчик, естественно, менее надежен, чем предприятие.

Привлечение профессиональных разработчиков для внедрения и сопровождения этих систем наталкивается, как правило, на непреодолимые социальные и финансовые проблемы. На сегодняшний день, программист на предприятии-разработчике программного обеспечения областного масштаба получает, как минимум 300-400 долларов США в месяц. Один час работы специалиста 1С, Парус, Галактика и др. при почасовом сопровождении оценивается от 20 EUR, с учетом времени проезда от офиса предприятия до места работы и обратно (и это минимум). Областные города Украины (и тем более в России) вышли на европейские расценки в этой области.

Стоимость систем сопровождения бизнес-процессов на промышленных предприятиях среднего и большого масштабов в Украине измеряется сотнями тысяч гривен (без учета внедрения). К тому же при сопровождении этих систем фирмы-разработчики исходят из следующей “арифметики” – стоимость сопровождения системы составляет 20-30% годовых от стоимости внедренной разработки ежегодно. Очевидно, что при относительно незначительных средствах, которые предприятия системы высшего образования могут выделить на автоматизацию, внедрение промышленных систем, разработанных профессионалами, затруднительно. Еще больше масла в огонь подливает социальный фактор, связанный с низкой заработной платой сотрудников бухгалтерий высших учебных заведений. Из чисто психологических мотивов редкий главный бухгалтер и руководитель университета пожелает платить требуемые суммы.

Необходимо отметить, что по чисто технической сложности ряд задач, в частности, материального учета в системе высших учебных заведений, часто

превосходит аналогичные задачи для среднего производственного предприятия. Так, например, в высшем учебном заведении масштаба университета, как правило, более ста материально ответственных лиц, которые в соответствии с требованиями законодательства должны вести весьма строгий покомпонентный учет материальных ценностей во взаимодействии с бухгалтерией. При автоматизации – это порядка ста сетевых рабочих мест для материального учета (конечно же, на это никто не пойдет). А это уже весьма серьезно даже для больших предприятий. Учитывая минимальную заработную плату материально ответственных сотрудников внедрение систем автоматизации этой сферы достаточно проблематично. Практически все задачи автоматизации финансово-хозяйственной и административно-управленческой деятельности высшего учебного заведения носят сетевой, комплексный характер.

Характерным примером, отражающим практические трудности задач комплексной автоматизации высших учебных заведений, является задача диспетчеризации расписания занятий. Трудно найти кафедру по информационным технологиям в любом высшем учебном заведении, на которой из года в год студенты младших курсов не разрабатывают программы автоматизации расписания занятий. Но, увы, практически ни в одном вузе при составлении расписания занятий и диспетчеризации не используются программные продукты. И дело, конечно, не в отсутствии профессионализма разработчиков программного обеспечения. Реально полезная задача расписаний содержит массу трудноформализуемых факторов, учет которых при разработке системы требует большой кропотливой работы, в первую очередь с сотрудниками диспетчерской. Эта работа не для совместителей-преподавателей, и тем более не для студентов, – не говоря уже о сопровождении такой системы при условии ее внедрения. Разработка эффективной системы подобного плана возможна лишь при длительной кропотливой совместной работе разработчиков-профессионалов и специалистов диспетчеризации расписания. А они не так-то просто состыкуются между собой.

Аналогичные проблемы присутствуют при рассмотрении практически любой конкретной задачи автоматизации информационной части технологического процесса. Не зря профессиональные фирмы-разработчики программного обеспечения столь высоко в финансовом плане оценивают свои системы и их сопровождение. Внедрение подобных систем – вещь сложная и длительная во времени. Анализ опыта крупных внедренческих предприятий-разработчиков программного обеспечения показывает, что для производственного предприятия средней величины время внедрения – порядка 1-1,5 года.

Весьма специфичны проблемы защиты информации в рассматриваемых системах. В силу законодательных отраслевых требований эти системы не должны быть связаны с внешними сетями. Таким образом, практически исчезают проблемы защиты от несанкционированного доступа в сетях. Однако и этот вопрос рассматривается весьма редко, возникает ряд специфических моментов, требующих специальных мер по защите информации в сетевых базах данных.

Рассмотрим конкретный пример. При бумажном документообороте технические ошибки, неизбежные в работе любого специалиста, после их выявления корректируются и исправляются по всей технологической цепочке предприятия. Процесс сопровождается различными сопутствующими документами (докладные, служебные записки и прочее...). При электронном учете в сетевых базах данных возникает специфичный момент, не свойственный бумажной технологии документооборота. Специалист в случае обнаружения ошибки в электронном документе, которая допущена им самим, имеет возможность ее исправить, часто через значительный промежуток времени. При этом практика показала, что в большинстве случаев он имеет желание сделать это без уведомления своего начальства о допущенной ошибке. Это может не привести ни к каким последствиям. Но часто сетевой электронный документ уже прошел технологическую це-

почку, для которой ошибка была входным параметром. При этом не всегда процесс электронной обработки носит чисто автоматический формальный характер. Реальные задачи трудно формализуемы. В процессе принятия решений на различных технологических цепочках участвует человек. Важно при этом, что невозможно после ввода и редактирования данных просто внести запрет на их редактирование. Ибо тогда каждый шаг специалиста при необходимости коррекции выявленных ошибок требовал бы фактически санкции руководителя, аналогичной периоду бумажного документооборота, – причем еще в худшей редакции. С другой стороны, при сетевой работе с электронными документами сложно чисто методически определить момент окончания работы с документом. Кроме того, коррекция данных в течение определенного периода времени бывает необходима и по технологическим причинам.

Понятно, что подобная несанкционированная коррекция может привести к серьезным последствиям. Какова практика защиты информации баз данных от подобной несанкционированной коррекции? Здесь существует два подхода. Первый – так называемое “закрытие периода”. По истечении определенного периода времени, который определяется руководителями подразделений, база данных или ее фрагменты закрываются на доступ для редактирования всем, кроме лиц, доступ которых регламентирован системой паролей. Второй – в системе предусматривается обязательный контроль с ведением журнала событий, в котором регистрируются все изменения в системе с регистрацией рабочего места, пароля пользователя, который внес изменения, и момента времени любых изменений в системе.

В этом случае любое изменение не может остаться незамеченным, но требуется постоянный контроль в системе, что при большом объеме операций весьма затруднительно. На практике используются оба метода вместе. Дело в том, что история базы данных, в особенности за прошедшие отчетные периоды, весьма критична к редактированию.

Данной проблематике защиты сетевых баз данных от несанкционированного редактирования при коррекции ошибок уделяется очень мало внимания в специализированных изданиях. На самом деле практика эксплуатации сетевых систем автоматизации документооборота показывает, что без специальных мер защиты информации в подобных системах они становятся практически неработоспособными.

Что бывает в системах, не имеющих специальных мер защиты информации от несанкционированного исправления и коррекции ошибок специалистов-пользователей? Работа с этими системами превращается в сущий ад, как для пользователей систем, так и для разработчиков, осуществляющих сопровождение системы. Разработчики практически непрерывно находятся на предприятии и занимаются в основном поиском и коррекцией (уже санкционированной всеми) ошибок пользователей в технологических цепочках сетевых систем.

Очень часто даже в больших системах подобные меры защиты информации не предусматриваются, что весьма негативно сказывается на эффективности этих систем.

Число ошибок пользователей, как показывает практика, существенно зависит от уровня заработной платы. В системе высших учебных заведений с минимальными окладами, регламентированными законодательством, любое функционирование сколько-нибудь развитой системы автоматизации в существенной мере связано с непрерывным процессом исправления и коррекции ошибок пользователей. Этим, в основном, и занимаются разработчики систем автоматизации (как профессиональные, так и представители преподавательского состава). Ситуация существенно усугубляется высокой текучестью кадров вследствие низкой заработной платы. Там, где эти системы функционируют в том или ином

виде, они, фактически существуют благодаря энтузиазму и деятельному интересу и участию руководства предприятий.

Рассмотренный выше социальный фактор, обусловленный низким уровнем заработной платы, является основным препятствием на пути внедрения эффективных комплексных систем компьютерной автоматизации на предприятиях системы высшего образования. Этот фактор практически не свойственен частным и хозрасчетным предприятиям, где уровень заработной платы зависит от эффективности и качества работы. Истина тривиальна, но вряд ли ее знание поможет решить проблемы комплексной автоматизации делопроизводства в системе высших учебных заведений.

Литература

1. Материалы журнала "Компьютерра", (<http://www.computerra.ru>).

УДК

Хорьков М.П.

СИСТЕМА КОДИРОВАНИЯ ЛОГИЧЕСКОГО СМЫСЛА ОБРАЗНЫХ ФОРМ ДУХОВНОГО ЭПОСА

Образные формы духовного эпоса являются некоторой частью системы образов, которая, в свою очередь, определяется доминирующим в цивилизации мировоззрением (системой взглядов на все сущее).

В соответствии с естественным (Божественным) распределением доминирующие системы взглядов разделяются на три типа: ВЕЩЕСТВЕННЫЙ, ПРАВИ и ДУХА. Эти системы взглядов и соответствующие им образы частично не пересекаются. «Что русскому - хорошо, то немцу - смерть».

Отсутствие, «взаимного непересечения» в разных доминирующих системах части взглядов порождает непонимание, непонимание-страх, а страх-агрессию и, соответственно, борьбу между центрами управления цивилизациями.

Россия, в широком смысле этого слова, не страна, и даже не империя, а ЦИВИЛИЗАЦИЯ с доминирующим типом мировоззрения ПРАВИ.

Каждое мировоззрение порождает свойственную ему систему взглядов и, соответственно, тип духовного эпоса, разные сказки на Западе, в России и на Востоке. Однако система кодирования, принятая для раскрытия смысла духовных сказаний, единая. «Сказка – ложь (образная форма подачи), да в ней намек (абстрактно-логический смысл), добрым молодцам (действующим в социуме системам) урок».

Совершенно очевидно, что знание этой системы кодирования является методологическим знанием общечеловеческого масштаба, поскольку его применение порождает новые знания скрытого смысла духовных сказаний, сказок, былин и притч (в том числе библейских). Это знания божественных пророчеств и духовных законов.

Следует, однако, различать духовный эпос от душевных сказок, которые не имеют скрытого абстрактно-логического смысла, а только в образных формах дают людям нравственные стереотипы поведения. Важно также выявлять смысл духовных сказаний на неискаженных текстах. В этом плане прекрасно вскрывается смысл сказок пророка – Пушкина.

Вот, например, известный текст присказки к поэме (сказанию) «Руслан и Людмила».

«У Лукоморья дуб зеленый, золотая цепь на дубе том. И днем и ночью кот ученый все ходит по цепи кругом. Идет направо – песнь заводит, налево – сказку говорит».

Перевод:

У границы образного информационного пространства стоит цветущая Держава. На ней божественная цепь Времени, по которой постоянно движется Всевышний. При его движении направо (работает левое абстрактно-логическое полушарие мозга) идет передача образной информации в абстрактно-логической форме. При движении налево (работа правого, образного полушария) – идет передача абстрактно-логической информации в образной (сказочной) форме.

Вот, например, известный библейский сюжет о том, как Спаситель накормил тысячи человек пятью хлебами и пятью рыбами. Если знать, что «рыба» – это знания в образной форме, а «хлеб» – это знания в абстрактно-логической форме, то становится понятным, что знанием легко было «накормить» хоть сто тысяч человек. При этом осталось двенадцать коробов того и этого (непонятых знаний).

К настоящему времени, с Божьей помощью, удалось на начальной стадии разработать систему кодирования Ведических сказаний в степени, достаточной для вскрытия логического смысла (намёка) сказки В.П. Ершова «Конек - Горбунок», всех сказок А.С.Пушкина и, главное, его поэмы «Руслан и Людмила», в которой, как и в «Коньке - Горбунке», показаны будущие пути развития России.

Единство системы кодирования всех трех типов мировоззрения очевидным образом подтверждает Всемирный мировоззренческий характер Священного Ведического учения, включающего в себя системы взглядов всех известных мировых конфессий, ибо иерархия не является категорией подчиненности, а есть категория вложенности – это непреложный системный закон.

Особо следует сказать о чрезвычайной важности духовного эпоса для воспитания сильного духом поколения. В каждом пришедшем в наш Мир человеческом сознании уже имеются основы присущей ему системы взглядов (некая основа многомерной образной духовной матрицы), которая открывается и начинает работать при воздействии ключевых слов, ключевых сюжетов и образов древней символики.

Читайте детям сказки, и с открытием у человека собственных основ мировоззрения все последующие попытки навязать ему чуждые его собственным основам системы взглядов, чем упорно занимаются западные СМИ, будут пустыми хлопотами.

Одновременно, по реакции на сказки и сказания разных мировоззрений, можно судить о том, какой у данного конкретного человека тип мировоззрения.

В каждом обществе присутствуют представители всех трех типов мировоззрения, однако один из них очевидным образом доминирует. Это определяет судьбу и организацию жизни всей соответствующей доминанте цивилизации.

Началась Великая Отечественная война, и с ее началом для власти стало очевидно, что образные формы марксизма несостоятельны для подъема духовных сил общества. Что делать? Пришлось обратиться к Ведическим образам.

Кино – главное тогда идеологическое средство воздействия. Вот и появились фильмы «Иван – крестьянский сын», «Александр Невский» и «Илья Муромец». Из кабинета Сталина исчезли портреты К. Маркса и Ф. Энгельса. Их место заняли портреты А. Суворова и М. Кутузова.

Лозунг «Пролетарии всех стран, соединяйтесь!» в газете «Правда» был заменен на «Смерть немецким оккупантам!». Именно «немецким», а не «фашистским», поскольку противник на духовном плане был мировоззренческого, а не идеологического уровня.

Вся «просвещенная» Европа шла «крестовым походом» против цивилизации ПРАВИ, и даже вынужденные союзники США и Англия уже в 1945 году были готовы ударить в спину победившей Красной Армии (план «Невозможное»).

В этом мировоззренческом системном противоречии заключен смысл современного страха и неприязни Евросоюза к России, а также противоречия внутри населения Украины между ее Западной (Вещественной) и Восточной (ПРАВИ) частями.

В своем стихотворении «Клеветникам России» А.С. Пушкин пророчески обратился к нынешнему руководству Евросоюза.

В любой оценке политической деятельности и истинных причин противоречий, движущих общественными силами различных государств, следует исходить, прежде всего, из понимания типа доминирующих в этих обществах систем взглядов.

Уже одно только понимание самого наличия разных духовных мировоззренческих основ в значительной степени снижает появляющийся именно в результате непонимания страх и уменьшает стремление разрешать противоречия на силовых приоритетах управления.

УДК 004.451.7

Маклаков Г.Ю.

О НЕКОТОРЫХ ПРИНЦИПАХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Проблема совершенствования подготовки специалистов в области информационной безопасности является многоплановой. Успешно решить её возможно только комплексно, на основе системного подхода. При разработке учебных планов и программ необходимо учитывать не только правовые вопросы информационной безопасности, но и социально-психологические и медицинские аспекты информационных технологий.

Процесс совершенствования обучения в учебно-методическом направлении должен предусматривать решение следующих задач: формирование правовой культуры в области информационных технологий путем корректировка существующих учебных программ и введение новых учебных дисциплин, отражающих социально-психологические и медицинские аспекты информационных технологий.

В настоящее время целесообразно дополнить учебные программы подготовки специалистов в области информационной безопасности дисциплинами по нормативно-правовой базе информационных технологий и по стратегии и тактике информационной войны. Как показали социологические исследования [1] не только студенты, но и специалисты, занимающиеся вопросами защиты информации весьма слабо ориентируются в нормативно-правовой базе по информационной безопасности (исследования проводились в рамках гранта, предоставленного Центром по изучению транснациональной преступности и коррупции при Американском университете, г. Вашингтон). Так, например, тестирование студентов очного отделения специальности «Компьютерные системы и сети» одного из ВУЗов Севастополя показало, что менее 2 % студентов знакомы с нормами ответственности за совершение компьютерных преступлений (тестировались студенты 3 и 4 курса, объем выборки 120 человек) [1].

Главное в направлении совершенствования подготовки специалистов в области информационной безопасности – усиление разделов подготовки студе-

нтов по нормативно-правовой базе в области информационной безопасности. Такой подход предлагается реализовать следующим образом.

На первом курсе для студентов всех специальностей вводится дисциплина «Правовые основы компьютерной деятельности» (название условное). Цель изучения дисциплины: ознакомить студентов с правовыми аспектами эксплуатации вычислительной техники, показать неотвратимость наказания за совершение компьютерных преступлений. В процессе изучения дисциплины студенты должны познакомиться с основными положениями Закона Украины «Об авторском праве и смежных правах», Закона Украины «Об информации» и разделом 16 «Преступления в сфере использования электронно-вычислительных машин (компьютеров), систем и компьютерных сетей» Уголовного Кодекса Украины. Ориентировочный объем дисциплины 8 -12 часов. Возможно изучение этой дисциплины путем включения ее разделов в дисциплину «Введение в специальность».

Введение дисциплины «Правовые основы компьютерной деятельности» представляется целесообразным не только для специалистов по информационной безопасности, но и во все учебные заведения, занимающиеся подготовкой специалистов по компьютерным наукам.

В учебные планы подготовки специалистов по защите информации предлагается ввести дисциплину: «Расследование компьютерных инцидентов». Цели дисциплины: ознакомление студентов с используемыми правоохранительными органами методами предотвращения и пресечения попыток неправомерного доступа к компьютерной информации, составляющей коммерческую (служебную) тайну, а также существующими подходами к расследованию компьютерных преступлений. Основное содержание дисциплины:

Раздел 1. Понятие и классификация компьютерных преступлений (КП). Возможные последствия несанкционированного доступа к критически важной информации. Неизбежность КП как следствие невозможности создания абсолютной защиты. Основные стадии КП (подготовка, развитие, скрытие следов).

Раздел 2. Деятельность хакеров. Социальный состав хакеров. Цели и методы их деятельности. Возможные последствия. Некоторые мифы и суеверия о хакерах. Типичные атаки хакеров. Понятие о социальной инженерии.

Раздел 3. Основные предпосылки для возникновения КП. Принципы формирования службы безопасности. Работа с персоналом. Уязвимости в программном обеспечении. Наличие скрытых уязвимостей в используемых программных средствах вследствие использования пиратского ПО.

Раздел 4. Расследование КП на Украине и за рубежом. Компетентные государственные органы, осуществляющие расследование на Украине. Управление «К» МВД и ФСБ Российской Федерации. Секретная служба Министерства финансов США. ФБР США. Интерпол. Международное взаимодействие в расследовании КП. Доказательственное значение материалов, полученных из-за границы. Типичные ошибки при сборе информации за рубежом.

Раздел 5. Действия в случае возникновения КП. Неотложные действия. Рекомендации NIPС США и их адаптация к условиям Украины. Взаимодействие с государственными и негосударственными органами. Выявление и устранение предпосылок, способствовавших возникновению КП.

Раздел 6. Действия после обращения в государственные органы. Взаимодействие с правоохранительными органами в ходе расследования. Возбуждение уголовного дела и получение статуса потерпевшего. Оценка нанесенного злоумышленником ущерба с учетом морального вреда и упущенной выгоды организации. Сбор доказательств преступной деятельности злоумышленника. Недопустимость применения незаконных методов сбора доказательств. Различия меж-

ду служебным расследованием в рамках организации и оперативно-розыскной деятельностью.

Раздел 7. Изъятие и исследование компьютерной техники и носителей информации. Правовые основы для изъятия и исследования компьютерной техники. Основные принципы изъятия имущества в ходе расследования уголовного дела (обыск, выемка, осмотр, добровольная выдача) и в административном порядке (осмотр). Методика изъятия компьютерной техники и носителей информации. Обеспечение доказательственного значения изъятых материалов. Методика исследования компьютерной техники.

Компьютерные преступления является одним из способов ведения информационной войны с целью идеологического и психологического влияния на сознание отдельного индивида, социальных групп, разжигания этнической и религиозной вражды. Поэтому при подготовке специалистов в области защиты информации необходимо включать вопросы, связанные методологическими принципами ведения информационных операций. Специалист по защите информации обязан знать стратегию и тактику ведения информационной войны, поражающие факторы информационного оружия и приемы противодействия информационным операциям. Представляется целесообразным в учебные планы подготовки специалистов в области информационной безопасности ввести дисциплину «Информационно - психологическая безопасность информационных технологий». В дисциплину входят так же вопросы, связанные с собственными исследованиями автора в области медико-биологических аспектов информационной безопасности [2 - 5]. В дисциплине предлагается изучение следующих тем [6, 7]:

Тема 1. Информатизация общества и проблема защиты информации (ретроспективный анализ подходов к формированию множества угроз информации; информационная война: методологические основания; модель и принципы информационной войны; информационное пространство и общественное мнение, как объект воздействия).

Тема 2. Правовые основы информационной безопасности (правовое обеспечение информационной безопасности по защите прав и интересов личности, общества и государства; определение и содержание понятия угрозы информации в современных системах ее обработки; концепция национальной безопасности Украины; нормативно- правовые акты Украины; понятие об информационной безопасности человека, общества, государства).

Тема 3. Защита информации в биологических системах (информационная война как целенаправленное информационное воздействие информационных систем на человека; приемы информационного воздействия; общие принципы защиты информации в биологических системах).

Тема 4. Гомеостаз биосистемы (понятие об иерархической структуре системы управления психофизиологическими функциями человека; методы оценки стабильности управления; модель Парина - Баевского оценки устойчивости управления биосистемой; методы вариационной пульсометрии и реографии; энтропийно - информационные методы; ортогональные латинские квадраты и возможности их использования для выявления факторов информационного воздействия на человека).

Некоторые разделы дисциплины были апробированы в Севастопольском национальном техническом университете при подготовке бакалавров и магистров по специальности «Компьютерные системы и сети». С 2001 года часть разделов включена в дисциплину «Основы вычислительной техники» для аспирантов I года обучения всех специальностей [6].

Литература

1. Маклаков Г.Ю. Научно-методологические аспекты подготовки специалистов в области информационной безопасности // Computer Crime Research Center, <http://www.crime-research.ru/articles/Maklakov0105/> 28.01.05;
2. Маклаков Г.Ю. Метод объективизации информационных возмущающих воздействий на сложную биосистему. В кн.: Материалы II Международной научно-практической конференции "Проблемы квантовой медицины в Украине и за рубежом". 22-25 октября 1997г.- НИЦ квантовой медицины "Відгук" Министерства здравоохранения Украины. Донецк. 1997г. С.46-47;
3. Маклаков Г.Ю. Метод стабилизации психоэмоционального состояния человека при деструктивных информационных воздействиях. В кн.: «Научная сессия МИФИ-2001». VII Всероссийская научно-практическая конференция «Проблемы информационной безопасности в системе высшей школы». Сборник научн.тр. М.МИФИ, 2001. С.63-64;
4. Маклаков Г.Ю. Методологические принципы исследования информационного воздействия на человека. В кн.: Інформаційні технології та безпека. Збірка наукових праць. Національна академія наук України. Інститут проблем реєстрації інформації. Вип. 2. Київ. 2002.- С. 40-42;
5. Маклаков Г.Ю. Метод исследования информационного воздействия на человека. В кн.: Сборник научн. трудов научно-практической конференции с международным участием «Информационная безопасность». Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2002.- С.194-195;
6. Маклаков Г.Ю. Система подготовки специалистов по компьютерной инженерии в области информационной безопасности. // Информационные технологии и безопасность. Материалы научно-практической конференции 9-11 октября 2001. Партенит. Украинский дом экономических и научно-технических знаний. - К.: - 2001. С.43-46;
7. Маклаков Г.Ю. Методологические принципы организации инженерного образования на основе концепции информационной безопасности. Труды Таганрогского государственного радиотехнического университета, № 4, 2003 г. С.380-382.

УДК 37.018.432:004

Маклакова Г.Г., Кожаев Е.А.

ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРЫ МОБИЛЬНЫХ ПОРТАТИВНЫХ ТЕРМИНАЛОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Рассмотрены принципы построения мобильных портативных терминалов для системы дистанционного образования на базе современных микроконтроллеров. Показано, что наиболее перспективным подходом к построению таких аппаратно-программных комплексов является использование в качестве управляющего процессора – PIC-микроконтроллеров, в качестве внешней памяти – Flash-памяти, в качестве устройства визуализации – сенсорного жидкокристаллического индикатора.

В настоящее время во всем мире все большее распространение получает дистанционное обучение (ДО). Сегодня уже более 85% университетов США предлагают онлайн-курсы, а 2006 году, по прогнозам IDC, 5 млн. американских студентов будут обучаться дистанционно, при этом бюджеты e-Learning проектов в вузах США к 2005 году достигнут \$12 млрд. [1]. Gartner Inc. прогнозирует в 2005 году достижение общемирового e-Learning рынка показателей в \$33,6 млрд.[1]. Широкое внедрение ДО на Украине сдерживается трудностями обеспечения высокой скорости передачи информации по телекоммуникационным каналам, особенно если передается мультимедийная информация.

В классической схеме организации ДО (технология «клиент-сервер») предполагается в качестве терминала учащегося использовать достаточно мощный компьютер. Например, Хортон У. [1] рекомендует использовать персональный компьютер с процессором не ниже класса PENTIUM III. Эти требования совершенно справедливы, если требуется реализовать ДО в полном объеме. В

некоторых случаях частичным решением проблемы широкого внедрения ДО будет использование специализированных аппаратно-программных комплексов, которые могут играть роль терминалов учащегося.

Основная особенность таких устройств – возможность реализации ДО в режиме «квази» офф-лайн. Такой термин означает, что информация из традиционного терминала («клиент») переписывается в память портативного терминала, который далее работает в автономном режиме. Таким образом, предполагается, что имеется хотя бы один стандартный терминал на группу учащихся, полностью удовлетворяющий требованиям ДО. Пользователи, не имеющие быстрого доступа к системе ДО, подключаются временно к исходному терминалу, с которого и переписывают всю необходимую информацию. Далее обучение осуществляется в индивидуальном режиме офф-лайн. После отработки обучаемым порции информации в соответствии со сценарием ДО, портативное устройство подключается к традиционному терминалу ДО для получения следующей порции информации и пересылки обработанной информации тьютору. Следует отметить, что такое устройство может длительно работать в качестве своеобразной электронной мультимедийной книги (справочника, учебника, задачника и т.п.).

При проектировании таких устройств были сформулированы следующие принципы их построения: использование внешней памяти для хранения информации, портативность, низкое энергопотребление, дешевизна. Устройство должно обеспечить отображение в соответствии с заданным сценарием учебной информации, представленной в текстовом, графическом и звуковом виде.

В соответствии с заданными требованиями была разработана архитектура специализированного аппаратно-программного комплекса. Для выбора элементной базы терминала были рассмотрены существующие технологии создания мультимедийных комплексов. В качестве центрального процессора использовали микроконтроллеры PICmicro фирмы Microchip, имеющие Гарвардскую архитектуру, простой набор RISC команд, выполняемых за один машинный цикл, конвейерную обработку команд, высокое быстродействие (до 10 MIPS), широкий диапазон напряжения питания 2,0 - 6,0 В, низкое потребление питания (от 600 нА) [2]. Наиболее рациональным решением для использования в проектируемом комплексе является Flash-память. Обзор существующих микросхем Flash-памяти показал, что для проектируемого комплекса предпочтительно использовать CMOS EEPROM семейства AT24 разработки фирмы Atmel. В качестве протокола обмена данными использовали шину с последовательным способом передачи данных I²C. Для отображения информации в системе был выбран сенсорный индикатор AT-320240Q1 фирмы Ampire.

Функциональная схема портативного терминала для системы ДО представлена на рис. 1.

Для хранения информации используется Flash-память AT24C512. Практически Flash-память реализована в виде отдельного выносного блока размером 10Ч10Ч5 мм, который подключается к терминалу. Запись (и перезапись) мультимедийной информации во Flash-память производится из базовой ЭВМ («клиент») стандартной комплектации, функционирующей в операционной системе Windows 9*/XP, через блок сопряжения аппаратно-программного комплекса с параллельным портом персонального компьютера.

Используемый индикатор обеспечивает вывод черно-белой графической и текстовой информации на экран размером 82х62 мм.

Выбранные принципы создания мобильных портативных терминалов позволили разработать целую серию аппаратно-программных комплексов. В зависимости от мультимедийных возможностей каждого устройства, размера экрана стоимость устройства находится в пределах от 70-80 грн. (минимальная конфигурация) до 550-600 грн. (максимальная конфигурация).

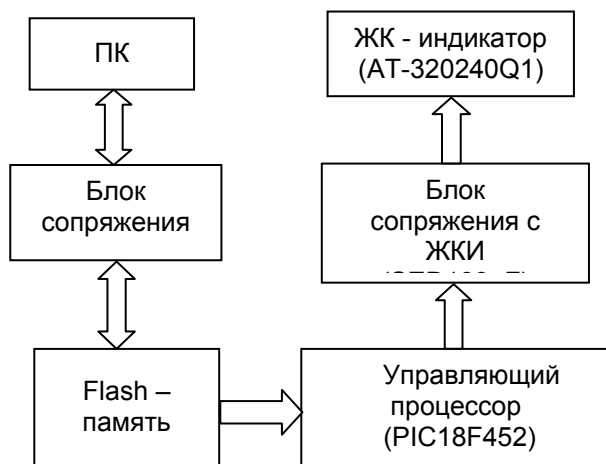


Рис. 1. Функциональная схема портативного терминала

Литература

1. Хортон У., Хортон К. Электронное обучение. - М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2005.- 640 с.
2. Яценко В.С. Микроконтроллеры Microchip. Практическое руководство. - М.: Горячая линия -Телеком, 2002.- 296 с.

УДК 621.318.38

Аль-Калла Муханнад, Жученко Н.А., Яковенко В.В.

К РАСЧЕТУ МАГНИТОМОДУЛЯЦИОННЫХ ДАТЧИКОВ НЕОДНОРОДНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ЛОКАЛЬНОГО ТИПА

Приводится описание конструктивных решений магнитных систем локальных магнитомодуляционных датчиков неоднородных магнитных полей. Предлагается универсальная методика расчета функции преобразования датчиков, основанная на численном расчете магнитного потока в магнитопроводе, содержащего модулятор, сердечник которого изменяет магнитные параметры с частотой тока возбуждения. Рис. 2, ист. 4.

Измерение магнитных неоднородных полей магнитомодуляционными датчиками (МД) находит применение в устройствах неразрушающего контроля (феррозондовая дефектоскопия), в дискретных информационных системах контроля механических величин (частота вращения зубчатых колес и валов, моментов на валу, перемещений и т.п.). Существующие МД благодаря своим достоинствам (высокая чувствительность, низкий порог чувствительности, достаточный энергетический уровень выходных сигналов, механическая прочность, временная и температурная стабильность, сравнительно низкая себестоимость) имеют хорошие перспективы совершенствования и расширения области применения.

Для подавления влияния магнитных и электромагнитных помех и повышения разрешающей способности измерения существенно неоднородных магнитных полей, что возникают при контроле дефектов деталей сложной геометрической формы, при измерении частоты вращения зубчатых колес или валов с обоймами постоянных магнитов, при дискретном измерении перемещений, целесообразна локализация магнитного поля, взаимодействующего с внешними объектами. Согласно принципу взаимности, локализация поля магнитной системы датчика является также условием повышения разрешающей способности при измерении полей ряда постоянных магнитов.

Существует два метода повышения эффекта локализации магнитомодуляционных датчиков: уменьшение размеров и концентрация магнитного поля в малом объеме. Первый метод наиболее простой, но его развитие ограничено технологическими возможностями, снижением помехозащищенности и уменьшением чувствительности. Второй метод основан на применении специального магнитопровода с немагнитным зазором в нем. Этот метод позволяет за счет большого числа конструктивных решений магнитной системы решить широкий круг измерительных задач. Такие МД при сравнительно больших габаритах позволяют получить достаточно малую зону контроля (до десятка микрон), имеют низкий порог чувствительности, высокие чувствительность и помехозащищенность, а также легко согласуются с устройствами обработки сигналов.

На рис. 1 показаны некоторые варианты конструктивных решений локальных МД. Магнитная система МД показанная на рис. 1, а, предназначена для дискретного измерения перемещений, когда источниками магнитного поля служат постоянные магниты, расположенные последовательно друг за другом. Магнитная система с "С"-образным сердечником (рис. 1, б) применяются в устройствах магнитной дефектоскопии для контроля поверхностных дефектов. Удлинение полюса (рис. 1, в) в магнитной системе используется в МД частоты вращения зубчатых колес. Дифференциальная магнитная система (рис. 1, г) используется в датчиках частоты вращения зубчатых колес и в дискретных датчиках линейного перемещения.

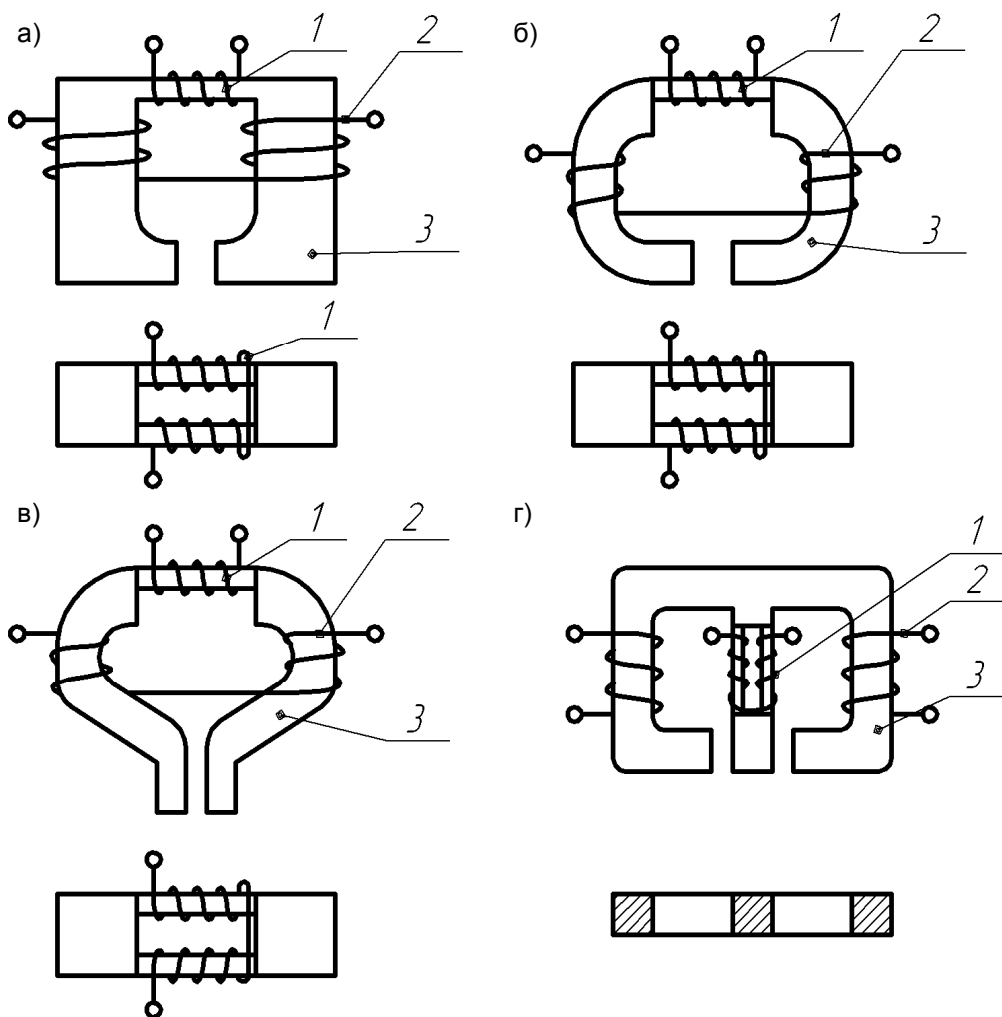


Рис. 1. Варианты конструкций магнитопроводов локальных МД: а – МД с прямоугольным магнитопроводом; б – МД с “С”-образным магнитопроводом; в – МД с удлиненными полюсами; г – дифференцирующий локальный МД

Подобные локальные МД используются в технике магнитной записи электрических сигналов [1, 2], при этом они называются магнитомодуляционными головками. Головки специфичны тем, что находятся в постоянном контакте с магнитным носителем без воздушного зазора и расчет магнитного потока в их магнитопроводах производится не полевыми методами. Основной акцент при расчете этих устройств переносится на анализ электромагнитных процессов непосредственно в модуляторе при формировании выходного сигнала. Поэтому для уменьшения погрешности расчета магнитных систем локальных МД необходимо учитывать тот факт, что измеряемый магнитный поток в магнитопроводе магнитной системы зависят от магнитного состояния сердечника модулятора, что можно выполнить только полевым методом.

Суть предлагаемого метода расчета заключается в следующем. Согласно теории о взаимности К.М. Поливанова [3], магнитный поток в сердечниках модулятора от внешнего намагниченного тела будет равен:

$$\hat{O} = \frac{\mu_0}{i \cdot \omega} \int_V \bar{M} \cdot \bar{H} dV,$$

здесь $i \cdot \omega$ – намагничивающая сила в обмотках, размещенных на сердечниках модулятора; \vec{M} – вектор намагниченности в намагничивающем объеме V ; \vec{H} – вектор напряженности магнитного поля, создаваемого магнитной системой локального МД в намагниченном объеме V .

Численным методом рассчитывается поле вектора намагниченности \vec{M} в объеме источника поля. Значение вектора \vec{M} является постоянным во времени. Объем магнитопровода МД разбивается на элементарные объемы 4 (рис. 2) и численным методом путем решения интегрального уравнения [4] рассчитывается величина вектора \vec{H} , при этом его значение будет переменным во времени.

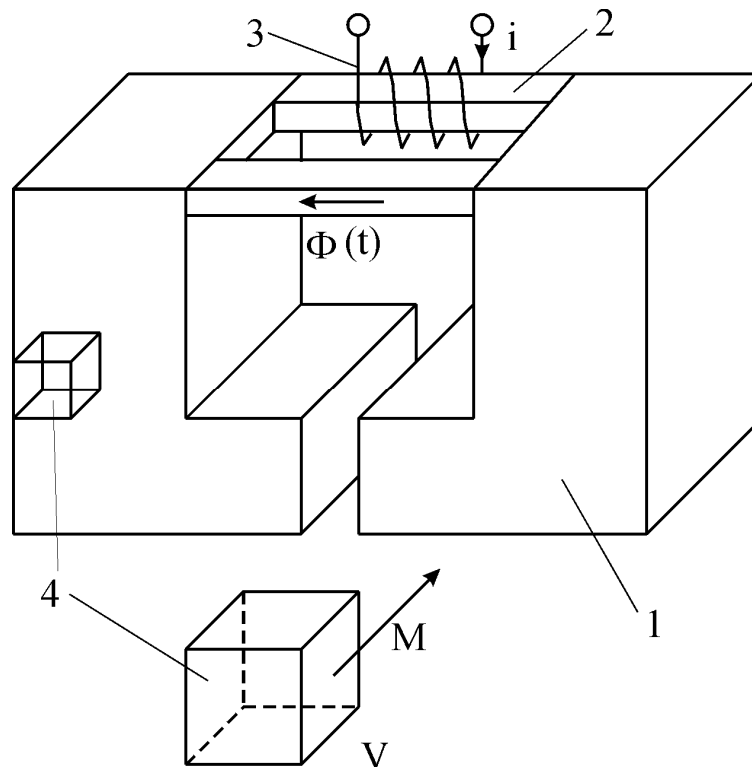


Рис.2 Геометрическая модель локального МД: 1 – магнитопровод; 2 – сердечник модулятора; 3 – обмотка модулятора; 4 – намагниченный элементарный объем.

Поскольку ток в обмотке возбуждения меняется синусоидально, то и вектор \vec{H} по модулю будет изменяться согласно такому же закону. Численный расчет ведется в момент времени $t + n \cdot \Delta t$, где Δt – это временной интервал, которыми разбивается полуинтервал возбуждения.

Таким образом, определяется значение вектора $\hat{O}(n \cdot \Delta t)$, которое позволяет найти путем численного дифференцирования выходной сигнал модулятора $u_2(n \cdot \Delta t)$. Значения функции $u_2(n \cdot \Delta t)$ раскладывается в ряд Фурье и находится амплитуда второй гармоники, что является конечной целью расчета.

Предлагаемая методика расчета отличается от известных тем, что учитываются практически все геометрические и магнитные параметры магнитной системы МД, а также эти же параметры намагниченного объема.

Поскольку завершенных методик расчета рассматриваемых магнитных систем в литературных источниках нет, то корректность предлагаемой методики

оценивалась путем сравнения результатов теоретического расчета с экспериментальными данными. При погрешности эксперимента 2,6%, расхождение экспериментальных данных и результатов численного расчета не превышает 5%, что свидетельствует о корректности предлагаемой методики.

Литература

1. Тарануха А.И. Улучшение параметров магнитомодуляционных головок. Сб. Вопросы магнитной записи электрических сигналов. – М., 1973, с. 127 – 133;
2. Тарануха А.И. Графоаналитический метод анализа и расчета магнитомодуляционных головок. Труды семинара: Технические средства систем обработки данных управления и измерения. Вып. 2, Киев, 1969;
3. Поливанов К.М. Теоретические основы электротехники// – М.: Высшая школа, 1976, – Т.3. – 288 с;
4. Романеско А.В. Анализ магнитного поля в магнитопроводах датчиков вибрации // Науково – технічний збірник 'Гірнична електромеханіка та автоматика'. – 2001. – №67. – с.96 – 101.

УДК 510

Бранспиз М.Ю.

ОБОБЩЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ТЕОРЕМ О СВЯЗИ ОБЪЕМНОГО И ПОВЕРХНОСТНОГО ИНТЕГРИРОВАНИЯ

Показано, что известные теоремы об объемном интегрировании некоторых дифференциально-векторных операций могут быть записаны в виде одного аналитического выражения.

Введение

В настоящее время для объемного интегрирования дифференциально-векторных операций (дивергенции, ротора, градиента) известны теоремы, позволяющие сводить его к соответствующему поверхностному интегрированию [1-3]. Известна также теорема Грина, позволяющая также сводить объемное интегрирование некоторой комбинации дифференциально-векторных операций над двумя скалярными функциями к соответствующему поверхностному интегрированию [1-3]. Все эти теоремы имеют разную форму записи, которая, однако, имеет нечто общее, как отмечается в [3], в своей структуре.

В данной работе показывается, что все указанные теоремы можно обобщить, записав их в следующем вид:

$$\int_V \left(\sum_{\zeta=x,y,z} \frac{\partial \psi(\bar{a}, \bar{b}, \zeta)}{\partial \zeta} \right) \cdot dV = \int_S \psi(\bar{a}, \bar{b}, \bar{n}) \cdot dS, \quad (1)$$

где V – некоторый объем интегрирования, охватываемый поверхностью S , на которой задана функция $\psi(\bar{a}, \bar{b}, n)$, представляющая собой определенную алгебраическую комбинацию векторов \bar{a} , \bar{b} и нормали к поверхности \bar{n} .

Покажем, что и в самом деле выражение (1) представляет собой обобщенную (сокращенную) запись известных соотношений, позволяющих сводить поверхностное интегрирование к объемному интегрированию, и наоборот.

1. Теорема об объемном интегрировании дивергенции вектора

Пусть функция $\psi(\bar{a}, \bar{b}, n)$ есть функция только одного вектора \bar{a} и нормали \bar{n} , представляя собой скалярное произведение указанных векторов. А именно, пусть:

$$\Psi(\bar{a}, \bar{b}, \bar{n}) = \Psi(\bar{a}, \bar{n}) = \bar{a} \cdot \bar{1}_n. \quad (2)$$

Тогда для такого вида функции ψ можно записать следующие равенства:

$$\frac{\partial \Psi(\bar{a}, x)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} (\bar{a} \cdot \bar{1}_x) = \frac{\partial a_x}{\partial x}, \quad \frac{\partial \Psi(\bar{a}, y)}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} (\bar{a} \cdot \bar{1}_y) = \frac{\partial a_y}{\partial y},$$

$$\frac{\partial \Psi(\bar{a}, z)}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} (\bar{a} \cdot \bar{1}_z) = \frac{\partial a_z}{\partial z},$$

учет которых позволяет записать (1) в рассматриваемом случае как равенство:

$$\oint_S (\bar{a} \cdot \bar{n}) \cdot dS = \oint_V \left(\frac{\partial a_x}{\partial x} + \frac{\partial a_y}{\partial y} + \frac{\partial a_z}{\partial z} \right) \cdot dV = \oint_V \operatorname{div} \bar{a} \cdot dV,$$

представляющее собой теорему Остроградского-Гаусса ([1, 2]).

2. Теорема об объёмном интегрировании ротора вектора

Пусть теперь функция $\psi(\bar{a}, \bar{b}, \bar{n})$ есть также функция только одного вектора \bar{a} и нормали \bar{n} , представляя собой их векторное произведение. А именно, пусть:

$$\Psi(\bar{a}, \bar{b}, \bar{n}) = \Psi(\bar{a}, \bar{n}) = \bar{a} \times \bar{1}_n. \quad (3)$$

Для такого вида функции ψ можно записать следующие равенства:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Psi(\bar{a}, x)}{\partial x} &= \frac{\partial}{\partial x} ([\bar{a} \times \bar{1}_x]) = \frac{\partial}{\partial x} (\bar{a}_y \cdot \bar{1}_z - \bar{a}_z \cdot \bar{1}_y), \\ \frac{\partial \Psi(\bar{a}, y)}{\partial y} &= \frac{\partial}{\partial y} ([\bar{a} \times \bar{1}_y]) = \frac{\partial}{\partial y} (\bar{a}_z \cdot \bar{1}_x - \bar{a}_x \cdot \bar{1}_z), \\ \frac{\partial \Psi(\bar{a}, z)}{\partial z} &= \frac{\partial}{\partial z} ([\bar{a} \times \bar{1}_z]) = \frac{\partial}{\partial z} (\bar{a}_x \cdot \bar{1}_y - \bar{a}_y \cdot \bar{1}_x), \end{aligned} \quad (4)$$

которые несложно получить соответствующим раскрытием векторного произведения $\bar{a} \times \bar{1}_\zeta$.

В результате, учитывая (4) и аналитическую форму записи ротора некоторого вектора в декартовых координатах [1], можно записать следующее соотношение:

$$\sum_{\zeta=x,y,z} \frac{\partial}{\partial \zeta} (\psi(\bar{a}, \bar{1}_\zeta)) = \left(\frac{\partial a_z}{\partial y} - \frac{\partial a_y}{\partial z} \right) \cdot \bar{1}_x + \left(\frac{\partial a_x}{\partial z} - \frac{\partial a_z}{\partial x} \right) \cdot \bar{1}_y + \left(\frac{\partial a_y}{\partial x} - \frac{\partial a_x}{\partial y} \right) \cdot \bar{1}_z = \operatorname{rot} \bar{a},$$

позволяющее записать (1) в рассматриваемом случае как равенство

$$\oint_S \bar{a} \times \bar{n} \cdot dS = \oint_V \operatorname{rot} \bar{a} \cdot dV,$$

которое представляет собой запись известной теоремы об объёмном интегрировании ротора вектора сведением его к поверхностному интегрированию [1, 2].

3. Теорема об объёмном интегрировании градиента скалярной функции.

Пусть теперь функция $\psi(\bar{a}, \bar{b}, \bar{n})$ представляет собой нормаль \bar{n} , умноженную на некоторую скалярную функцию φ (ее можно формально представить как скалярную функцию векторов \bar{a} и \bar{b} , например, скалярное произведение этих векторов). А именно, пусть:

$$\psi(\bar{a}, \bar{b}, \bar{n}) = \bar{1}_n \cdot \varphi. \quad (5)$$

Тогда для такого вида функция ψ можно записать следующие равенства:

$$\frac{\partial \psi(\bar{a}, \bar{b}, x)}{\partial x} = \frac{\partial(\varphi \cdot \bar{1}_x)}{\partial x} = \frac{\partial \varphi}{\partial x} \cdot \bar{1}_x, \quad \frac{\partial \psi(\bar{a}, \bar{b}, y)}{\partial y} = \frac{\partial(\varphi \cdot \bar{1}_y)}{\partial y} = \frac{\partial \varphi}{\partial y} \cdot \bar{1}_y,$$

$$\frac{\partial \psi(\bar{a}, \bar{b}, z)}{\partial z} = \frac{\partial(\varphi \cdot \bar{1}_z)}{\partial z} = \frac{\partial \varphi}{\partial z} \cdot \bar{1}_z,$$

учитывая которые для рассматриваемого случая, можно записать соотношение:

$$\sum_{\xi=x,y,z} \left(\frac{\partial}{\partial \xi} (\varphi \cdot \bar{1}_\xi) \right) = \frac{\partial \varphi}{\partial x} \cdot \bar{1}_x + \frac{\partial \varphi}{\partial y} \cdot \bar{1}_y + \frac{\partial \varphi}{\partial z} \cdot \bar{1}_z = \text{grad} \varphi,$$

что позволяет записать (1) в рассматриваемом случае как равенство:

$$\oint_S \varphi \cdot \bar{n} \cdot dS = \int_V \text{grad} \varphi \cdot dV,$$

которое представляет собой запись известной теоремы об объемном интегрировании градиента скалярной функции сведением его к поверхностному интегрированию [1].

4. Теорема Грина

Пусть функция $\Psi(\bar{a}, \bar{b}, \bar{n})$ представляет собой произведение скалярной функции f на производную другой скалярной функции φ по направлению нормали \bar{n} . А именно, пусть:

$$\Psi(\bar{a}, \bar{b}, \bar{n}) = f \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial n}. \quad (6)$$

Для такого вида функции Ψ можно записать следующие равенства:

$$\frac{\partial \Psi}{\partial x} = \left(f \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial x} \right) = \frac{\partial f}{\partial x} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial x} + f \cdot \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2},$$

$$\frac{\partial \Psi}{\partial y} = \left(f \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial y} \right) = \frac{\partial f}{\partial y} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial y} + f \cdot \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2},$$

$$\frac{\partial \Psi}{\partial z} = \left(f \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial z} \right) = \frac{\partial f}{\partial z} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial z} + f \cdot \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2},$$

учитывая которые для рассматриваемого случая, можно записать соотношение

$$\sum_{\xi=x,y,z} \frac{\partial}{\partial \xi} \left(f \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial \xi} \right) =$$

$$= f \cdot \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} \right) + \frac{\partial f}{\partial x} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial y} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial y} + \frac{\partial f}{\partial z} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial z} =$$

$$= f \cdot \Delta \varphi + (\text{grad} f \cdot \text{grad} \varphi),$$

позволяющее записать (1) в рассматриваемом случае как равенство:

$$\oint_S f \frac{\partial \varphi}{\partial n} \cdot dS = \int_V [f \cdot \Delta \varphi + (\text{grad} f \cdot \text{grad} \varphi)] \cdot dV,$$

которое представляет собой запись известной теоремы Грина [1-3].

5. Объемное интегрирование суммы $(\bar{a} \cdot \text{grad} \bar{b}) + \bar{b} \cdot \text{div} \bar{a}$

Пусть функция $\Psi(\bar{a}, \bar{b}, \bar{n})$ представляет собой следующую комбинацию векторов \bar{a} , \bar{b} и \bar{n} :

$$\Psi(\bar{a}, \bar{b}, \bar{n}) = \bar{b} \cdot (\bar{a} \cdot \bar{1}_n). \quad (7)$$

Для такого вида функции $\Psi(\bar{a}, \bar{b}, \bar{n})$ можно записать равенства:

$$\frac{\partial}{\partial x} (\bar{b} \cdot (\bar{a} \cdot \bar{1}_x)) = \frac{\partial}{\partial x} (\bar{a} \cdot \bar{b}) = \bar{b} \cdot \frac{\partial \bar{a}_x}{\partial x} + \bar{a}_x \cdot \frac{\partial \bar{b}}{\partial x},$$

$$\frac{\partial}{\partial y} (\bar{b} \cdot (\bar{a} \cdot \bar{1}_y)) = \frac{\partial}{\partial y} (\bar{a} \cdot \bar{b}) = \bar{b} \cdot \frac{\partial \bar{a}_y}{\partial y} + \bar{a}_y \cdot \frac{\partial \bar{b}}{\partial y},$$

$$\frac{\partial}{\partial z} (\bar{b} \cdot (\bar{a} \cdot \bar{1}_z)) = \frac{\partial}{\partial z} (\bar{a} \cdot \bar{b}) = \bar{b} \cdot \frac{\partial \bar{a}_z}{\partial z} + \bar{a}_z \cdot \frac{\partial \bar{b}}{\partial z},$$

учитывая которые для рассматриваемого случая, можно записать соотношение:

$$\begin{aligned} \sum_{\zeta=x,y,z} \frac{\partial}{\partial \zeta} (\Psi(\bar{a}, \bar{b}, \bar{1}_\zeta)) &= \\ &= \bar{b} \cdot \left(\frac{\partial \bar{a}_x}{\partial x} + \frac{\partial \bar{a}_y}{\partial y} + \frac{\partial \bar{a}_z}{\partial z} \right) + \bar{a}_x \cdot \frac{\partial \bar{b}}{\partial x} + \bar{a}_y \cdot \frac{\partial \bar{b}}{\partial y} + \bar{a}_z \cdot \frac{\partial \bar{b}}{\partial z} = \\ &= \bar{b} \cdot \operatorname{div} \bar{a} + (\bar{a} \cdot \operatorname{grad}) \bar{b}, \end{aligned}$$

позволяющее записать (1) в рассматриваемом случае в виде равенства:

$$\oint_S \bar{b} (\bar{n} \cdot \bar{a}) \cdot dS = \int_V [(\bar{a} \cdot \operatorname{grad}) \bar{b} + \bar{b} \cdot \operatorname{div} \bar{a}] \cdot dV,$$

которое по форме совпадает с известным соотношением, доказываемом в [4].

В заключение рассмотрения равенства (1) отметим, что все рассмотренные выше виды записи функции Ψ – а именно, запись этой функции в виде правых частей выражений (2), (3) и (5)-(7) – удовлетворяют свойству

$$\Psi(\bar{a}, \bar{b}, \bar{n}) = -\Psi(\bar{a}, \bar{b}, -\bar{n}),$$

которое является своего рода условием нечетности для этой функции.

Отметим также, что, исходя из изложенного, следует ожидать, что использование равенства (1) может дать ряд новых интегральных равенств, однако такое использование требует, очевидно, общего доказательства равенства (1), которое может быть найдено как обобщение известных доказательств рассмотренных теорем. Это может рассматриваться как задача для дальнейших исследований в направлении обобщения способа объемного интегрирования произвольных дифференциально-векторных операций.

Выводы

1. Предложенный способ обобщенной записи известных теорем, позволяющих сводить объемное интегрирование некоторых дифференциально-векторных операций к поверхностному интегрированию, и наоборот, дает возможность рассмотрения этих теорем с единых позиций, обусловленных общностью этих теорем.

2. Общность известных теорем, позволяющих сводить объемное интегрирование некоторых дифференциально-векторных операций к поверхностному интегрированию, и наоборот, проявляющаяся в предложенном способе обобщенной записи этих теорем, ставит задачу доказательства этого способа обобщенной записи и установления ограничений на него.

Литература

1. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1984. – 831 с;
2. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. – М.: Наука, 1986. – 544 с;

3. Мышкис А.Д. Лекции по высшей математике.– М.: Наука, 1969.– 640 с;
4. Бранспиз Ю.А. Сведение объемного интегрирования к поверхностному для специальной комбинации дифференциально-векторных операций над векторами магнитного поля // Вісник Східноукраїнського державного університету.– 1998.– №1(11).– С. 32-36.

УДК 517:538.31

Бранспиз Ю.А.

ОБЪЕМНОЕ ИНТЕГРИРОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ВЕКТОРНЫХ ОПЕРАЦИЙ С ВЕКТОРАМИ ПОЛЯ ПРИ ПОСТОЯНСТВЕ ОДНОГО ИЗ НИХ

Показано, что если принять допущение о постоянстве одного из векторов магнитного поля внутри тела из магнитного материала, то определение суммарной силы магнитного поля на это тело может быть сведено к некоторому поверхностному интегрированию, содержащему соответствующий постоянный вектор магнитного поля.

Введение

Для расчета силового воздействия постоянного магнитного поля на тела из магнитного материала известно несколько различных выражений для объемной плотности соответствующей пондеромоторной силы магнитного поля, объемное интегрирование которых (по объему тела) позволяет определить суммарную силу со стороны магнитного поля на тело. В настоящее время установлена интегральная эквивалентность всех выражений для объемной плотности пондеромоторной силы магнитного поля [1-3]. В частности, автором данной работы показано, что эта эквивалентность основана на возможности сведения объемного интегрирования удельной пондеромоторной силы к поверхностному интегрированию известного вида, содержащего вектора напряженности и индукции магнитного поля на поверхности тела из магнитного материала [3]. Однако использование на практике этого поверхностного интегрирования встречает определенные трудности, связанные как раз с трудностями определения магнитного поля на поверхности тела из магнитного материала, помещенного в то или иное магнитное поле некоторого внешнего источника [4]. Чтобы избежать этих трудностей, в практике расчета пондеромоторных сил магнитного поля можно использовать те же упрощающие допущения, которые имеют место и в практике расчета магнитных полей различных электротехнических устройств. А именно, можно использовать следующие упрощающие допущения:

- магнитная проницаемость материала тела V_T в отсутствии магнитного насыщения этого материала, что дает нулевое значение для напряженности магнитного поля внутри тела;
- намагниченность материала тела постоянна (например, при магнитном насыщении материала тела она равна намагниченности насыщения);
- постоянство индукции или напряженности магнитного поля внутри тела в области относительно слабого магнитного поля.

Очевидно, что практическое использование этих допущений требует решения задачи получения соотношений, позволяющих осуществлять объемное интегрирование дифференциально-векторных операций с векторами магнитного поля, соответствующих выражениям, которые применяются на практике для расчета силовых эффектов постоянного магнитного поля, учитывая при этом условие постоянства одного из векторов поля, к которому сводятся по сути указанные упрощающие допущения. В данной работе и дается решение этой задачи для таких наиболее характерных дифференциально-векторных операций с век-

торами магнитного поля: $|\vec{M}| \cdot \text{grad}|\vec{H}|$, $-\vec{H} \cdot \text{div}\vec{M}$, $(\vec{M} \cdot \text{grad}) \cdot \vec{H}$, $\text{rot}\vec{M} \times \vec{B}$ (здесь \vec{H} – напряженность, \vec{B} – индукция, \vec{M} – намагниченность).

1. Общие исходные положения для интегрирования дифференциально-векторных операций по объему при постоянстве векторов

Рассматриваем тело объема V_T , ограниченное поверхностью S_T , считая, что в этом теле и вокруг него имеет место непрерывное магнитное поле, испытывающее разрыв непрерывности лишь на поверхности S_T (рис. 1). При этом весь объем тела разобьем на два объема замкнутой поверхностью S_i , лежащей целиком внутри объема V_T и ограничивающей объем V_i (рис. 1).

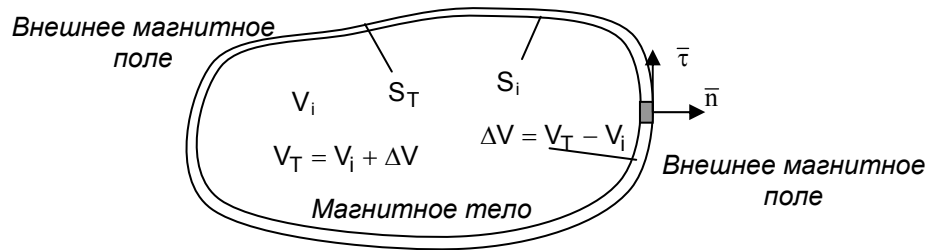


Рис. 1. Магнитное тело во внешнем магнитном поле и разбиение его объема на внутренний объем и объем поверхностного слоя.

Тогда объемное интегрирование некоторой дифференциально-векторной операции по объему тела V_T можно представить в виде суммы интегралов для этой дифференциально-векторной операции по объему V_i и объему $\Delta V = V_T - V_i$ (рис. 1). Это при условии постоянства вектора магнитного поля, стоящего под знаком соответствующей дифференциально-векторной операции, позволяет свести рассматриваемое объемное интегрирование по объему V_T к объемному интегрированию только по объему ΔV , поскольку интегрирование по объему V_i в этом случае дает, очевидно, нулевой результат.

Указанный объем ΔV , ограниченный поверхностями S_i и S_T , будем называть поверхностным слоем тела, для которого учтем, что в пределе $S_i \rightarrow S_T$ в качестве значения вектора, который не стоит под знаком дифференциальной операции, можно принять среднее значение этого вектора на поверхностях S_i и S_T (для поверхности S_T , очевидно, следует принять значение вектора на наружной стороне этой поверхности). Это позволяет свести объемное интегрирование некоторой дифференциально-векторной операции по объему поверхностного слоя ΔV к поверхностному интегрированию по поверхностям S_i и S_T .

А именно, примем в качестве дифференциального элемента объема поверхностного слоя (в пределе $S_i \rightarrow S_T$) параллелепипед, грани которого принадлежат поверхностям S_i и S_T (рис. 2). Примем также для рассматриваемых дифференциально-векторных операций значения вектора, не стоящего непосредственно под знаком дифференциальной операции, постоянным и равным среднему его значению на поверхностях S_i и S_T . Тогда в соответствующем объемном интеграле для поверхностного слоя для дифференциального элемента этого слоя интеграл рассматриваемой дифференциально-векторной операции может быть определен как произведение указанного среднего значения на инте-

грал по объему дифференциального элемента поверхностного слоя для соответствующей дифференциальной операции.

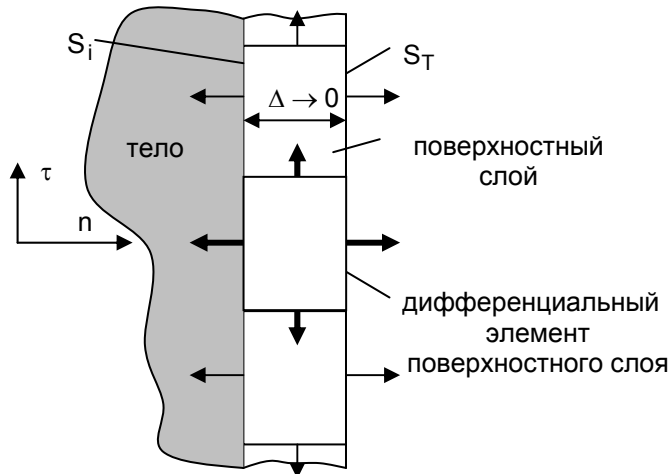


Рис. 2. К получению общего выражения для объемного интегрирования дифференциально-векторных операций с векторами магнитного поля.

Далее применим к объемному интегрированию по дифференциальному элементу поверхностного слоя от дифференциальной операции соответствующую теорему, сводящую это объемное интегрирование к поверхностному интегрированию. В результате получим сумму некоторых выражений для поверхностей рассматриваемого дифференциального элемента, совпадающих с поверхностями S_i и S_T , а также сумму некоторых выражений для поверхностей этого элемента, ортогональных касательной к поверхностям S_i и S_T (рис. 2). При этом учтем, что при интегрировании по объему поверхностного слоя все составляющие на указанных ортогональных поверхностях образуют некоторую интегральную сумму, умножаемую на размер Δ (толщина поверхностного слоя, рис. 2), который в пределе равен нулю, что дает в итоге возможность не рассматривать эту интегральную сумму.

Таким образом, в результате объемное интегрирование любой из рассматриваемых дифференциально-векторных операций по объему поверхностного слоя сведется к поверхностному интегрированию по поверхностям S_i и S_T среднего значения вектора, не стоящего непосредственно под знаком дифференциальной операции, умноженному на поверхностный аналог дифференциальной операции, к которому сводится объемное интегрирование этой дифференциальной операции.

При этом учтем, что на поверхностях S_i и S_T нормали к этим поверхностям, направленные наружу из поверхностного слоя, имеют противоположные знаки. Тогда вместо указанных поверхностных интегралов по поверхностям S_i и S_T получим интеграл по поверхности S_T (ведь $S_i \rightarrow S_T$) от произведения среднего значения вектора, не стоящего непосредственно под знаком дифференциальной операции, на разность поверхностного аналога дифференциальной операции, к которому сводится объемное интегрирование этой дифференциальной операции, на наружной и внутренней сторонах поверхности S_T . Этот интеграл по поверхности S_T и будет результатом объемного интегрирования (по объему

V_T), соответствующей дифференциально-векторной операции при условии постоянства вектора под знаком дифференциальной операции.

2. Общие выражения для интегрирования дифференциально-векторных операций по объему при постоянстве вектора под знаком дифференциальной операции

Применим полученный результат непосредственно к указанным выше дифференциально-векторным операциям.

Например, поскольку объемное интегрирование по поверхностному слою дифференциально-векторной операции вида $\bar{a} \cdot \text{div} \bar{b}$ может быть сведено к интегралу вида (где \bar{a}_e, \bar{a}_i и \bar{b}_e, \bar{b}_i – значения векторов \bar{a} и \bar{b} , соответственно, для наружной и внутренней стороны поверхности S_T)

$$\int_{\Delta V} \bar{a} \cdot \text{div} \bar{b} \cdot dV = \int_{S_T} 0.5 \cdot (\bar{a}_e + \bar{a}_i) \cdot ((\bar{b}_e - \bar{b}_i) \cdot \bar{n}) \cdot dS,$$

то при условии $\bar{b} = \bar{b}_0 = \text{const}$, соответственно всему изложенному выше, можно записать следующее равенство:

$$\int_{V_T} \bar{a} \cdot \text{div} \bar{b} \cdot dV = \int_{S_T} 0.5 \cdot (\bar{a}_e + \bar{a}_i) \cdot ((\bar{b}_e - \bar{b}_0) \cdot \bar{n}) \cdot dS, \quad (1)$$

которое и является решением поставленной задачи для дифференциально-векторной операции вида $\bar{a} \cdot \text{div} \bar{b}$ при условии $\bar{b} = \bar{b}_0 = \text{const}$.

Аналогично для операции вида $|\bar{a}| \cdot \text{grad} |\bar{b}|$, согласно изложенному, объемное интегрирование ее по объему тела при условии $\bar{b} = \bar{b}_0 = \text{const}$ дает:

$$\int_{V_T} |\bar{a}| \cdot \text{grad} |\bar{b}| \cdot dV = 0.5 \cdot \int_{S_T} (a_i + a_e) \cdot (b_e - b_0) \cdot \bar{n} \cdot dS. \quad (2)$$

Изложенный подход позволяет получить также соотношение для сведения к поверхностному и объемного интегрирования от дифференциально-векторной операции вида $\text{rot} \bar{b} \times \bar{a}$ при условии $\bar{b} = \bar{b}_0 = \text{const}$, что дает равенство:

$$\int_{V_T} \text{rot} \bar{b} \times \bar{a} \cdot dV = 0.5 \cdot \int_{S_T} ((\bar{n} \times (\bar{b}_e - \bar{b}_0)) \times (\bar{a}_e + \bar{a}_i)) \cdot dS. \quad (3)$$

Что же касается дифференциально-векторной операции вида $(\bar{a} \cdot \text{grad}) \cdot \bar{b}$, то ее объемное интегрирование при условии $\bar{b} = \bar{b}_0 = \text{const}$ может быть осуществлено на основе следующего интегрального равенства [3, 5]:

$$\int_{V_T} [(\bar{a} \cdot \text{grad}) \bar{b} + \bar{b} \cdot \text{div} \bar{a}] \cdot dV = \int_{S_T} \bar{b}_e \cdot (\bar{a}_e \cdot \bar{n}) \cdot dS, \quad (4)$$

согласно которому объемное интегрирование дифференциально-векторной операции вида $(\bar{a} \cdot \text{grad}) \cdot \bar{b}$ при условии $\bar{b} = \bar{b}_0 = \text{const}$ требует предварительного решения задачи об объемном интегрировании дифференциально-векторной операции $\bar{b} \cdot \text{div} \bar{a}$ при условии $\bar{b} = \bar{b}_0 = \text{const}$ (то есть требуется решить задачу об объемном интегрировании дифференциально-векторной операции при условии постоянства вектора, не стоящего под знаком дифференциальной операции).

3. Общие выражения для интегрирования дифференциально-векторных операций по объему при постоянстве вектора, не стоящего под знаком дифференциальной операции

Если вектор, не стоящий непосредственно под знаком дифференциальной операции, является постоянным, то в этом случае объемное интегрирование соответствующей дифференциально-векторной операции по всему объему тела как сумма интеграла по объему V_i и объему поверхностного слоя может быть сведена к сумме поверхностного интеграла по поверхности S_T , который соответствует объемному интегрированию по поверхностному слою (его сведение к поверхностному и рассмотрено выше) и умноженного на соответствующий постоянный вектор интеграла по поверхности S_T (ведь $S_i \rightarrow S_T$) от поверхностного аналога соответствующей дифференциальной операции.

Так, например, для объемного интегрирования по объему некоторого тела дифференциально-векторной операции вида $\bar{a} \cdot \text{div} \bar{b}$ это объемное интегрирование при условии $\bar{a} = \bar{a}_0 = \text{const}$ может быть сведено, с учетом изложенного, к интегралу вида:

$$\int_{V_T} \bar{a} \cdot \text{div} \bar{b} \cdot dV = \int_{S_T} \bar{a}_0 \cdot (\bar{b}_i \cdot \bar{n}) \cdot dS + \int_{S_T} 0.5 \cdot (\bar{a}_0 + \bar{a}_e) \cdot ((\bar{b}_e - \bar{b}_i) \cdot \bar{n}) \cdot dS,$$

что после несложной группировки дает равенство:

$$\int_{V_T} \bar{a} \cdot \text{div} \bar{b} \cdot dV = 0.5 \cdot \int_{S_T} [\bar{a}_0 \cdot ((\bar{b}_e + \bar{b}_i) \cdot \bar{n}) + \bar{a}_e \cdot ((\bar{b}_e - \bar{b}_i) \cdot \bar{n})] \cdot dS. \quad (5)$$

Аналогично, для дифференциально-векторной операции вида $|\bar{a}| \cdot \text{grad} |\bar{b}|$ объемное интегрирование ее (по объему тела V_T) при условии $\bar{a} = \bar{a}_0 = \text{const}$ дает:

$$\begin{aligned} \int_{V_T} |\bar{a}| \cdot \text{grad} |\bar{b}| \cdot dV &= \int_{V_i} |\bar{a}| \cdot \text{grad} |\bar{b}| \cdot dV + \int_{\Delta V} |\bar{a}| \cdot \text{grad} |\bar{b}| \cdot dV = \\ &= \int_{S_i} a_0 \cdot b_i \cdot \bar{n} \cdot dS + \int_{S_T} 0.5 \cdot (a_0 + a_e) \cdot (b_e - b_i) \cdot \bar{n} \cdot dS, \end{aligned}$$

или

$$\int_{V_T} |\bar{a}| \cdot \text{grad} |\bar{b}| \cdot dV = \frac{1}{2} \cdot \int_{S_T} [a_0 \cdot (b_e + b_i) + a_e \cdot (b_e - b_i)] \cdot \bar{n} \cdot dS. \quad (6)$$

Аналогично, для дифференциально-векторной операции вида $\text{rot} \bar{b} \times \bar{a}$ при условии $\bar{a} = \bar{a}_0 = \text{const}$ несложно получить следующее равенство:

$$\int_{V_T} \text{rot} \bar{b} \times \bar{a} \cdot dV = 0.5 \cdot \int_{S_T} [(\bar{n} \times (\bar{b}_e + \bar{b}_i)) \times \bar{a}_0 + (\bar{n} \times (\bar{b}_e - \bar{b}_i)) \times \bar{a}_e] \cdot dS. \quad (7)$$

Наконец, для дифференциально-векторной операции вида $(\bar{a} \cdot \text{grad}) \cdot \bar{b}$ при условии $\bar{a} = \bar{a}_0 = \text{const}$ также несложно получить следующее равенство:

$$\int_{V_T} (\bar{a} \cdot \text{grad}) \bar{b} \cdot dV = \frac{1}{2} \cdot \int_{S_T} [\bar{b}_e \cdot ((\bar{a}_e + \bar{a}_0) \cdot \bar{n}) - \bar{b}_i \cdot ((\bar{a}_e - \bar{a}_0) \cdot \bar{n})] \cdot dS. \quad (8)$$

Полученный здесь результат (в виде равенства для объемного интегрирования выражения $\bar{a} \cdot \text{div} \bar{b}$ при условии $\bar{a} = \bar{a}_0 = \text{const}$), позволяет решить и за-

дачу об объемном интегрировании дифференциально-векторной операции $(\bar{a} \cdot \text{grad}) \cdot \bar{b}$ при условии $\bar{b} = \bar{b}_0 = \text{const}$ (см. п.2). А именно, из (4), с учетом (5), в качестве решения этой задачи можно записать следующее равенство:

$$\int_{V_T} (\bar{a} \cdot \text{grad}) \bar{b} \cdot dV = \frac{1}{2} \cdot \int_{S_T} (\bar{b}_e - \bar{b}_0) \cdot ((\bar{a}_e + \bar{a}_i) \cdot \bar{n}) \cdot dS. \quad (9)$$

Отметим, что полученные равенства (1)-(3) и (5)-(9), сводящие объемное интегрирование определенных дифференциально-векторных операций к поверхностному интегрированию, являются общими и применимы к любым векторам \bar{a} и \bar{b} , которые непрерывны внутри объема V_T (разрывы непрерывности этих векторов допускаются лишь на поверхности S_T). В частности, эти выражения применимы и в случае принятия в качестве векторов \bar{a} и \bar{b} векторов магнитного поля \bar{H} , \bar{B} и \bar{M} (при этом следует учитывать, что снаружи магнитного тела имеют место равенства $\bar{B}_e = \mu_0 \cdot \bar{H}_e$ и $\bar{M}_e = 0$).

В табл. 1 для всех рассмотренных основных дифференциально-векторных операций, которые используются на практике для определения силового воздействия постоянного магнитного поля, сделана сводка выражений, позволяющих сводить объемное интегрирование этих операций при постоянстве одного из векторов к соответствующему поверхностному интегрированию.

Таблица 1

Сведение объемного интегрирования некоторых дифференциально-векторных операций к поверхностному интегрированию при заданных условиях постоянства векторов в этих дифференциально-векторных операциях

Вид Операции	Условие	Вид выражения для поверхностного интегрирования
$ \bar{a} \cdot \text{grad} \bar{b} $	$\bar{a} = \bar{a}_0$	$0.5 \cdot [a_0 \cdot (b_e + b_i) + a_e \cdot (b_e - b_i)] \cdot \bar{n}$
	$\bar{b} = \bar{b}_0$	$0.5 \cdot (a_i + a_e) \cdot (b_e - b_0) \cdot \bar{n}$
$\bar{a} \cdot \text{div} \bar{b}$	$\bar{a} = \bar{a}_0$	$0.5 \cdot [\bar{a}_0 \cdot ((\bar{b}_e + \bar{b}_i) \cdot \bar{n}) + \bar{a}_e \cdot ((\bar{b}_e - \bar{b}_i) \cdot \bar{n})]$
	$\bar{b} = \bar{b}_0$	$0.5 \cdot (\bar{a}_e + \bar{a}_i) \cdot ((\bar{b}_e - \bar{b}_0) \cdot \bar{n})$
$\text{rot} \bar{b} \times \bar{a}$	$\bar{a} = \bar{a}_0$	$0.5 \cdot [\bar{n} \times (\bar{b}_e + \bar{b}_i)] \times \bar{a}_0 + 0.5 \cdot [\bar{n} \times (\bar{b}_e - \bar{b}_i)] \times \bar{a}_e$
	$\bar{b} = \bar{b}_0$	$0.5 \cdot [\bar{n} \times (\bar{b}_e - \bar{b}_0)] \times (\bar{a}_e + \bar{a}_i)$
$(\bar{a} \cdot \text{grad}) \cdot \bar{b}$	$\bar{a} = \bar{a}_0$	$0.5 \cdot [\bar{b}_e \cdot ((\bar{a}_e + \bar{a}_0) \cdot \bar{n}) - \bar{b}_i \cdot ((\bar{a}_e - \bar{a}_0) \cdot \bar{n})]$
	$\bar{b} = \bar{b}_0$	$0.5 \cdot (\bar{b}_e - \bar{b}_0) \cdot ((\bar{a}_e + \bar{a}_i) \cdot \bar{n})$

4. Интегрирование по объему магнитного тела выражения $-\bar{H} \cdot \text{div} \bar{M}$ при условии $\bar{M} = \bar{M}_0 = \text{const}$

Ниже приводится решение задачи, которое можно получить, положив просто в (1) $\bar{b} = \bar{M} = \bar{M}_0 = \text{const}$. Однако, как представляется, приведенное решение этой задачи подтверждает обоснованность того общего способа получения соответствующих выражений, сводящих объемное интегрирование рассмотренных дифференциально-векторных операций к поверхностному при постоянстве одного из векторов.

Как и выше, рассматриваем магнитное тело объема V_T , ограниченное поверхностью S_T , считая, что: в этом теле создано непрерывное магнитное поле, испытывающее разрыв непрерывности лишь на поверхности S_T ; материал тела намагничивается с постоянной для всех точек объема V_T намагниченностью $\bar{M} = \bar{M}_0 = \text{const}$.

Как и выше, разобьем весь объем тела на два объема замкнутой поверхностью S_i , лежащей целиком внутри объема V_T и ограничивающей объем V_i (рис. 1). Тогда объемное интегрирование выражения $-\bar{H} \cdot \text{div} \bar{M}$ по объему тела V_T можно представить в виде следующей суммы интегралов от выражения $-\bar{H} \cdot \text{div} \bar{M}$ по объемам V_i и $\Delta V = V_T - V_i$ (рис. 1). При этом с учетом рассматриваемого условия $\bar{M} = \bar{M}_0 = \text{const}$ и с учетом отсутствия поверхностей разрыва внутри объема V_T , для всех точек объема V_i (включая и точки на поверхности S_i , ограничивающей этот объем) имеем равенство нулю для $\text{div} \bar{M}$, что дает в итоге право записать равенство:

$$-\int_{V_T} \bar{H} \cdot \text{div} \bar{M} \cdot dV = -\int_{V_T - V_i} \bar{H} \cdot \text{div} \bar{M} \cdot dV. \quad (10)$$

Итак, задача определения интеграла по объему V_T от выражения $-\bar{H} \cdot \text{div} \bar{M}$ при условии $\bar{M} = \bar{M}_0 = \text{const}$ свелась к задаче интегрирования этого выражения в объеме поверхностного слоя $\Delta V = V_T - V_i$ (рис. 1). Для решения последней задачи запишем выражение $-\bar{H} \cdot \text{div} \bar{M}$ в прямоугольной системе координат \bar{n} и $\bar{\tau}$ для любого дифференциального элемента поверхностного слоя (рис. 1, 3). Это дает для нормальной и тангенциальной составляющих этого выражения, соответственно, следующее:

$$\begin{aligned} -H_n \cdot \text{div} \bar{M} \cdot \bar{1}_n &= -H_n \cdot \left(\frac{\partial M_n}{\partial n} + \frac{\partial M_\tau}{\partial \tau} \right) \cdot \bar{1}_n, \\ -H_\tau \cdot \text{div} \bar{M} \cdot \bar{1}_\tau &= -H_\tau \cdot \left(\frac{\partial M_n}{\partial n} + \frac{\partial M_\tau}{\partial \tau} \right) \cdot \bar{1}_\tau. \end{aligned} \quad (11)$$

Примем, что все рассматриваемые векторы и их производные определенным образом изменяются в пределах поверхностного слоя объема $\Delta V = V_T - V_i$. А именно, примем, что (рис. 3):

- по направлению нормали \bar{n} вектор намагниченности, не изменяя своего направления, изменяется по модулю линейно от значения M_0 (при $x=0$) до нуля (при $x=L$), что дает для нормальной составляющей вектора намагниченности в поверхностном слое следующую зависимость (здесь M_{n0} – нормальная составляющая вектора $\bar{M} = \bar{M}_0 = \text{const}$):

$$M_n = M_{n0} \cdot (1 - x/L); \quad (12)$$

- нормальная составляющая вектора напряженности поля также изменяется линейно в поверхностном слое от значения H_{ni} на поверхности S_i до значения H_{ne} на поверхности S_T :

$$H_n = (H_{ne} - H_{ni}) \cdot x/L + H_{ni}. \quad (13)$$

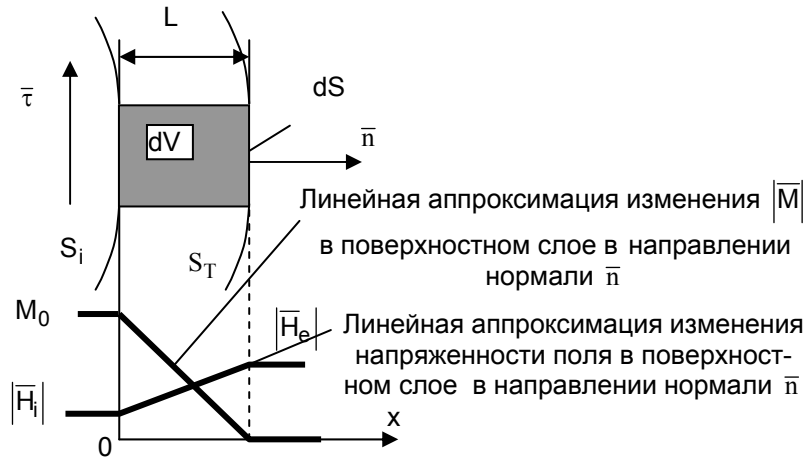


Рис. 3. К объемному интегрированию дифференциально-векторных операций с векторами поля при постоянстве одного из векторов поля

Что же касается тангенциальной составляющей вектора намагниченности, то для нее в пределах объема ΔV можно утверждать, что ее тангенциальная производная равняется нулю при принятом условии постоянства вектора намагниченности внутри объема тела. Тангенциальная же составляющая вектора напряженности, согласно условиям, на поверхностях разрыва для векторов магнитного поля остается постоянной для поверхностного слоя.

Таким образом, учитывая изложенное и соотношения (12) и (13), вместо (11) можно записать следующее представление составляющих выражения $-\bar{H} \cdot \text{div} \bar{M}$ в поверхностном слое ΔV :

$$-H_n \cdot \text{div} \bar{M} \cdot \bar{1}_n = \left((H_{ne} - H_{ni}) \cdot \frac{x}{L} + H_{ni} \right) \cdot \frac{M_{n0}}{L} \cdot \bar{1}_n,$$

$$-H_\tau \cdot \text{div} \bar{M} \cdot \bar{1}_\tau = H_\tau \cdot \frac{M_{n0}}{L} \cdot \bar{1}_\tau.$$

Интегрирование этих составляющих по объему поверхностного слоя дает в результате следующие равенства (при их записи учтено, что дифференциальный объем dV в объеме поверхностного слоя ΔV может быть представлен как $dV = dx \cdot dS$, где dx – дифференциальный размер в направлении нормали к поверхностям S_i и S_T , которые принимаются равными в пределе при $S_i \rightarrow S_T$):

$$\begin{aligned} -\bar{1}_n \cdot \int_{\Delta V} H_n \cdot \text{div} \bar{M} \, dV &= \bar{1}_n \int_{S_T} \frac{M_{n0}}{L} \cdot \left(\int_0^L \left((H_{ne} - H_{ni}) \cdot \frac{x}{L} + H_{ni} \right) \cdot dx \right) \cdot dS = \\ &= \bar{1}_n \int_{S_T} \frac{M_{n0}}{L} \cdot \left(\left((H_{ne} - H_{ni}) \cdot \frac{x^2}{2 \cdot L} + H_{ni} \cdot x \right) \Big|_0^L \right) \cdot dS = \bar{1}_n \int_{S_T} \frac{1}{2} \cdot M_{n0} \cdot (H_{ne} + H_{ni}) \cdot dS \end{aligned}$$

и

$$\begin{aligned}
-\bar{1}_\tau \cdot \int_{\Delta V} H_\tau \cdot \operatorname{div} \bar{M} \cdot dV &= \bar{1}_\tau \cdot \int_{S_T} \frac{M_{n0}}{L} \cdot \left(\int_0^L H_\tau \cdot dx \right) \cdot dS = \\
&= \bar{1}_\tau \cdot \int_{S_T} \frac{M_{n0}}{L} \cdot (H_\tau \cdot x_{l0}^L) \cdot dS = \bar{1}_\tau \cdot \int_{S_T} M_{n0} \cdot H_\tau \cdot dS,
\end{aligned}$$

использование которых позволяет записать для объемного интеграла выражения $-\bar{H} \cdot \operatorname{div} \bar{M}$ по объему поверхностного слоя ΔV , равного, согласно (10), объемному интегралу от этого выражения по объему тела V_T , следующее:

$$-\int_{V_T} \bar{H} \cdot \operatorname{div} \bar{M} \cdot dV = \int_{S_T} \left(\frac{1}{2} \cdot M_{n0} \cdot (H_{ne} + H_{ni}) \cdot \bar{1}_n + M_{n0} \cdot H_\tau \cdot \bar{1}_\tau \right) \cdot dS. \quad (14)$$

Если теперь формально записать тангенциальную составляющую напряженности магнитного поля на поверхности S_T как сумму $H_\tau = 0.5 \cdot (H_{\tau e} + H_{\tau i})$, где $H_\tau = H_{\tau e} = H_{\tau i}$, а нормальную составляющую намагниченности M_{n0} записать как скалярное произведение $(\bar{n} \cdot \bar{M}_0)$, то соотношение (14) можно переписать к следующему виду:

$$-\int_{V_T} \bar{H} \cdot \operatorname{div} \bar{M} \cdot dV = \int_{S_T} 0.5 \cdot (\bar{H}_e + \bar{H}_i) \cdot (\bar{n} \cdot \bar{M}_0) \cdot dS, \quad (15)$$

где \bar{H}_e и \bar{H}_i – вектор напряженности магнитного поля, соответственно, на наружной и внутренней сторонах поверхности S_T .

Равенство (15) представляет собой искомый результат по объемному интегрированию (по объему магнитного тела) выражения $-\bar{H} \cdot \operatorname{div} \bar{M}$ при условии $\bar{M} = \bar{M}_0 = \text{const}$. Отметим, что этот результат полностью соответствует тому, который можно получить из равенства (1), если принять в нем $\bar{a} = \bar{H}$, $\bar{b} = \bar{M}$, $\bar{b}_0 = \bar{M}_0$ и $\bar{b}_e = \bar{M}_e = 0$.

Выводы

Постоянство одного из векторов в дифференциально-векторных операциях, соответствующих известным аналитическим выражениям для удельной пондеромоторной силы магнитного поля, позволяет свести объемное интегрирование этих выражений при определении суммарной силы магнитного поля на магнитное тело к поверхностному интегрированию, содержащему определенную комбинацию векторов поля на наружной и внутренней сторонах поверхности интегрирования.

Литература

1. Павлов В.И. К дискуссиям по проблеме пондеромоторных сил// Успехи физических наук.– 1978.– Т. 124, вып. 2.– С. 345-349;
2. Тамм И.Е. Основы теории электричества.– М.: Наука, 1989.– 504 с;
3. Бранспиз Ю.А. Теория расчета силового воздействия магнитного поля на магнетики.– Луганск: Изд-во ВЛУ, 1997.– 128 с;
4. Иванов-Смоленский А.В. Электромагнитные силы и преобразование энергии в электрических машинах.– М.: Высш. шк., 1989.– 312 с;
5. Бранспиз Ю.А. Сведение объемного и интегрирования к поверхностному для специальной комбинации дифференциально-векторных операций над векторами магнитного поля// Вісник СУДУ.– 1998.– № 1(11).– С. 32-36.

Букреев В.В.

ИМПУЛЬСНЫЙ ЖЕЛЕЗОТДЕЛИТЕЛЬ

Предложен принципиально новый способ построения магнитной системы железотделителя, который позволяет уменьшить металлоемкость конструкции и энергопотребление. Способ основан на комбинации катушек, питаемых импульсным током, с блоком постоянных магнитов. Металлоемкость железотделителя уменьшена за счет того, что в конструкции не используется ферромагнитный сердечник. Приведены некоторые методики расчета магнитной системы железотделителя.

Извлечение ферромагнитных деталей из потока неметаллического материала (уголь, песок, сахар, мука и т.п.) на конвейере в настоящее время осуществляется электромагнитами, которые располагаются в непосредственной близости от потока и работают в непрерывном режиме. Для создания магнитного поля, необходимого для извлечения ферромагнитных включений, электромагниты должны иметь ферромагнитные сердечники, которые при значительной ширине ленты конвейера (до 2 м) приобретают большие габариты и массу (до 3 т) [1]. Такой метод извлечения эффективен при небольших потоках контролируемой среды (ширина конвейера до 0,2÷0,4 м). Для угольных конвейеров метод постоянно включенного железотделителя становится неэффективным.

Попытки создать информационную систему, которая бы подавала команду на включение железотделителя при наличии ферромагнитной детали в потоке угля за несколько метров до железотделителя, то есть попытки автоматизировать работу железотделителя, также оказались малоэффективными, так как коммутация обмотки катушки железотделителя, индуктивность которой превышает 5 Гн, представляет собой сложную техническую задачу и, самое главное, габариты железотделителя за счет прерывистого режима работы удается сократить всего на 5÷8 %.

Кардинальным решением проблемы уменьшения металлоемкости железотделителя является изменение его конструкции. В статье предлагается новый принцип построения железотделителя, который заключается в следующем:

- железотделитель выполнен секционированным по ширине конвейера;
- катушки железотделителя не содержат ферромагнитные сердечники;
- объем внутри катушек заполнен постоянными магнитами;
- катушки питаются импульсным током;
- имеются датчики, которые определяют наличие ферромагнитных деталей в угольном потоке и дают сигнал на подачу импульса тока в обмотки катушек, причем именно в ту секцию, в которой обнаружена ферромагнитная деталь; в паузах между импульсами катушки железотделителя служат электромагнитными датчиками.

Упрощенная схема конструкции двухсекционного железотделителя показана на рис.1. Над лентой конвейера 1 установлено две секции катушек 2, в объеме которых расположены блоки постоянных магнитов 3. В катушки железотделителя постоянно подается ток 0,01А частотой 6кГц, и они работают как датчики наличия ферромагнитных деталей в потоке угля. При вхождении детали 5 в зону датчиков последние формируют сигнал той секции, под которой находится деталь. Сигнал с датчика подается на импульсный емкостной накопитель, который подает импульс тока величиной 7кА в обмотку катушки той секции, под которой находится деталь. Длительность импульса $(4\div 5) \cdot 10^{-3}$ с. Под действием пондеромоторной силы, созданной импульсом тока, деталь вырывается из потока угля и попадает в зону действия постоянных магнитов, которые притягивают

ее к ленте транспортера. Транспортер выносит деталь из рабочей зоны железотделителя.

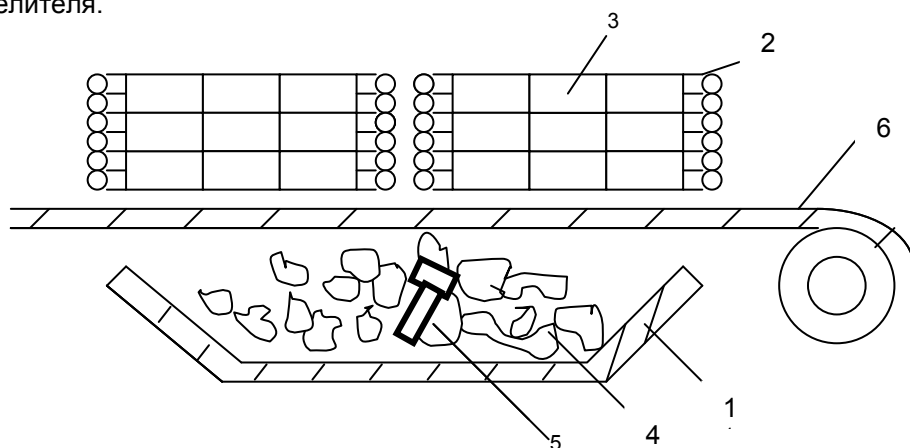


Рис.1. Схема железотделителя для угольного потока:
 1 – лента конвейера, 2 – катушка секции железотделителя,
 3 – блок постоянных магнитов, 4 – уголь, 5 – ферромагнитная деталь,
 6 – транспортер

Нормальную работу железотделителя обеспечивает точный расчет всех его основных элементов: катушек, блока постоянных магнитов, формирователя импульса тока.

Блок-схема управления железотделителем показана на рис.2. В обмотку катушки 1 с генератора 5 подается синусоидальный ток 0,01А частотой 6кГц. Выходной сигнал с катушки поступает на устройство обработки выходного сигнала датчика 2. Схема анализа сигнала 3 определяет секцию, в которой сигнал имеет максимальное значение, и после этого информация о наличии в потоке угля ферромагнитного тела подается в блок управления 4. Назначение блока управления – сформировать управляющие сигналы на генерирование импульса тока генератором 7 и на схему управления транспортером 6. После удаления ферромагнитной детали из зоны действия железотделителя транспортер выключается.

Размеры катушек секций выбираются такими, чтобы при заданном расстоянии до извлекаемой детали y напряженность поля была максимальной. Этому условию соответствует сторона катушки, равная $a = 1,15y$.

Поскольку по всей толщине слоя угля следует сохранить постоянную пондеромоторную силу, то величина напряженности магнитного поля должна быть равной $H(y) = \sqrt{2f_0 y}$, где $f_0 = H_{grad}H$ – величина удельной пондеромоторной силы.

Путем подбора витков катушки в рабочем объеме железотделителя синтезируется необходимое магнитное поле. Значение напряженности поля в рабочем объеме железотделителя принимает значение $(0,8 \div 1,0) \cdot 10^5$ А/м.

Блок постоянных магнитов каждой секции набирается из феррит-бариевых магнитов прямоугольной формы. При расчете пондеромоторной силы, создаваемой блоками магнитов, полагается, что намагниченность в каждом блоке постоянна и магнитное поле блоков аппроксимируется полем двух плоскостей, на которых равномерно распределен простой слой магнитных зарядов.

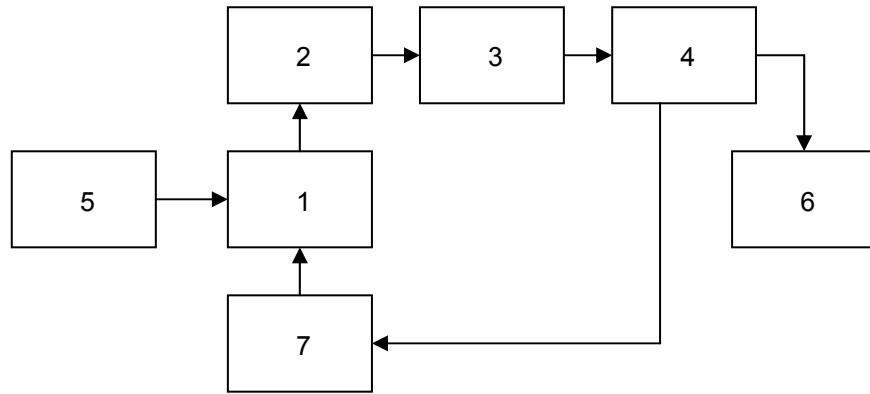


Рис.2. Блок-схема автоматического управления железотделителем: 1 – катушка секции, 2 – устройство обработки выходного сигнала датчика, 3 – анализатор сигнала, 4 – схема управления, 5 – генератор датчика, 6 – блок включения транспортера, 7 – формирователь импульса тока

Скалярный магнитный потенциал в i -ой точке рабочей области железотделителя, создаваемый прямоугольной площадкой с простым слоем магнитных зарядов, равен [2]:

$$\varphi_i = \frac{1}{4\pi} \int_{S_j} M_n \frac{1}{(\vec{r}_i - \vec{r}_j)} dS_j, \quad (1)$$

где j, i – точки источника и наблюдения, \vec{r}_j, \vec{r}_i – радиус-векторы точек источника и наблюдения, M_n – плотность простого слоя магнитных зарядов.

Согласно (1) напряженность магнитного поля, создаваемого простым слоем зарядов, равна:

$$\vec{H} = -\text{grad}\varphi = -\vec{1}_x \frac{\partial \varphi}{\partial x} - \vec{1}_y \frac{\partial \varphi}{\partial y} = -\vec{1}_x \frac{\partial}{\partial x_i} \int_{-\Delta x}^{\Delta x} \int_{-\Delta y}^{\Delta y} \frac{M_n dx_j dy_j}{\sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + z_i^2}} - \vec{1}_y \frac{\partial}{\partial y_i} \int_{-\Delta x}^{\Delta x} \int_{-\Delta y}^{\Delta y} \frac{M_n dx_j dy_j}{\sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + z_i^2}}. \quad (2)$$

Интегралы в формуле (2) берутся в аналитическом виде [2]. Далее определяется удельная пондеромоторная сила:

$$\vec{T} = H \text{grad}H = \vec{1}_x \frac{\pm M_n^2}{4\pi} \psi_x + \vec{1}_y \frac{\pm M_n^2}{4\pi} \psi_y + \vec{1}_z \frac{\pm M_n^2}{4\pi} \psi_z. \quad (3)$$

Здесь ψ_x, ψ_y, ψ_z – функции координат. Их аналитические выражения приведены в [2].

Как показывают численные расчеты при $M_n = 2,8 \cdot 10^5$ А/м и $a = 0,52$ м, среднее значение модуля пондеромоторной силы на расстоянии $y = 0,05$ м от нижней плоскости железотделителя равно $T_{cp} = 4,7 \cdot 10^{10}$ А²/м³. При проницаемости формы ферромагнитной детали $\chi = 3$ минимальное значение пондеромоторной силы должно быть равно:

$$T_{\min} = \frac{\rho g}{\mu_0 \chi} = 2 \cdot 10^{10} \frac{\text{А}^2}{\text{М}^3}, \quad (4)$$

где $\rho = 7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ – плотность железа, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$ – магнитная постоянная. Так как $T_{cp} \geq T_{min}$, то ферромагнитное тело будет удерживаться на поверхности ленты транспортера.

Таким образом, импульсный железоотделитель при правильном выборе параметров работоспособен, что подтвердили натурные испытания макета железоотделителя.

Выводы

1. Существующие конструкции электромагнитных железоотделителей имеют ферромагнитный сердечник, что не позволяет радикально уменьшить металлоемкость электрического аппарата.

2. Возможность значительно уменьшить (на 40÷50%) металлоемкость железоотделителей заключается в переходе на импульсный режим с использованием блоков постоянных магнитов для удерживания ферромагнитных деталей у поверхности ленты транспортера, удаляющего деталь из рабочей зоны железоотделителя.

3. Импульсный режим работы железоотделителя может быть реализован только в автоматическом режиме работы, для чего обмотка железоотделителя используется одновременно как датчик обнаружения ферромагнитной детали в потоке угля на конвейере.

Литература

1. Сумцов В.Ф. Электромагнитные железоотделители // М.: Машиностроение, - 1978. -174 с;
2. Букреев В.В. Совершенствование систем с постоянными магнитами железоотделителей барабанного типа. Канд. дисерт. - Луганск. – 2000. – 158 с.

УДК 534.29

Веремеенко И.Л., Данихно И.А., Коростылев В.Б.

О ДИНАМИКЕ СФЕРИЧЕСКОЙ ПАРОГАЗОВОЙ КАВЕРНЫ В ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОМ ИМПУЛЬСНОМ АКУСТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Приведены результаты экспериментов по исследованию кавитационных процессов в импульсном интерференционном акустическом поле. Получены результаты численного решения модели Келера-Миксиса для данного случая. Рис.5, ист.3.

Введение

В последние годы в физике наметился повышенный интерес к проблеме кавитации. В первую очередь это связано с открытием Крамом в 1992 г. однопузырьковой кавитации. Работы по изучению данных процессов указали на отличие параметров и процессов, происходящих внутри такой полости от давно открытой многопузырьковой кавитации. В то же время весьма остро сегодня стоит задача в установлении своеобразной переходной модели между одно- и многопузырьковой кавитацией, которая, возможно, выявит новые физико-химические эффекты и приведет к получению новых соединений и энергий.

Экспериментальная часть

Авторами была разработана экспериментальная установка [1], позволяющая провести эксперименты по изучению вышеописанного эффекта. Кратко напомним принцип ее работы и основные характеристики. На пьезокерамический излучатель подавался высоковольтный импульс амплитудой 14 кВ и длительностью 7мкс. Длительность была выбрана исходя из резонансных характеристик излучателя для получения максимальной передаточной характеристики через

систему согласующих прослоек (стекло-оргстекло). Генерируемая плоская акустическая волна переходила в исследуемую жидкость и создавала в ней давление около 10^6 Па. Однако, как показали эксперименты по определению амплитуды давления, излучатель после снятия высоковольтного импульса продолжал генерацию волн, затухая за 6-7 периодов, что приводило к суперпозиции волн. Типичная осциллограмма импульса давления показана на рис.1. Были исследованы следующие виды жидкостей: дистиллированная вода барботированная воздухом, дистиллированная вода барботированная CO_2 , 10% раствор глицерина в воде + воздух. На рис.1 показана фотография акустического импульса, снятого с помощью гидрофона на расстоянии 26мм от дна кюветы и визуализированная на экране запоминающего осциллографа С8-14. Временное разрешение составляло 10мкс/дел амплитудное 5В/дел. Калибровка гидрофона методом падающих шаров показала соотношение давление/амплитуда $1,2 \times 10^5 \text{ Па/1В}$. Таким образом, регистрируемое давление около $1,2 \times 10^6 \text{ Па}$. Задержка в 30мкс полезного сигнала от момента запуска осциллографа объясняется конечной скоростью прохождения звуковой волны по волноводу гидрофона и жидкости. На фотографии четко видно взаимное наложение прямых и отраженных акустических волн.

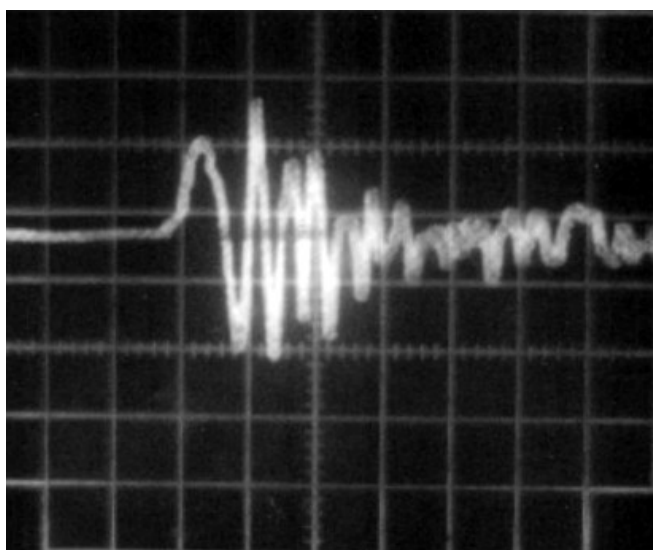


Рис.1 Осциллограмма импульса давления

Регистрация соновспышек проводилась с помощью фотоэлектрического умножителя ФЭУ-84-5 с диапазоном видимости 360-800 нм и максимумом спектральной активности 430нм. Типичная осциллограмма сонолюминесценции, наблюдаемой в дистиллированной воде барботированной воздухом, изображена на рис.2

Во всех исследуемых жидкостях свечение наблюдалось через 30-40 мкс после начала акустического воздействия и заканчивалось через 100-110 мкс. В большинстве экспериментов вспышки повторялись через строго определенный период 15-20 мкс. Фотометрическим методом была измерена цветовая температура такой вспышки. Измерения производились с помощью калиброванных фотоумножителей типа ФЭУ-84-5 на трех длинах волн 426 нм, 555 нм и 706 нм, которые вырезались интерференционными светофильтрами с максимумами на указанных длинах волн и спектральной дисперсией 100Å. Данный вид измерений позволил более точно определить цветовую температуру соновспышек, которая оказалась около 3500К. Кроме того, было замечено резкое увеличение сигнала в

области 426 нм, которое, по-видимому, можно идентифицировать как наличие в данной области эмиссионной линии CO_2 . Тогда спектр данного свечения напоминает спектры соновспышек, наблюдаемых в жидких углеводородах. Наличие этой линии говорит о правильности измерения температуры, однако остается открытым вопрос о происхождении данного вида свечения в дистиллированной воде, барботированной воздухом.

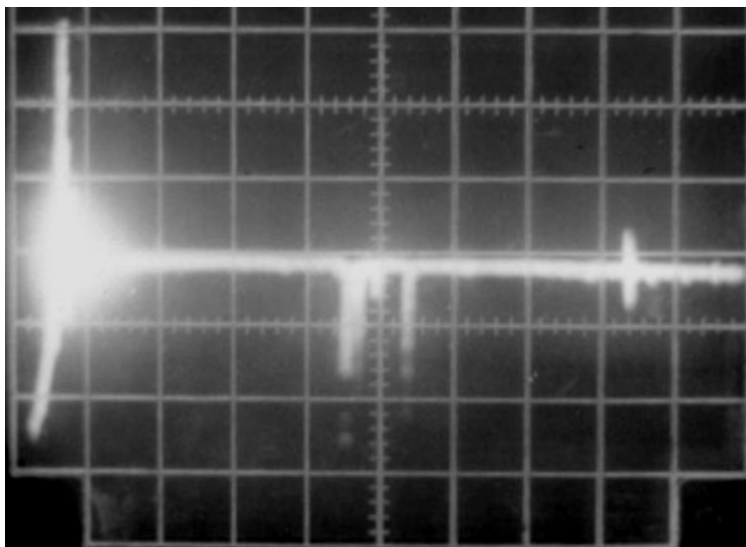


Рис.2 Оциллограмма кавитационного свечения в дистиллированной воде барботированной воздухом.

Авторы работы полагают, что данный метод воздействия на жидкость позволит прояснить вопрос о переходной модели между одно- и многопузырьковой сонолюминесценцией. Ведь для таких полей характерно наличие эффекта просветления кавитационной зоны, т.е. объемная концентрация пузырьков здесь значительно меньше, чем при непрерывном воздействии, а акустическая проницаемость зоны выше. Это приводит к ослаблению силы взаимодействия пузырьков, кроме того, максимальные размеры полостей на несколько порядков меньше длины акустической волны, все это должно способствовать сохранению сферической формы каверен и, как следствие, повышению термодинамических параметров внутри нее.

Необходимо также отметить, что явление однопузырьковой кавитации наблюдается в ограниченном диапазоне давлений и частот акустического поля (1,3-1,6 атм, 20-40кГц), согласующихся с равновесными размерами полостей. Это связано с критериями устойчивости. При не соответствии каких-либо параметров, полость либо не люминесцирует либо фрагментируется. Чтобы избежать данную трудность и была создана наша установка.

Математическое моделирование

В связи с вышеприведенным в работе проанализирована динамика одиночной сферической полости, находящейся в поле быстрозатухающих интерферирующих импульсных акустических волн. Для расчетов приняты параметры, реализующиеся при данном воздействии на дистиллированную воду барботированную воздухом давление -10атм, период -7мкс, начальный радиус пузыря 5мкм.

На данный момент динамику пузыря наиболее полно описывает математическая модель, предложенная Келером и Миксисом [2], учитывающая влияния реального газа, вязкости и сжимаемости жидкости:

$$R\ddot{R}\left(1 - \frac{\dot{R}}{c}\right) + \frac{3}{2}\dot{R}^2\left(1 - \frac{\dot{R}}{3c}\right) + \frac{1}{\rho}\left(1 + \frac{\dot{R}}{c}\right) \cdot PT(R, \dot{R}, t) + \left(\frac{R}{\rho \cdot c}\right) \cdot \frac{dPT(R, \dot{R}, t)}{dt} = 0, \quad (1)$$

$$PT(R, \dot{R}, t) = \left(P_{g0} - P_s + \frac{2 \cdot \sigma}{r_0}\right) \cdot \left(\frac{r_0^3 - b_1^3}{R^3 - b_1^3}\right)^\gamma + P_s \cdot \left(\frac{r_0^3 - b_1^3}{R^3 - b_1^3}\right)^\gamma - \left(\frac{2 \cdot \sigma}{R}\right) - \left(\frac{4 \cdot \mu \cdot \dot{R}}{R}\right) - P_h - P_a, \quad (2)$$

где P_{g0} – давление газа в начальном пузырьке, Па;

P_s – давление насыщенного пара, Па;

P_h – гидростатическое давление, Па;

P_a – акустическое давление, Па.

b_1 – радиус шара, в котором распределение молекул парогазовой смеси внутри пузырька соответствует наиболее плотной упаковке. Причём

$$b_1^3 = \frac{3n_g b_g}{4\pi} + \frac{3n_v b_v}{4\pi}, \quad (3)$$

где b_g – константа Ван-дер-Ваальса для газа;

b_v – константа Ван-дер-Ваальса для водяного пара, м³/моль;

n_g – число молей газа в пузырьке;

n_v – число молей водяного пара в пузырьке.

Соответственно, число молей газа и водяного пара для уравнения (3), равны

$$n_g = \left(\frac{P_{g0} - P_s + \frac{2 \cdot \sigma}{r_0}}{k_b \cdot T_0}\right) \cdot \frac{V_0}{Na}, \quad (4)$$

$$n_v = \left(\frac{P}{k_b \cdot T_0}\right) \cdot \frac{V_0}{Na}, \quad (5)$$

где r_0 – начальный радиус пузырька, м;

V_0 – начальный объём пузырька, м³;

k_b – постоянная Больцмана, равная $k_b = 1.381 \cdot 10^{-23}$ Дж/К;

Na – постоянная Авогадро, равная $Na = 6.022 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹.

Объём пузырька легко вычислить, зная начальный радиус $V = \frac{4}{3} \pi r_0^3$.

Акустическое давление для одного периода можно записать так:

$$P_a = \frac{P_m \sin\left(\frac{2\pi}{\tau} \cdot t\right)}{\left(1 + \exp\left(\frac{t - \tau}{0.01 \cdot \tau}\right)\right)}, \quad (6)$$

где P_m – максимальная амплитуда звуковой волны; τ – период осцилляции пьезоэлектрического, равный 7 мкс.

Далее данная модель дополняется учетом адиабатичности процесса при схлопывании.

Если теплопередача происходит быстро относительно движения пузырька, и из-за малой массы содержимого пузырька выделяющееся тепло очень быстро поглощается водой, и, следовательно, температура пара и газов в пузырьке остается неизменной, а значит, будет иметь температуру жидкости, откуда, давление определяется изотермическим уравнением состояния с $\gamma = 1$. С другой стороны, если движение стенки пузырька довольно быстро относительно масштаба времени теплопередачи, то тепло, не будет успевать покинуть пределы пузырька, и пузырек будет нагреваться адиабатически при схлопывании и на начальной стадии расширения. Для многоатомного газа это подразумевает значение $\gamma = 1.4$. Существует критерий, который описывает различие между этими двумя режимами – критерий Пеклея [2]:

$$Pe = \frac{R|\dot{R}|}{\chi_g}, \quad (7)$$

где χ_g – коэффициент теплопроводности газа.

Коэффициент теплопроводности газа в свою очередь зависит от теплопроводности, плотности воздуха и теплоёмкости при постоянном давлении, таким образом:

$$\chi_g = \frac{\lambda}{C_p \rho_{V0}}. \quad (8)$$

Плотность парогазовой смеси в свою очередь зависит от радиуса пузырька:

$$\rho_V = \rho_{V0} \left(\frac{r_0}{R}\right)^3, \quad (9)$$

где r_0 – начальный радиус пузырька, м; R – текущий радиус пузырька, м.

Для оценки теплопроводности разреженного газа применима формула Эйнена[3]:

$$\lambda = \frac{10^2 \eta C_V}{M \left(1 + \frac{9}{4} \frac{R}{C_V}\right)}, \quad (10)$$

где η – динамическая вязкость, Па·с;

C_V – молярная теплоёмкость при постоянном объёме, Дж/(моль·К);

M – молярная масса воздуха, кг/моль;

R – универсальная газовая постоянная.

Согласно элементарной кинетической теории газов выражение для динамической вязкости газа, моделируемого шариками с независимым от скорости сечением соударений, имеет вид

$$\eta = \frac{1}{3} \frac{m \langle v \rangle}{\sigma r}, \quad (11)$$

где m – масса частицы газа, кг; $\langle v \rangle$ – средняя тепловая скорость, м/с; σr – сечение рассеивания, м².

При этом средняя тепловая скорость молекулы равна

$$\langle v \rangle \approx \sqrt{\frac{2kT}{m}}, \quad (12)$$

где k – постоянная Больцмана; T – температура молекулы.

А сечение рассеивания равно $\sigma r = 1.9^2 \cdot 10^{-20} \pi$.

При заданных величинах для парогазовой смеси, подставляя (8) – (12) в (7), находим значение для критерия Пеклея:

$$Pe(R, V) = \frac{1.149 \cdot 10^{-10} \pi}{R^2} \cdot \frac{V}{\left(\frac{1}{R^3 - 6.46 \cdot 10^{-20}} \right)^{0.2}}, \quad (13)$$

где R и V – текущий радиус и текущая скорость пузырька соответственно.

Окончательно показатель адиабаты равен:

$$\gamma = \begin{cases} 1, & \text{if } Pe(R, V) \leq 1 \\ 1.4, & \text{if } Pe(R, V) > 1 \end{cases} \quad (14)$$

В связи с ограниченностью размеров кюветы, как уже отмечалось при расчете, необходимо учитывать явление интерференции. Интерференция наблюдается вследствие наложения волн, идущих от пьезокерамики и волн, отраженных от свободной поверхности жидкости. Пусть H – высота жидкости в цилиндрической кювете, а H_d – высота, на которой образовался пузырёк (рис.2).

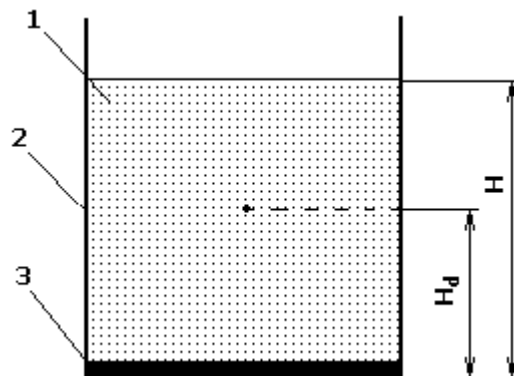


Рис. 2. Кювета с исследуемой жидкостью:

1 – исследуемая жидкость; 2 – корпус кюветы; 3 – пьезокерамика

Тогда, в начале, звуковая волна, идущая от пьезокерамики, проходит расстояние H_d , прежде чем дойти до пузырька. Так как скорость звука в жидкости $c = 1480 \text{ м/с}$, то время, за которое волна дойдёт до пузырька, равно $t_z = \frac{H_d}{c}$. Это время будем называть временем задержки. Далее волна, отразившись от свободной поверхности жидкости, дойдёт до пузырька, пройдя расстояние $H_1 = H + H - H_d = 2H - H_d$, через время $t_1 = \frac{2H - H_d}{c}$. Таким образом, через время t_1 происходит наложение волны, идущей от пьезокерамики, и волны, отраженной от свободной поверхности жидкости. Тогда через время $t_2 = \frac{2H + H_d}{c}$ получается следующее наложение волн и т.д., отсюда и наблюдается интерференционная картина.

Так как пьезокерамика излучает затухающие периодические колебания в течение 7 периодов, то важно рассмотреть всего пять отражений волн от свободной поверхности жидкости и от поверхности излучателя, поскольку влияние последующих уже не будет столь значительным.

Для расчета интерференционной картины удобнее пользоваться подпрограммой с функцией, зависящей от времени и высоты нахождения пузырька.

```

DD(t,hd) := FF ← 0
for n ∈ 0..5
  FF ← FF + sin[2·π·(t - n·H + hd) / T1] · e-tau·(t - hd) / C if [(-1)n = 1] ∧ (t ≥ n·H + hd)
  FF ← FF - sin[2·π·(t - (n + 1)·H - hd) / T1] · e-tau·(t - hd) / C if [(-1)n = -1] ∧ [t ≥ (n + 1)·H - hd]
FF·106

```

На рис. 3 показан пример расчета наложения волн на глубине $hd=26 \text{ мм}$ в кювете высотой $H=40 \text{ мм}$, выполненный в пакете прикладных программ MathCad. Как видно из графика, наложение волн оказывает сильное влияние на результирующую кривую.

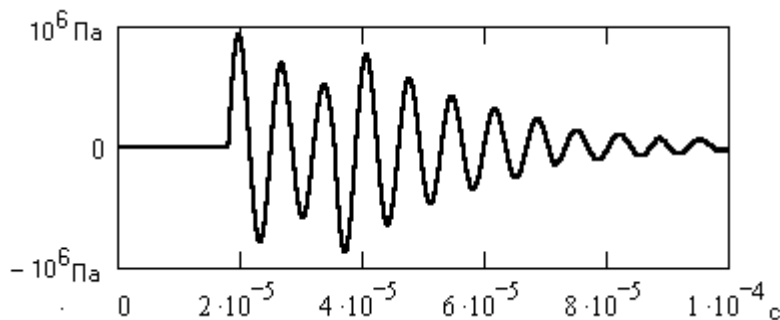


Рис. 3. Пример интерференционной картины на глубине 27 мм в 40 мм кювете

Численное моделирование уравнения (1) с учетом интерференции, выполненное методом Рунге-Куты 5-го порядка, показано на рис.4

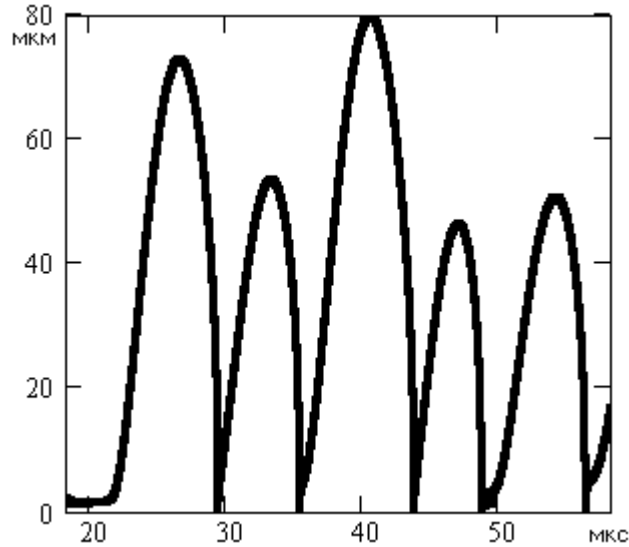


Рис.4. Динамика каверны в интерференционном акустическом поле

Расчет температуры внутри каверны представлен на рис.5.

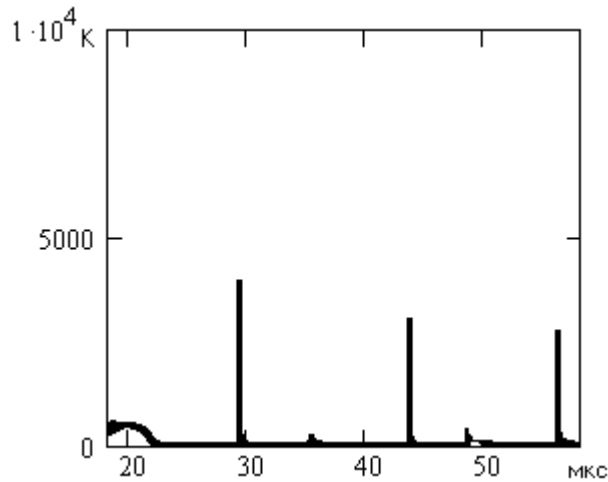


Рис.5. Расчет температуры внутри парогазовой каверны

Из рис.4 видно, что наличие такого акустического поля приводит к тому, что пузырь практически не изменяет максимальные размеры в течение нескольких периодов пульсаций, и свечение наблюдается в течении сравнительно большого периода времени, а рис.5 показывает, что температура внутри него не превышает 4000К. Данные результаты хорошо согласуются с экспериментальными данными, приведенными выше.

Выводы

Анализируя вышеизложенное, можно сделать выводы:

1. Воздействие на жидкость слабых импульсных акустических полей приводит к возникновению кавитирующих пузырей.
2. Физические параметры внутри таких полостей отличаются от реализующихся как при многопузырьковой, так и при однопузырьковой кавитациях.

3. Обнаружение эмиссионных линий CO_2 в спектре соновспышек говорит о довольно низких температурах внутри каверен, скорее всего, там происходит горение кислородно-углеродной смеси.

4. Численное решение динамики пузыря по модели Келера и Миксиса с учетом интерференционных акустических эффектов показало хорошую сходимость с экспериментальными данными и может быть применено для инженерных расчетов различных ультразвуковых устройств.

Литература

1. Веремеенко И.Л. и др. Установка для исследования импульсного воздействия на жидкость акустических и гидродинамических полей. // Вісник СХУ ім. В. Даля -2004- №6(76) с.206-211

2. A.Moshaii, R. Sadighi-Bonabi, M. Taeibi-Rahni. Compressibility Consideration in the Boundary of a Strongly Collapsing Bubble, volume 3, 24 Aug 2003.

3. А.П. Бабичев, Н.А. Бабушкина, А.М. Братковский. Физические величины: справочник. –М.: Энергоатомиздат, 1991 г.

УДК 621.83

Грибанов В.М., Ляшенко Т.В., Фесенко Т.Н., Малый Д.В.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЛОКАЛЬНОЙ КИНЕМАТИКИ И ГИДРОДИНАМИКИ АРОЧНЫХ ПЕРЕДАЧ НОВИКОВА

Приведены результаты численного исследования точности арочных передач Новикова. Проведен сравнительный анализ арочных и косозубых передач.

Постановка проблемы

Эксплуатационные характеристики зубчатых передач Новикова в значительной степени зависят от точности их изготовления и монтажа. В настоящее время в Украине и в странах СНГ для арочных передач Новикова не существует официальных нормативно-технических документов по точности их изготовления и монтажа, что является фактором, сдерживающим более широкое промышленное освоение прогрессивного зацепления [2].

Цель статьи

Специфическими для передач Новикова с арочным зубом являются локально-кинематические и гидродинамические особенности в районе вершин арок. В связи с этим, а также с целью правильного назначения допусков, представляется целесообразным рассмотреть и сравнить упомянутые характеристики цилиндрических косозубых и арочных передач Новикова.

Основной материал

Часть расчетов, для угловой скорости шестерни $\omega_1 = 1$ рад/с, представлена в таблицах 1 и 2: размерность коэффициентов влияния качественных показателей $g_i - [мм^{-1}]$; размерность $g_0, g - [рад]$ [1,2]. Анализ результатов позволяет сформулировать следующие выводы.

Косозубые цилиндрические передачи. На относительную скорость скольжения $V^{(12)}$ [1] зубьев доминирующее равностепенное влияние оказывают смещения $T_{Hr}^{(1)}, T_{Hr}^{(2)}$ исходного контура и радиальные биения $F_{rr}^{(1)}, F_{rr}^{(2)}$ зубчатых венцов, и в меньшей степени – погрешности $f_{fr}^{(1)}, f_{fr}^{(2)}, f_{f0}^{(1)}, f_{f0}^{(2)}$ профилей зубьев колес и червячных фрез, перекося f_{yr} и отклонение f_{xr} от параллельности

осей, а также $F_{pxnr}^{(1)}$, $F_{pxnr}^{(2)}$, $f_{pxo}^{(1)}$, $f_{pxo}^{(2)}$ – погрешности осевых шагов зубьев колес и червячных фрез. Погрешность f_{ar} межосевого расстояния на $V^{(12)}$ [1] не влияет. При этом доминирующие погрешности вызывают как уменьшение, так и увеличение относительной скорости скольжения. В целом же эффект влияния погрешностей оказывается отрицательным ввиду изменения относительной скорости $V^{(12)}$ [1], значение которой больше номинального значения $V_0^{(12)}$ [1].

На удельные скольжения $\eta^{(m)}$ ($m = 1, 2$) [1] доминирующее однопорядковое влияние оказывают погрешности T_{Hr} , F_{rr} , F_{pxnr} , f_{pxo} и в меньшей степени – f_{yr} , f_{fr} , f_{f0} . Погрешность f_{ar} на $\eta^{(m)}$ не влияет. При этом погрешности в большей степени влияют на $\eta^{(2)}$, чем на $\eta^{(1)}$, вызывая как увеличение, так и уменьшение удельных скольжений в зависимости от знака погрешностей или цикличности.

Таблица 1

Цилиндрические передачи с косым зубом

Погрешности	Коэффициенты влияния погрешностей						
	$V_i^{(12)}$	$\eta_i^{(1)}$	$\eta_i^{(2)}$	$\Omega_i^{(верч)}$	$\Omega_i^{(кач)}$	$V_i^{(\Sigma)}$	$g_i^{[\Sigma]}$
f_{ar}	0	0	0	0.187	-0.048	6.955	0
$T_{Hr}^{(m)}$	10.921	-0.730	-1.428	-0.187	0.048	7.391	0.000001
f_{xr}	-0.424	0.841	1.633	0.162	0.045	34.651	0.000000
f_{yr}	1.553	-0.083	-0.161	0.011	0.014	-2.870	0.000000
f_{fr} , f_{f0}	± 2.479	± 0.166	± 0.324	± 0.0042	± 0.011	± 1.712	0.000000
$F_{pxnr}^{(1)}$	1.708	1.514	2.939	0.292	0.081	45.046	0.000000
$F_{pxnr}^{(2)}$	-1.708	-1.514	-2.939	-0.292	-0.081	-45.046	0.000000
$f_{pxo}^{(1)}$	1.708	1.514	2.939	0.292	0.081	45.046	0.000000
$f_{pxo}^{(2)}$	-1.708	-1.514	-2.939	-0.292	-0.081	-45.046	0.000000
$F_{rr}^{(1)}$	± 10.921	± 0.730	± 1.428	± 0.187	± 0.048	± 16.682	0.000004
$F_{rr}^{(2)}$	± 10.921	± 0.730	± 1.428	± 0.187	± 0.048	± 8.901	0.000001

На относительную скорость верчения $\Omega^{(верч)}$ [1] доминирующее равносильное влияние оказывают погрешности f_{ar} , T_{Hr} , F_{rr} , f_{xr} , F_{pxnr} , f_{pxo} и существенно, в меньшей степени, погрешности f_{yr} , f_{fr} , f_{f0} . Погрешности могут вызывать как увеличение, так и уменьшение относительной скорости верчения.

Погрешности f_{ar} , T_{Hr} , F_{rr} , f_{xr} , F_{pxnr} , f_{pxo} , f_{fr} , f_{f0} оказывают в 3-3.5 раза меньше влияния на относительную скорость перекачивания поверхностей зубьев $\Omega^{(кач)}$ [1], чем на $\Omega^{(верч)}$. Перекос же f_{yr} осей влияет на $\Omega^{(кач)}$ в 2-3 раза сильнее, чем на $\Omega^{(верч)}$.

На суммарную скорость $V^{(\Sigma)}$ [1] доминирующее влияние оказывают погрешности f_{xr} , F_{pxnr} , f_{pxo} и в меньшей степени – погрешности f_{ar} , T_{Hr} , F_{rr} , f_{yr} . При этом, как и в случае вышерассмотренных показателей, каждая из доминирующих погрешностей может вызвать как увеличение (позитивный момент), так и уменьшение (негативный момент) суммарной скорости (в зависимости от знака погрешности или ее цикличности).

Цилиндрические передачи с арочным зубом. На относительную скорость скольжения $V^{(12)}$ [2] зубьев доминирующее влияние оказывает погрешность f_{xr} , чуть меньшее равностепенное влияние оказывают погрешности $T_{Hr}^{(1)}$, $T_{Hr}^{(2)}$, $F_{rr}^{(1)}$, $F_{rr}^{(2)}$ и погрешность f_{ar} – межосевого расстояния, которая в косозубых передачах на $V^{(12)}$ не влияет вообще, и в меньшей степени – погрешности $f_{fr}^{(1)}$, $f_{fr}^{(2)}$, $f_{f0}^{(1)}$, $f_{f0}^{(2)}$ профилей зубьев колес и зуборезных головок. Влиянием же перекоса f_{yr} осей можно пренебречь. При этом, как и в косозубых передачах, доминирующие погрешности вызывают как уменьшение, так и увеличение относительной скорости скольжения. В целом же эффект влияния погрешностей можно считать положительным на $V^{(12)}$ из-за доминирующего влияния погрешности непараллельности осей вращения колес f_{xr} в сторону уменьшения относительной скорости скольжения.

На удельные скольжения $\eta^{(m)}$ ($m = 1, 2$) [2] доминирующее влияние оказывают погрешности T_{Hr} , F_{rr} , f_{ar} и f_{xr} , в меньшей степени f_{yr} , f_{fr} , f_{f0} . При этом, как и в косозубых передачах, погрешности в большей степени влияют на $\eta^{(2)}$, чем на $\eta^{(1)}$, вызывая как увеличение, так и уменьшение удельных скольжений в зависимости от знака погрешностей или цикличности.

Таблица 2

Цилиндрические передачи с арочным зубом

Погрешности	Коэффициенты влияния погрешностей						
	$V_i^{(12)}$	$\eta_i^{(1)}$	$\eta_i^{(2)}$	$\Omega_i^{(верч)}$	$\Omega_i^{(кач)}$	$V_i^{(\Sigma)}$	\mathcal{G}_i
f_{ar}	48.998	-6.921	-7.887	-0.772	1.415	6.358	± 0.003
$T_{Hr}^{(m)}$	-48.907	6.081	7.808	0.722	-1.415	7.022	0.00
f_{xr}	-68.671	8.702	9.942	0.821	6.123	-9.692	± 0.002
f_{yr}	-0.017	0.001	0.001	0.000	0.001	0.304	0.000

f_{fr}, f_{f0}	± 12.225	± 1.520	± 1.975	± 0.098	± 0.357	± 1.706	± 0.001
$F_{rr}^{(1)}$	± 48.907	± 6.081	± 7.808	± 0.722	± 1.415	± 7.022	± 0.003
$F_{rr}^{(2)}$	± 48.907	± 6.081	± 7.808	± 0.722	± 1.415	± 3.511	± 0.001

Примечание. Коэффициенты подсчитаны в средней части полушеврона.

На относительную скорость верчения $\Omega^{(верч)}$ [2] доминирующее равностепенное влияние оказывают погрешности f_{ar}, T_{Hr}, F_{rr} и чуть более существенное – f_{xr} . Погрешности могут вызывать как увеличение, так и уменьшение относительной скорости верчения.

С влиянием погрешностей на относительную скорость перекачивания поверхностей зубьев $\Omega^{(кач)}$ [2] ситуация кардинально другая, чем в косозубых передачах. В арочных передачах погрешности оказывают в 2 раза большее (а не меньшее!) влияние на относительную скорость перекачивания поверхностей зубьев $\Omega^{(кач)}$, чем на $\Omega^{(верч)}$. Перекос же f_{yr} осей оказывает влияние в 7 раз большее на $\Omega^{(кач)}$, чем на $\Omega^{(верч)}$.

На суммарную скорость $V^{(\Sigma)}$ [2] доминирующее влияние оказывает погрешность f_{xr} , причем в сторону ухудшения данного показателя. В меньшей степени погрешности $f_{ar}, T_{Hr}, F_{rr}, f_{yr}$.

Качественные показатели и коэффициенты влияния в большинстве случаев являются переменными величинами. Локальная кинематика и гидродинамика цилиндрических передач с арочным зубом не лучше, а в целом даже хуже, чем локальная кинематика и гидродинамика аналогичных цилиндрических передач с косым зубом, так как при некотором улучшении условий образования масляного клина (по сравнению с косым зубом) трение скольжения в передачах с арочным зубом, будучи примерно однопорядковым с трением скольжения передач с косым зубом лишь в районе торцов, затем существенно возрастает (на порядок) в точках средней части полушеврона. Трение скольжения еще более возрастает по мере приближения точек контакта к вершинам арок зубьев.

Доминирующие погрешности вызывают как уменьшение, так и увеличение качественных показателей в зависимости от знака погрешностей или их цикличности. В целом же эффект влияния погрешностей является отрицательным, поскольку приводит к нежелательному уменьшению показателей $V^{(\Sigma)}, \Omega^{(кач)}$ и к нежелательному увеличению $\Omega^{(верч)}, V^{(12)}, \eta^{(1)}, \eta^{(2)}$.

Выводы

Локальная кинематика и гидродинамика цилиндрических передач с арочным зубом не лучше, а в целом даже хуже, чем локальная кинематика и гидродинамика аналогичных цилиндрических передач с косым зубом, так как при некотором улучшении условий образования масляного клина (по сравнению с косым зубом) трение скольжения в передачах с арочным зубом, будучи примерно однопорядковым с трением скольжения передач с косым зубом лишь в районе торцов, затем существенно возрастает (на порядок) в точках средней части полушеврона. Трение скольжения еще более возрастает по мере приближения точек контакта к вершинам арок зубьев.

Доминирующие погрешности вызывают как уменьшение, так и увеличение качественных показателей в зависимости от знака погрешностей или их цикличности. В целом же эффект влияния погрешностей является отрицательным, поскольку приводит к нежелательному уменьшению показателей $V^{(\Sigma)}$, $\Omega^{(\text{кач})}$ и к нежелательному увеличению $\Omega^{(\text{верч})}$, $V^{(12)}$, $\eta^{(1)}$, $\eta^{(2)}$.

Литература

1. Грибанов В.М. Теоретические основы точности и разработка допусков зубчатых передач с зацеплением Новикова: Дис. д-ра техн. наук: 05.02.02. – М., 1989. – 410 с;
2. Малый Д.В. Повышение технического уровня арочных цилиндрических передач с зацеплением Новикова многокритериальным геометрокинематическим синтезом: Дис. канд. техн. наук: 05.02.02. – Луганск., 2004. – 285 с.

УДК 620.179.14

Кийко А. В.

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЙВЛЕТОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОВЕРХНОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ СПЛОШНОСТИ В ФЕРРОМАГНИТНОЙ СРЕДЕ

Рассмотрено использование вейвлет-преобразования для локализации поверхностных дефектов сплошности в ферромагнитных изделиях. Получены выражения, связывающие геометрические параметры дефекта с отдельными коэффициентами вейвлет-преобразования.

Анализ состояния вопроса

При неразрушающем контроле качества изделий из ферромагнитных материалов имеет значение не только сам факт обнаружения дефектов сплошности, но и оценка их геометрических параметров. Это дает возможность установить степень опасности выявленных дефектов и пригодность такого изделия для практического использования.

Определение геометрических размеров дефекта по результатам измерения топографии его магнитного поля является сложной задачей теории дефектометрии. Для ее решения используются как численные методы, так и методы теории распознавания образов, базирующиеся на построении дискриминантных функций. В последнее время в дефектоскопии стали активно применяться вейвлет-преобразования различных типов.

Основная идея вейвлет-представления сигналов состоит в разбиении приближения к сигналу на две составляющие: аппроксимирующую и детализирующую, с последующим их уточнением итерационным способом. Каждый шаг такого уточнения соответствует определенному уровню декомпозиции и реставрации сигнала.

С помощью вейвлетов сигнал представляется совокупностью волновых пакетов – вейвлетов $\psi(a,b,x)$, образованных на основе некоторой базисной функции $\psi_0(x)$ [1]:

$$\psi(a,b,x) = a^{-\frac{1}{2}} \psi_0\left(\frac{x-b}{a}\right). \quad (1)$$

Параметр b в (1) задает положение вейвлета на оси x , а параметр a – масштабирование по x . Прямое вейвлет-преобразование можно рассматривать как разложение сигнала по всем возможным сдвигам и растяжениям/сжатиям сигнала $\psi(a,b,x)$. Большие уровни при вейвлет-анализе характерны только для коэ-

коэффициентов тех вейвлетов, которые располагаются вблизи той или иной локальной особенности сигнала.

Постановка задачи

Необходимо отыскать аналитические зависимости между геометрическими размерами поверхностного дефекта и коэффициентами вейвлет-преобразования. Для решения поставленной задачи используется базисный вейвлет Добеши порядка 4, имеющий вид:

$$\psi_0(x) = \sqrt{2} \cdot \sum_{k=0}^3 g_k \varphi(2x - k), \quad (2)$$

где $\varphi(x)$ – масштабирующая функция, удовлетворяющая функциональному уравнению:

$$\varphi(x) = \sqrt{2} \cdot \sum_{k=0}^3 h_k \varphi(2x - k). \quad (3)$$

Коэффициенты g_k в (2) однозначно определяются коэффициентами h_k функции масштабирования $\varphi(x)$:

$$g_k = (-1)^k h_{3-k}, \quad (4)$$

$$\text{где } h_0 = \frac{1}{4\sqrt{2}}(1 + \sqrt{3}), \quad h_1 = \frac{1}{4\sqrt{2}}(3 + \sqrt{3}), \quad h_2 = \frac{1}{4\sqrt{2}}(3 - \sqrt{3}), \quad h_3 = \frac{1}{4\sqrt{2}}(1 - \sqrt{3}).$$

На рис. 1 показан вид одной из базисных вейвлет-функций Добеши порядка 4.

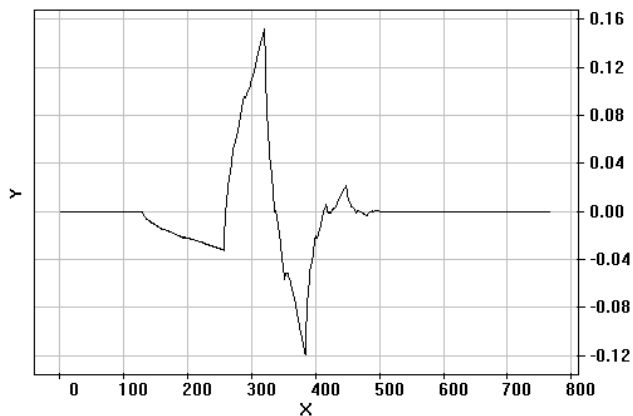


Рис. 1. График 11-й базисной вейвлет-функции Добеши 4-го порядка

Вейвлет-анализ топографии магнитного поля дефекта

Для анализа использовалась дипольная модель узкого поверхностного дефекта (ПД) [2]:

Горизонтальная составляющая напряженности магнитного поля узкого поверхностного дефекта сплошности в воздухе имеет следующий вид [2]:

$$H_x(x, y) = \frac{2b\sigma}{\pi} \left[\frac{y}{x^2 + y^2} - \frac{y+h}{x^2 + (y+h)^2} \right], \quad (5)$$

где: h – глубина поверхностного дефекта; $2b$ – его ширина; x, y – координаты точки измерения магнитного поля дефекта; σ – плотность поверхностных магнитных зарядов на гранях дефекта:

$$\sigma = \frac{(\mu - 1)H_0}{1 + \frac{\mu - 1}{\pi} \cdot \frac{2b}{h}}; \quad (6)$$

где: μ – относительная магнитная проницаемость; H_0 – напряженность внешнего намагничивающего поля.

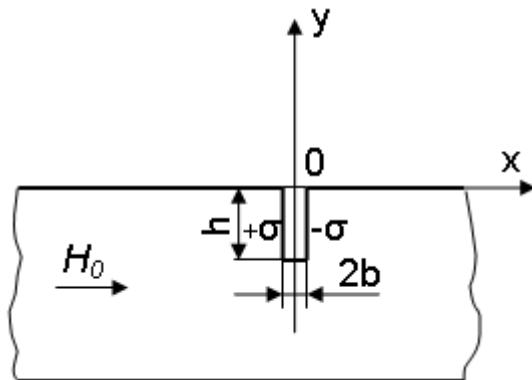


Рис. 2. Дефект сплошности в ферромагнитной пластине и его дипольная модель

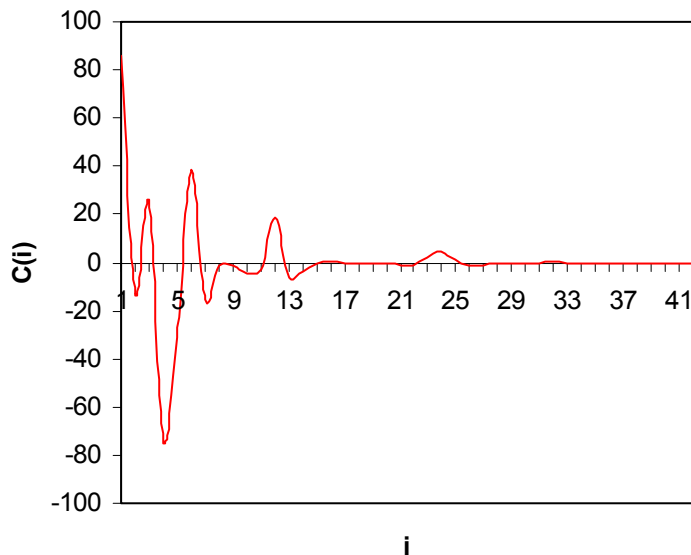


Рис. 3. Вейвлет-коэффициенты x-составляющей магнитного поля поверхностного дефекта при $b=0,05$ мм и $h=1$ мм.

Из (5) видно, что отношение двух любых вейвлет-коэффициентов C_i и C_k зависит только от h . В табл. 1 представлены значения $\frac{C_0}{C_5}$, рассчитанные для различных значений h при $y = 1$ мм, $\mu = 140$ и $H_0 = 100 \frac{\text{А}}{\text{м}}$.

Таблица 1

Отношение вейвлет-коэффициентов C_0 и C_5

h, мм	C_0/C_5	h, мм	C_0/C_5	h, мм	C_0/C_5	h, мм	C_0/C_5
1	2,2585	3	3,1910	5	3,7065	7	4,0082
2	2,7898	4	3,4860	6	3,8755	8	4,1148

По данным табл. 1 получено следующее выражение, связывающее значения $\frac{C_0}{C_5}$ и h:

$$\frac{C_0}{C_5} = -0,0342h^2 + 0,5624h + 1,771 ,$$

откуда имеем:

$$h = 8,222 - \sqrt{119,385 - 29,24 \cdot \frac{C_0}{C_5}} . \quad (7)$$

В табл. 2 представлены значения \tilde{N}_0 , вычисленные для различных значений параметров b и h.

Таблица 2
Вейвлет-коэффициенты C_0

Ширина b, мм	Глубина h, мм			
	1	2	3	4
0,05	86,2740	224,5870	354,3620	465,5320
0,10	95,0340	265,9890	444,0810	610,4560
0,15	98,3630	283,4040	485,0140	681,1370
0,20	100,1160	292,9960	508,4470	722,9920
0,25	101,1990	299,0690	523,6260	750,6690

Анализ данных, представленных в табл. 2, показал, что при фиксированном значении параметра b зависимость вейвлет-коэффициента C_0 от h практически линейная:

$$C_0 = p \cdot h + q . \quad (8)$$

В табл. 3 приведены значения p и q, вычисленные для различных значений параметра b.

Таблица 3
Коэффициенты p и q

b	p·h+q	
	p	q
0,05	126,7500	-34,1990
0,10	172,4400	-77,1990
0,15	194,9900	-100,5000
0,20	208,4100	-114,8800
0,25	217,3000	-124,6000

Для коэффициентов p и q получены следующие выражения:

$$p = -2363,72 \cdot b^2 + 1143,26 \cdot b + 77,492 , \quad (9)$$

$$q = 2156,6 \cdot b^2 - 1083,94 \cdot b + 13,01 . \quad (10)$$

Подставив в уравнение (8) выражения (9) и (10) для p и q , получим квадратное уравнение относительно параметра b . Таким образом, соотношения (7) - (10) позволяют оценить геометрические параметры поверхностного дефекта по коэффициентам C_0 и C_5 вейвлет-преобразования его магнитного поля.

Практическая реализация

В соответствии с изложенной методикой разработан алгоритм и составлена программа на языке Borland C++ V 6.0 для расчета геометрических параметров поверхностных дефектов изделий из ферромагнитных материалов. В табл. 4 представлены результаты, полученные с ее помощью. Из нее видно, что погрешность определения размеров b и h дефекта не превышает 2,5 %.

Таблица 4

Погрешности определения b и h .

Вейвлет-коэффициенты		Глубина h , мм		Ширина $2b$, мм		Погрешность, %	
C_0	C_5	расчетная	точная	расчетная	точная	δh	δb
803,783	223,028	4,480	4,5	0,3416	0,35	-0,444	-2,400
523,574	153,692	3,775	3,7	0,1626	0,16	2,027	1,625

Выводы

Предложенная методика определения геометрических размеров поверхностных дефектов может найти применение в ручных дефектоскопах.

Литература

1. Дьяконов В.П. Вейвлеты. От теории к практике.– М.: СОЛОН-Р, – 2002. 448 с.: ил;
2. Загидулин Р.В., Мужижкий В.Ф., Бизюлев А.Н. О возможности определения группы дефектов сплошности в ферромагнитном изделии при неразрешении их по топографии магнитного поля в воздухе. – Дефектоскопия, 2002, №2, с. 74-82.

УДК 621.83

Кучма Ю.В., Малый Д.В., Фесенко Т.Н.

АНАЛИТИКО-ВЕРОЯТНОСТНОЕ РЕШЕНИЕ КОНТАКТНО-МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ НОВИКОВА С АРОЧНЫМИ ЗУБЬЯМИ

Получены и обоснованы формулы для расчета допусков на технологию изготовления и монтажа цилиндрических передач Новикова АЗ с различными исходными контурами.

В продолжении [1] излагаются результаты исследования точности цилиндрических передач Новикова АЗ (АЗ – арочные зубья; круговые [2,3] и циклоидальные [4]). В частности, применение расчетных зависимостей (1), (2) [1] к исследованию влияния технологических и монтажных погрешностей на кинематику передач АЗ с исходными контурами по ГОСТ 15023-76, МН 4229-63, ДЛЗ-1,0-0,15, ДЛЗ-0,7-0,15, ОЛЗ-1,35 [5], нормальными модулями $m_n = 2,5 \dots 16$ мм, передаточными отношениями и межосевыми расстояниями широкого диапазона позволило получить следующие эмпирические формулы для вычисления допусков $\varepsilon^{(a)}$ на основные погрешности по допускам $\varepsilon^{(k)}$ [5] цилиндрических косозубых передач Новикова

$$\varepsilon^{(a)} = \chi^{(k)} \varepsilon^{(k)} / \chi^{(a)} \quad (\varepsilon = f_x, f_y, f_{ar}, \Delta h, f_{rr}, F_r), \quad (1)$$

где f_{ar} - погрешность межосевого расстояния; Δh - смещение исходного контура; f_{rr} - радиальное биение цилиндра выступов относительно посадочных поверхностей заготовки; F_r - радиальное биение зубчатого венца; f_x, f_y - непараллельность и перекося осей; $\chi^{(k)} = 1/m_n(\rho_f^{(k)} - \rho_a^{(k)}) \cos \alpha_k^{(k)}$ - коэффициент косозубой передачи с исходным контуром по ГОСТ 15023-76 (m_n - нормальный модуль; $\rho_f^{(a)}, \rho_a^{(k)}, \alpha_k^{(k)}$ - коэффициенты радиусов дуг окружностей контура и угол давления в номинальной точке контакта); $\chi^{(a)} = 1/m_n(\rho_f^{(a)} - \rho_a^{(a)}) \cos \alpha_k^{(a)}$ - коэффициент аналогичной передачи АЗ с исходным контуром, для которого вычисляются допуски; коэффициентом χ учитывается различие в длинах рабочих зон $[\alpha_1^{(a)}; \alpha_2^{(a)}], [\alpha_1^{(k)}; \alpha_2^{(k)}]$ исходных контуров сопоставляемых передач ($\alpha_1^{(a)}, \alpha_1^{(k)}$ и $\alpha_2^{(a)}, \alpha_2^{(k)}$ минимальные и максимальные углы давления), при этом $\chi = (\alpha_2^{(a)} - \alpha_k^{(a)}) / (\alpha_2^{(k)} - \alpha_k^{(k)})$, если погрешность приводит к уменьшению угла давления; значения допусков на $f_{ar}^{(k)}$ берутся по таблице 14, на $\Delta h^{(k)}$ - по таблице 13, на F_r - по таблице 15, на $f_{rr}^{(k)}$ - по таблице 16 [5]. Формулы (1) получены путем сопоставления коэффициентов [1, 5] цилиндрических косозубых передач и передач АЗ. Однако такой подход приемлем лишь в первом приближении, так как пока остался открытым вопрос, будет ли при допусках (1) мгновенное пятно контакта располагаться в пределах $[\alpha_1^{(a)}; \alpha_2^{(a)}]$.

Ответ на этот вопрос получим, решив контактно-метрологическую задачу, суть которой заключается в отыскании аналитико-вероятностных зависимостей между границами $\alpha_1^{(a)}, \alpha_2^{(a)}$ расположения точек пятна контакта и допустимыми минимальными $\sum \varepsilon$ и максимальными $\overline{\sum \varepsilon}$ значениями суммы

$$\sum \varepsilon = \Delta h_1^{(a)} + \Delta h_2^{(a)} - f_{ar}^{(a)} \pm \frac{1}{2} f_{rr1}^{(a)} \pm \frac{1}{2} f_{rr2}^{(a)} \pm f_x^{(a)} \pm \frac{1}{10} f_y^{(a)} \pm \frac{1}{2} F_{r1}^{(a)} \pm \frac{1}{2} F_{r2}^{(a)} \quad (2)$$

погрешностей, при которых пятно контакта располагается в пределах $[\alpha_1^{(a)}; \alpha_2^{(a)}]$.

Формула (2) является следствием решения (2) [1]

$$\alpha^{(a)} = \alpha_k^{(a)} + \chi^{(a)} \sum \varepsilon. \quad (3)$$

Нижние индексы 1 и 2 относятся соответственно к шестерне и колесу. Для решения задачи воспользуемся методикой [7], аппроксимируя поверхности зубьев алгебраическими поверхностями

$$t^{(i)} = \frac{1}{2} K_1^{(i)} \tau_1^{(i)2} + \frac{1}{2} K_{11}^{(i)} \tau_{11}^{(i)2}, \quad (i = 1, 2), \quad (4)$$

где $\tau_1^{(i)}, \tau_{11}^{(i)}, t^{(i)}$ - декартовы координаты поверхностей, при этом ось $t^{(i)}$ является нормалью к поверхности в точке контакта; $K_1^{(i)}, K_{11}^{(i)}$ - главные кривизны поверхностей. Через $d(a;b)$ обозначим расстояние от центра контактной эллиптической площадки до одной из границ $\alpha^{(a)} = \alpha_1^{(a)}, \alpha_2^{(a)} = \alpha^{(a)}$ рабочей зоны по высоте

зуба. В этом случае условия расположения мгновенного пятна контакта в пределах рабочей зоны для нормальной нагрузки P_n запишутся в виде

$$\left. \begin{aligned} \rho_a(A - \alpha_1^{(a)}) \geq d(a;b), \rho_f(\alpha_2^{(a)} - A) \geq d(a;b) \\ A = A(P_n) \in \{\alpha_1^{(a)} | \alpha_1^{(a)} < \alpha^{(a)} < \alpha_2^{(a)}\} \end{aligned} \right\}, \quad (5)$$

где A - искомая профильная координата центра пятна, измеряемая в радианах; полуоси эллипса a, b зависят от P_n , главных кривизн, подсчитанных в точке $\alpha = A$, от $h_i = (1 - \nu_i^2)(\pi E_i)^{-1}$, где ν_i - коэффициенты Пуассона, E_i - модули Юнга и от погрешностей.

Переходя от функции зазора [7] поверхностей (4) к задаче контакта эллиптического параболоида с плоскостью, после некоторых преобразований получаем формулы для вычисления полуосей площадки контакта:

$$a = mC, b = nC, C = \sqrt[3]{1,5P_n(h_1 + h_2)(K_1^{(2)} - K_1^{(1)} + K_{11}^{(2)} - K_{11}^{(1)})^{-1}}. \quad (6)$$

Коэффициенты m, n , зависящие от вспомогательного угла

$$\theta = \arccos\left[\frac{(K_{11}^{(2)} - K_{11}^{(1)} - K_{11}^{(2)} + K_{11}^{(1)})(K_{11}^{(2)} - K_{11}^{(1)} + K_{11}^{(2)} - K_{11}^{(1)})^{-1}}{2}\right], \quad (7)$$

записаны в известных таблицах [7]. Зависимость n от θ может быть принята линейной: $n = 0,4029\theta + 0,3069$.

Учитывая, что кривизна поверхности вдоль линии зуба существенно меньше кривизны профиля зуба, из (5) получаем два экстремальных уравнения

$$C(0,4029\theta + 0,3069) = \alpha^{(a)} - \alpha_1^{(a)}; C(0,4029\theta + 0,3069) = \alpha_2^{(a)} - \alpha^{(a)}, \quad (8)$$

в которых C, θ определены формулами (6), (7). Решениями уравнений (8) являются числа $\alpha^{(a)} = A_1$ и $\alpha^{(a)} = A_2$, такие, что $[\alpha_1^{(a)}; \alpha_2^{(a)}] \supset [A_1; A_2]$ - искомая допустимая зона расположения контактной площадки. Принимая затем во внимание (3), из уравнений $\alpha_1^{(a)} + \chi^{(a)} \sum \varepsilon = A_1, \alpha_2^{(a)} + \chi^{(a)} \sum \varepsilon = A_2$ находим $\sum \varepsilon, \overline{\sum \varepsilon}$. При численной реализации уравнений (8) параметры

$P_n, \nu_i, E_i, \alpha_1^{(a)}, \alpha_2^{(a)}$ являются известными. Известны также главные кривизны K . Они отыскиваются в виде функций от $\alpha^{(a)}$ и погрешностей на основе известных методов дифференциальной геометрии.

На основе изложенной методики исследовались цилиндрические передачи Новикова АЗ с исходными контурами и характеристиками, указанными выше. Вычисления проводились при $E_1 = E_2 = 200 \text{ ГН} / \text{М}^2$, $\nu_1, \nu_2 = 0,25 \dots 0,30; P_n = 5, 10, \dots, 25 \text{ кН}$ - нагружение на одно пятно контакта. Часть расчетных данных по передаче с исходными контуром по ГОСТ 15023-76 для $m_n = 6,3 \text{ мм}$ ($z_1 = 19, z_2 = 77$; радиус резцовой головки $R = 210 \text{ мм}$) представлена в первых пяти колонках таблицы. Для сравнения заметим, что экстремальные суммы $\sum \varepsilon, \overline{\sum \varepsilon}$, вычислены по (1), (2) для допусков [5] 1-го и 2-го классов точности, соответственно равны -277 и $+172 \text{ мкм}$, что свидетельствует о возможном выходе точек пятна контакта за пределы рабочих поверхностей зубьев. Возникает вопрос, какова вероятность такого негативного явления. Для ответа обратимся к последним пяти колонкам таблицы. В первых двух из них указаны

преднамеренно расширенные диапазоны $[A_1^*; A_2^*]$ положений центра A пятна контакта, т.е. диапазоны, при которых часть контактных точек заведомо будет выходить за пределы $[\alpha_1^{(a)}; \alpha_2^{(a)}]$, а в других двух колонках – соответствующие экстремальные суммы $\sum^* \varepsilon$, $\overline{\sum^* \varepsilon}$. Числа последней колонки, найденные по (5) [6], характеризуют вероятность (надежность) того, что случайная величина A примет значение на $[A_1; A_2]$ при условии, что множество значений A принадлежит $[A_1^*; A_2^*]$.

Таблица 1

Влияние погрешностей на положение пятна контакта зубьев

P_n , кН	A_1 , град.	A_2 , град.	$\sum \varepsilon$, Мкм	$\overline{\sum \varepsilon}$, мкм	A_1^* , град.	A_2^* , град.	$\sum^* \varepsilon$, мкм	$\overline{\sum^* \varepsilon}$, мкм	P_a
5	12,5	39,5	-199	+171	0	52	-370	+343	0,9865
5	12,5	39,5	-199	+171	2	52	-343	+343	0,9919
10	15,5	36,5	-158	+130	2	52	-343	+343	0,9683
10	15,5	36,5	-158	+130	4	50	-316	+316	0,9745
10	15,5	36,5	-158	+130	6	48	-289	+289	0,9862
10	15,5	36,5	-158	+130	6,5	47,5	-286	+286	0,9873
10	15,5	36,534	-158	+130	7	47	-276	+276	0,9891
15	18	34	-123	+96	4	50	-316	+316	0,9107
15	18	34	-123	+96	6,5	47,5	-286	+286	0,9465
15	18	34	-123	+96	7	47	-276	+276	0,9487

Анализ полученных результатов позволяет утверждать, что с надежностью не ниже 0,95 допуски (1) обеспечивают невыход точек пятна за пределы рабочей зоны $[\alpha_1^{(a)}; \alpha_2^{(a)}]$ при номинальном нагружении передачи. В качестве справки заметим, что на практике наиболее часто задают надежность, равную 0,93; 0,95 и 0,99.

Выводы

Предложенный алгоритм решения контактно-метрологической задачи и его численная реализация обосновывают возможность практического использования формул (1) для расчета допусков на технологию изготовления и монтажа цилиндрических передач Новикова АЗ с различными исходными контурами. Более того для передач Новикова АЗ допуски [5] могут быть расширены: "в минус" для f_{ar} и "" в плюс для Δh .

Литература

1. Фесенко Т.Н. Численное исследование точности цилиндрических передач Новикова // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2003. – №8(66). – с. 179-187;
2. Севрюк В.Н. Новые разновидности цилиндрических передач с зацеплением Новикова, "Известия вузов. Машиностроение", 1964, №4;
3. Севрюк В.Н., Теория круговинтовых поверхностей в проектировании передач Новикова, изд-во ХГУ, Харьков, 1972;
4. Решетов Л.Н. и др., Особенности геометрии зубонарезания цилиндрических квазизвольвентных передач с циклоидальной линией зуба. "Известия вузов. Машиностроение", 1980, №5;
5. Грибанов В.М., Фесенко Т.Н. Разработка норм точности и допусков цилиндрических передач Новикова (исходный контур по ГОСТ 15023-76) // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2003. – №8(66). – с. 37-44;

6. Грибанов В.М. Теоретические основы точности и разработка допусков зубчатых передач с зацеплением Новикова: Дис... д-ра техн. наук: 05.02.02 / ЛМСИ. – Луганск, 1989. – 410с;

7. Тимошенко С.П., Гудьер Д.Ж., Теория упругости, изд-во "Наука", М., 1979. – 560с;

УДК 629.4.017

Малохатко А.А., Морозов А.М.

К ВОПРОСУ АДЕКВАТНОСТИ ЭМПИРИЧЕСКИХ ФОРМУЛ ДЛЯ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК

В статье проведена оценка адекватности эмпирических формул для расчета коэффициента трения тормозных колодок и приведен расчет погрешностей с использованием данных формул.

Важнейшим параметром, входящим в расчетную формулу тормозного пути подвижного состава, является коэффициент трения тормозной колодки. От значения этого параметра, принимаемого при разработке тормозных систем, в значительной мере определяется эффективность тормозов, а, следовательно, безопасность движения на железнодорожном транспорте. Уточнению коэффициента трения чугунных тормозных колодок уделяется особое внимание.

При разработке номограмм тормозного пути использовались значения расчётного коэффициента трения, определяемого формулой;

$$\varphi_p = 0.27 \cdot \frac{V + 100}{5 \cdot V + 100}. \quad (1)$$

Известно, что рекомендуемая [2] в качестве норматива эмпирическая зависимость для расчета коэффициента трения чугунных тормозных колодок была разработана в 1936 г. по результатам испытаний вагонных колодок при одностороннем нажатии на колесо силой до 40 кН. Конструкционная скорость отечественного тягового подвижного состава тех лет не превышала 80 км/ч, что можно считать предельной скоростью.

На современном подвижном составе значительно возросла тормозная мощность, обусловленная увеличением силы нажатия одной колодки до 90 кН и скоростей движения до 120-160 км/ч, а также применением колодок различной конструкции и двухстороннего нажатия на колесо.

Естественно, что эти факторы не могли не повлиять на точность прогнозирования эффективности тормозных средств подвижного состава при использовании эмпирической зависимости.

В этой связи на определенных этапах появлялись уточняющие эмпирические зависимости.

С учётом методики разработки универсализации эмпирических формул [1], получены следующие эмпирические зависимости для расчёта коэффициента трения:

- для секционных колодок

$$\varphi = 0.35 \cdot \frac{K + 121}{17.44 \cdot K + 121} \cdot \frac{V + 100}{5 \cdot V + 100} \cdot (2.75 + P); \quad (2)$$

- для гребневых колодок, удерживаемых от сползания с поверхности катания колеса гребнями

$$\varphi = 0.79 \cdot \frac{K + 332}{17.14 \cdot K + 332} \cdot \frac{V + 100}{5 \cdot V + 100}; \quad (3)$$

- для гребневых колодок, удерживаемых от сползания с поверхности катания колеса триангелем

$$\varphi = 0.55 \cdot \frac{K + 44}{4.14 \cdot K + 44} \cdot \frac{V + 100}{5 \cdot V + 100}; \quad (4)$$

Соответствующие этим зависимостям значения расчётной силы нажатия колодки на колесо может быть получена из соотношения

$$K_p \cdot \varphi_p = K \cdot \varphi,$$

откуда

$$K_p = \frac{\varphi}{\varphi_p} \cdot K. \quad (5)$$

Подставляя в формулу (5) выражения (1) и (2), для секционных тормозных колодок без зацепов получим:

$$\begin{aligned} K_p &= \frac{0.35 \cdot (2.75 + P) \cdot \frac{K + 121}{17.44 \cdot K + 121} \cdot \frac{V + 100}{5 \cdot V + 100}}{0.27 \cdot \frac{V + 100}{5 \cdot V + 100}} \cdot K = \\ &= 1.296 \cdot (2.75 + P) \cdot \frac{K + 121}{17.44 \cdot K + 121}. \end{aligned} \quad (6)$$

По аналогии имеем:

– для гребневых тормозных колодок, удерживаемых от сползания с поверхности катания колеса гребнями:

$$K_p = 2.926 \cdot \frac{K + 332}{17.14 \cdot K + 332}; \quad (7)$$

– для гребневых тормозных колодок без трения их гребней о боковую тыльную поверхность бандажа

$$K_p = 2.037 \cdot \frac{K + 44}{4.14 \cdot K + 44}. \quad (8)$$

После преобразования эмпирических формул необходимо учитывать, что положение функциональной зависимости, аппроксимирующей опытные значения коэффициента трения от скорости, изменяется. Поэтому окончательное решение о возможности использования новой модели должно быть принято только при расчете погрешности расчетов по полученным формулам и положительной оценке ее адекватности.

Погрешность расчёта коэффициента трения при различных осевых нагрузках

Выражения (2, 3, 4), а также соответствующие им зависимости (6, 7, 8) получены для определения коэффициента трения и расчётного нажатия тормозных колодок условного (модельного) тепловоза с осевой нагрузкой $q'_1 = 220 \text{ кН}$. На современных же тепловозах такие нагрузки изменяются в довольно широких пределах (от 190...200 кН у тепловозов М62 и ТЭ109 до 230 кН у тепловозов 2ТЭ10В и 2ТЭ116), что при одинаковых значениях силы нажатия на колодку влияет на эффективность торможения.

В работе [5] показано, что одинаковые значения коэффициента трения натур (индекс «н») и модели (индекс «м») могут быть получены, если связь между безразмерными критериями подобия, характеризующими трение, будет определяться зависимостью:

$$C_{\hat{e}} = \tilde{N}_V^2 \cdot C_q \cdot C_{1+\gamma}, \quad (9)$$

где $C_{\hat{e}}, C_V, C_q, C_{1+\gamma}$ - отношения натуральных и модельных значений силы нажатия колодки на колесо, скорости, осевой нагрузки и замедления локомотива с учётом инерции вращающихся масс, связанной с колёсной парой.

Если же сходственные параметры природы и модели не пропорциональны, то значения функции этих параметров необходимо пересчитывать через переменные по времени критерии подобия.

Из четырёх критериев подобия зависимости (9) переменным по времени является только критерий скорости. Преобразуя указанную зависимость путём замены закодированных величин их натуральными значениями, получим:

$$\frac{V_i^2}{V_i^2} \cdot \frac{q_i \cdot (1 + \gamma)_i}{q_i \cdot (1 + \gamma)_i} = \frac{\hat{E}_i}{\hat{E}_i}.$$

Так как по условию $\frac{\hat{E}_i}{\hat{E}_i} = 1$, а $q_i \cdot (1 + \gamma)_i = 220 \hat{e}_i$, то для определения

коэффициента трения, соответствующего заданной скорости тепловоза с изменённой осевой нагрузкой, в эмпирические формулы необходимо подставлять скорость условного (с осевой нагрузкой 220 кН) модельного тепловоза, рассчитываемую по формуле

$$V_i = V_i \cdot \sqrt{\frac{q_i \cdot (1 + \gamma)_i}{220}}. \quad (10)$$

При этом значение расчётного коэффициента трения для тепловоза с изменённой осевой нагрузкой изменится и в соответствии с формулами (1, 10) составит

$$\varphi'_p = 0.27 \cdot \frac{V_i \cdot \sqrt{\frac{q_i \cdot (1 + \gamma)_i}{220}} + 100}{5 \cdot V_i \cdot \sqrt{\frac{q_i \cdot (1 + \gamma)_i}{220}} + 100}. \quad (11)$$

Если скорость натурального тепловоза с изменённой осевой нагрузкой (q_n) равна скорости модельного тепловоза, для которого получены эмпирические формулы, то есть $V_n = V$, то:

$$\frac{\varphi'_p}{\varphi_p} = \frac{0.27 \cdot [V \cdot \sqrt{\frac{q_i \cdot (1 + \gamma)_i}{220}} + 100]}{5 \cdot V \cdot \sqrt{\frac{q_i \cdot (1 + \gamma)_i}{220}} + 100} \div \frac{0.27 \cdot (V + 100)}{5 \cdot V + 100}$$

и

$$\varphi'_\delta = \left[1 - \frac{80 \cdot V \cdot \left(\sqrt{\frac{q_i \cdot (1 + \gamma)_i}{220}} - 1 \right)}{(V + 100) \cdot \left(V \cdot \sqrt{\frac{q_i \cdot (1 + \gamma)_i}{220}} + 20 \right)} \right] \cdot \varphi_p. \quad (12)$$

Следовательно, при изменении осевой нагрузки расчётный коэффициент трения, а значит, и тормозная сила уменьшаются (увеличиваются) на величину:

$$\Delta\varphi_p = \frac{80 \cdot V \cdot \left(\sqrt{\frac{q_i \cdot (1 + \gamma)_i}{220}} - 1 \right)}{(V + 100) \cdot \left(V \cdot \sqrt{\frac{q_i \cdot (1 + \gamma)_i}{220}} + 20 \right)} \cdot 100\%. \quad (13)$$

Значения этой величины при условно принятом значении $\gamma = 0.1$ приведены в табл. 1.

Анализ данных табл. 1 показывает, что среднее (по скоростям) значение погрешности расчёта коэффициента трения по выведенным эмпирическим формулам в диапазоне изменения осевых нагрузок тепловозов не превышает 2.8%, что позволяет использовать эти формулы при тормозных расчётах магистральных тепловозов.

Таблица 1

Погрешность расчёта по формулам (2), (3) и (4) в %.

Скорость, км/ч	Осевая нагрузка тепловоза, кН			
	200	210	220	230
100	0	0.82	1.6	2.35
80	0	0.87	1.71	2.52
60	0	0.92	1.81	2.66
40	0	0.94	1.84	2.72
20	0	0.82	1.63	2.41

Проверка адекватности преобразованных формул

Адекватность математических моделей, как правило, оценивается по критерию Фишера, где учитывается дисперсия исследуемого параметра и дисперсия адекватности. Однако, в нашем случае дисперсия исследуемого параметра уже учтена в исходной математической модели коэффициента трения. Поэтому адекватность полученной модели определялась косвенно путём сравнения отклонений действительного тормозного пути, рассчитанного с использованием исходной и полученной модели.

Анализ полученных результатов показал, что в диапазоне скоростей от 0 до 120 км/ч действительные тормозные пути, рассчитанные по преобразованным формулам, имели отклонения $\pm 2\%$ - при скоростях 120 км/ч и 20-23 метра – при скоростях 60-90 км/ч.

Такие отклонения в зоне средних скоростей не влияют на безопасность движения.

Сравнительная оценка эффективности торможения различными типами колодок

Воспользуемся зависимостями (2), (3) и (4) для сравнительной оценки эффективности тормозов с чугунными колодками, отличающимися конструкцией и условиями работы при торможении. В качестве критерия для сравнения примем отношение тормозной силы B_d , соответствующей определению коэффициента трения по формулам (2), (3) и (4), к тормозной силе (B_o), определяемой по общепринятой методике. Эти отношения составят:

– для секционных колодок

$$\frac{\hat{A}_a}{\hat{A}_r} = 0.58 \cdot (2.75 + \text{D}) \cdot \frac{\hat{E} + 121}{17.44 \cdot \hat{E} + 121} \cdot \frac{8.0 \cdot \hat{E} + 100}{1.6 \cdot \hat{E} + 100};$$

– для гребневых колодок, удерживаемых от сползания с поверхности катания колеса гребнями

$$\frac{\hat{A}_a}{\hat{A}_r} = 1.32 \cdot \frac{\hat{E} + 332}{17.14 \cdot \hat{E} + 332} \cdot \frac{8.0 \cdot \hat{E} + 100}{1.6 \cdot \hat{E} + 100};$$

– для гребневых колодок, удерживаемых от сползания с поверхности катания колеса триангелями

$$\frac{\hat{A}_a}{\hat{A}_r} = 0.92 \cdot \frac{\hat{E} + 44}{4.14 \cdot \hat{E} + 44} \cdot \frac{8.0 \cdot \hat{E} + 100}{1.6 \cdot \hat{E} + 100}.$$

На рис. 1 эти отношения, выраженные в процентах, представлены в виде зависимости от силы нажатия на колодку.

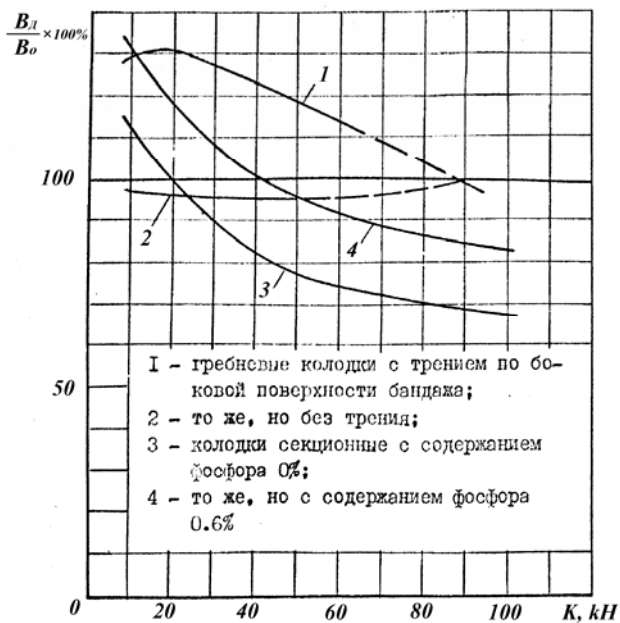


Рис. 1. Зависимость от силы нажатия на башмак отношения реализуемой тормозной силы (B_d) к расчётной (B_o)

Как видно из рис. 1, значения тормозной силы, реализуемой гребневыми колодками, работающими в условиях двухстороннего подвешивания их относительно колеса без прижатия к тыльной боковой поверхности бандажа (кривая 2), отклоняются от расчётных по общепринятым формулам не более, чем на 4%. Поэтому с целью сокращения количества расчётных формул целесообразно вместо формулы (4) пользоваться обобщённой формулой. В остальных случаях тормозные силы, как следует из приведенных на рис. 1 данных, могут оказаться равными расчётным по известным обобщённым зависимостям только при определённых значениях силы нажатия: для секционных колодок в зависимости от содержания фосфора при значениях K от 20 до 40 кН (кривые 3 и 4); для гребневых колодок, прижимаемых к боковой тыльной поверхности бандажа, - при значении K около 90 кН (кривая 1). При уменьшении в последнем случае значений K от 90 до 20 кН эффективность торможения локомотивов увеличивается до 30%. Эффективность торможения секционными колодками практически всегда оказывается меньше расчётной в связи с тем, что фосфор в них, как правило, содержится в минимальном допустимом количестве, а силы нажатия на колодку составляют не менее 35 кН. При таком нажатии увеличение содержания фосфора с 0 до 0.6% способствует повышению эффективности торможения примерно на 20%. Следовательно, для повышения точности расчёта тормозного пути тепловозов, оборудованных секционными колодками и гребневыми колодками, удерживаемыми от сползания гребнями, целесообразно пользоваться зависимостями (кривые 2 и 3). Можно предположить, что причинами значительных расхождений между значениями тормозной силы, реализуемой гребневыми колодками (кривые 1 и 2), являются либо различное содержание фосфора в колодках, либо различные условия работы колодок. Выше было доказано, что в гребневых колодках содержание фосфора практически не влияет на коэффициент трения. Следовательно, основной причиной увеличения тормозной силы, реализуемой гребневыми колодками без триангелей, является действие осевой составляющей от силы нажатия.

Выводы

Существующие формулы для расчёта коэффициента трения тормозных колодок, учитывающие конструктивные особенности механической части тормоза, не позволяют использовать для решения тормозных задач номограммы тормозного пути в связи с различным представлением зависимости коэффициента трения от скорости.

Для преобразования этих формул с представлением зависимости коэффициента трения от скорости, как и в нормативной формуле для определения коэффициентов при силе нажатия тормозных колодок использован метод трёх точек.

Установлено, что коэффициент трения зависит от содержания фосфора в теле только секционной колодки. Коэффициент трения гребневых колодок, независимо от содержания фосфора в теле тормозной колодки, определяется твёрдыми вставками из отбеленного чугуна, содержащего 0.2 % фосфора.

Разность тормозных путей по исходным и полученным формулам при скоростях 120 км/ч не превышает ± 2 %.

Эффективность торможения гребневыми колодками с триангелем практически совпадает с эффективностью, рассчитанной по нормативной формуле, а без триангелей – больше нормативной на 20-25 %. Уменьшение содержания фосфора в секционной колодке с верхнего до нижнего допускаемого предела (с 0.6 до 0 %) снижает эффективность торможения на 25-30%.

Литература

1. Морозов А.М., Малохатко А.А. К вопросу универсализации методики определения эффективности тормозов по типовым номограммам тормозного пути. Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля – 2005 - №8 (90) – с.144-150.
2. Правила тяговых расчётов для поездной работы. - М.: Транспорт, 1969.
3. Инструкция по эксплуатации тормозов.
4. Вуколов Л.А., Фомина А.Т. Исследование термостойкости чугунных тормозных колодок. Труды ЦНИИ МПС, вып. 325. – М.: Транспорт, 1966.
5. Морозов А.М. Исследование эффективности тормозов магистральных тепловозов. Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук. – Ленинград: ЛИИЖТ, 1980.

УДК 629.4

Махортова Н.В.

КЛАССИФИКАЦИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ УЗЛОВ КОЛЕСНЫХ ПАР

Данная работа посвящена вопросу классификации неисправностей колесных пар для выбора оптимального метода их диагностирования в процессе эксплуатации.

На современном этапе развития железнодорожного транспорта необходимо особое внимание уделить вопросу безопасности перевозки пассажиров и грузов.

Колесные пары являются важнейшим элементом экипажной части, так как от их состояния прежде всего зависит безопасность движения. Они воспринимают и передают на рельсы массу кузова и тележек со всем оборудованием (подрессоренную массу), а также собственную массу с деталями, смонтированными непосредственно на колесных парах (неподрессоренную массу). Кроме этого, колесной парой передается вращающий момент тягового электродвигателя, а в месте контакта колес с рельсами реализуется сила тяги и торможения. При движении тепловоза каждая колесная пара воспринимает удары от неров-

ностей пути и направляющих сил и, в свою очередь, сама жестко воздействует на верхнее строение пути и узлы сочлененных колесных пар с тележками. Поэтому мониторинг состояния узлов колесной пары является актуальной задачей.

В работах [1-6] проводится анализ неисправностей деталей колесной пары. При этом каждый автор рассматривает неисправности, относящиеся только к отдельным узлами колесной пары.

Конструкция колесной пары не изменялась с момента возникновения железнодорожного транспорта и в основном определяется способом передачи вращающего момента от тягового электродвигателя, способом подвешивания тягового электродвигателя и типом колесных центров.

Колесная пара состоит из оси и двух колес. Для передачи крутящего момента на ось напрессовываются одно или два зубчатых колеса, либо монтируется полый вал, который через упругие пальцы крепится к колесам. На вал в свою очередь напрессовываются тяговые шестерни.

Большинство отечественных тепловозов эксплуатируются с нагрузкой на ось до 225 кН и могут иметь колесные пары с колесами диаметром от 870 до 1050 мм. На новых пассажирских тепловозах ТЭП70 и ТЭП75 колеса имеют диаметр 1220 мм, а на грузовых тепловозах с нагрузкой от оси на рельсы до 245 кН диаметр колес принят 1250 мм.

Колесные пары классифицируют по расположению буксовых шеек и конструкции колесных центров. Преимущественное распространение имеют колесные пары с внешними буксовыми шейками. Внутренние шейки букс имеются только на колесных парах локомотивов со спарниковым приводом. В зависимости от конструкции колесных центров различают спицевые (рис.1а), дисковые литые (рис.1б) и колесные пары с цельнокатаными колесами (рис.1в). Применение цельнокатаных колес обеспечивает снижение массы колесной пары на 400-500 кг, упрощает технологический процесс изготовления и снижения ее себестоимости [4, 5, 6].

Конструкция колесных пар тепловозов в основном определяется способом передачи вращающего момента от тягового электродвигателя, способом подвешивания тягового электродвигателя и типом колесных центров.

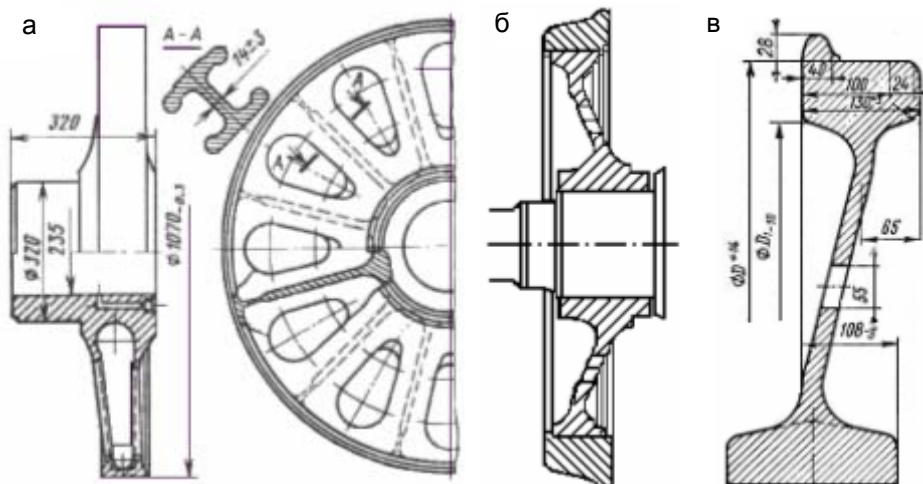


Рис. 1. Конструкции колесных центров

Оси колесных пар изготавливают из специальной сортовой стали. После механической обработки ось подвергается соответствующей термообработке. Часть оси, на которую передается нагрузка через буксу, называется шейкой оси,

а часть, где устанавливается колесный центр, подступичной частью. Предподступичная часть обеспечивает постепенный переход между различными диаметрами.

На рис. 2 показано сечение стандартного бандажа тепловозной колесной пары по ГОСТ 11018-87[6]. Внешняя поверхность (поверхность катания) имеет специальный профиль, состоящий из гребня (реборды), основной поверхности с коничностью 1:10 и боковой поверхности с коничностью 1:3,5. Гребень направляет движение колеса по рельсовой колее и предохраняет колесную пару от схода с рельсов. Основная коническая поверхность способствует центрированию колесной пары в рельсовой колее и облегчает прохождение кривых участков пути без проскальзывания и повышенного износа. Боковая коническая поверхность и фаска облегчают прохождение стрелочных переводов.

Бандаж – наиболее изнашиваемая часть колесной пары. Износ по кругу катания называется прокатом, а износ боковой поверхности гребня – подрезом гребня. По мере износа колесные пары поступают на обточку бандажей, при которой восстанавливается их первоначальный профиль. Предельные нормы износа и толщина бандажа установлены ПТЭ.

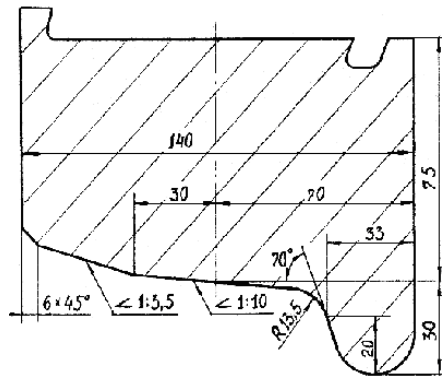


Рис. 2. Профиль бандажа по ГОСТ 11018-87

Зубчатое колесо изготавливается из хромоникелевой стали, которое состоит из ступицы, диска и обода, выполненного в виде зубчатого венца, состоящего из прямых зубьев.

Колесные пары тепловозов ТЭП60 с опорно-рамным подвешиванием тяговых электродвигателей отличаются от унифицированных колесных пар отсутствием зубчатого колеса, жестко посаженного на ось. Зубчатое колесо у этих колесных пар укреплено на полом вала, охватывающем ось колесной пары. С целью уменьшения массы ось колесной пары выполнена полой с диаметром отверстия 70 мм.

В процессе эксплуатации колесных пар происходит их естественный износ и повреждение.

Проведенный анализ классификации колесных пар показывает, что главными неисправностями осей колесных пар являются:

- трещины в подступичной части оси (с внутренней стороны ступицы колеса и реже в средней части);
- протёртость оси колесной пары в средней части;
- ослабление и сдвиг колеса на оси;
- видоизменению шеек оси (к этому привело применение роликовых подшипников в вагонных буксах).

Возможные причины возникновения и соответствующие им неисправности колесных пар приведены в табл. 1.

Таблица 1

Неисправности осей колесных пар

Неисправность	Возможные причины возникновения	Геометрические характеристики неисправности
Трещины в подступичной части оси (с внутренней стороны ступицы колеса и реже в средней части).	Удары, испытываемые колёсной парой при неудовлетворительном качестве формирования колёсной пары, при погрузке и разгрузке колёсных пар. Наличием в верхнем слое металла неметаллических включений, плен, закатов, забоин и других пороков.	Скрытые дефекты и поперечные трещины глубиной $\leq 2 - 4$ мм, наклонные трещины $\leq 2 - 8$ мм.
Протёртость оси колёсной пары в средней части.	Вызывается неправильной сборкой и регулировкой рычажной передачи тормоза.	Глубина протёртости $\leq 2,5$ мм в эксплуатации, ≤ 2 мм при выпуске из периодического ремонта.
Потёртость в предступичной части.	Трения стенок заднего выреза буксы об ось при неправильной сборке буксового узла и других причин.	Не более 2 мм.
Ослабление и сдвиг колеса на оси.	Неправильного натяга, допущенного при напрессовке колеса на ось, грубой и неправильной расточки ступицы колеса и обточки подступичной части оси. Признаками ослабления насадки ступицы является выступление ржавчины или масла у ступицы с внутренней стороны колеса, трещина краски по всему периметру в соединении со ступицей).	Отклонение от номинальных размеров по ГОСТ 30237-96. Например, диаметр подступичной части оси=180мм, предподступичной – 164мм, средней -155мм.
Видоизменению шеек оси.	Применение роликовых подшипников в вагонных буксах.	Конусность $\leq 0,1$ мм, овальность $\leq 0,05$ мм, волнистость $\leq 0,02$ мм.

В свою очередь, колёса могут иметь следующие неисправности [1,2, 3]:

- трещины;
- отколы обода, диска и ступицы цельнокатаных колёс;
- изломы;
- неравномерный прокат колёс;
- равномерный прокат обода колеса;
- износ гребня;
- подрез гребня;
- ползуны (выбоины);
- выщерблины (местные углубления на поверхности обода колеса колёсной пары, появляющиеся вследствие отслаивания или выкрашивания металла);
- раковины в колёсах.

Кроме перечисленных выше неисправностей колёс, также нередко встречаются на поверхности катания кольцевые выработки (рис. 3), смещение металла и остроконечный накат на участке сопряжения подрезанной части гребня с его вершиной (рис. 4). Кольцевая выработка допускается у основания гребня глубиной не более 1 мм и на уклоне 1:7 не более 2 мм или шириной б не более 15 мм. Смещение металла (навар) допускается высотой у колёсных пар пассажирских вагонов не более 0,5мм.

Возможные причины возникновения и соответствующие им неисправности колес приведены в табл. 2.

Кольцевые трещины в диске колеса могут появляться от тугой запрессовки последнего на ось. Колёсные пары с трещинами в ободьях и дисках цельнокатанных колёс не допускаются к эксплуатации.

Все перечисленные дефекты деталей колесной пары приводят к быстрому выходу колесной пары из эксплуатации, а также служат источником дополнительных динамических нагрузок, вызывающих вибрации.

Основываясь на результатах данного исследования, для обеспечения надёжной работы подвижного состава необходимо создать систему выявления дефектов колесных пар. Основой такой системы является выявление дефектов колёсных пар методами и методиками виброакустического сигнала.

Для анализа причин появления дефектов и разработки мер по их устранению большое значение имеет предложенная классификация, которая устанавливает связь между характеристиками износа, повреждения колёсной пары и условий эксплуатации.

Таблица 2

Неисправности колес

Неисправность	Возможные причины возникновения	Геометрические характеристики неисправности
Трещины; отколы обода, диска и ступицы цельнокатанных колёс; изломы.	Ударные взаимодействия колеса и рельса.	К эксплуатации не допускаются колесные пары, если у них имеется поверхностный откол на наружной грани обода, включая местный откол кругового наплыва, глубиной (по радиусу колеса) более 10 мм, или если ширина оставшейся части обода в месте откола менее 120 мм, или в поврежденном месте, независимо от размеров откола, имеется трещина, распространяющаяся в глубь металла; не допускается также местное увеличение ширины обода колеса (раздавливание) ≤ 5 мм.
Неравномерный прокат колёс.	Возникает в основном из-за жёсткости пути, повышенной скорости и образования на поверхности катания колёс дефектов тормозного происхождения.	Неравномерный прокат нормируется только для пассажирских вагонов: ≤ 2 мм (у колесных пар с редуктором от торца оси ≤ 1 мм).

Равномерный прокат обода колеса.	Трения его о рельсы.	<p>≤ 4 мм у колесных пар с редукторным приводом от торца оси и ≤ 5 мм у остальных колесных пар пассажирских вагонов в поездах, следующих со скоростью от 121 до 160 км/ч;</p> <p>≤ 7 мм в пассажирских поездах дальнего следования при скорости до 120 км/ч;</p> <p>≤ 8 мм в вагонах пассажирских поездов местного и пригородного сообщения;</p> <p>более 9 мм у грузовых и рефрижераторных вагонов, обращающихся в поездах со скоростью до 120 км/ч;</p> <p>у порожних вагонов, подаваемых под погрузку или включаемых в порожняковые маршруты, не допускается прокат колес $\leq 8,5$ мм.</p>
Износ гребня.	Соприкосновения с рельсом вследствие извилистого движения колёсной пары на прямых участках пути и при проходе вагона по кривым.	При скорости ≤ 120 км/ч толщина гребня более 33 мм или менее 28 мм у локомотивов при измерении на расстоянии 20 мм от вершины гребня при высоте гребня 30 мм, а у подвижного состава с высотой гребня 28 мм - при измерении на расстоянии 18 мм от вершины гребня.
Подрез гребня (особенно часто образуется: у четырёхосных вагонов).	Большую разность баз боковых рам тележек; при большой разности диаметров колёс, насаженных на одну ось; если имеется большой зазор между буксами и челюстями, а также перекос рамы тележки; от несимметричной насадки колёс на оси. Изношенный гребень колеса может вызвать сход транспортного средства с рельсов, в особенности на противошёрстных стрелках.	Не допускаются к эксплуатации вагоны, у которых колесные пары имеют вертикальный подрез гребня по высоте более 18 мм от круга катания или остrokонечный накат.

Ползуны (выбоины).	Образуются на поверхности катания колёс при их скольжении по рельсам в случае заклинивания колёсных пар. Ползуны во время движения вагона вызывают удары, разрушительно действующие на рельсовый путь, колёсные пары и ходовые части.	С роликовыми буксовыми подшипниками глубиной ≤ 1 мм, с подшипниками скольжения глубиной ≤ 2 мм.
Выщерблины (местные углубления, появляющиеся на поверхности обода колеса колёсной пары).	Отслаивания или выкрашивания металла. Возникают чаще всего на месте ползунов и располагаются симметрично на одной линии у обоих колёс. Такие дефекты могут быть и на одном колесе, возникают они от проскальзывания колеса в процессе движения вагона на башмаке при расформировании состава.	Глубина ≤ 10 мм, длина ≤ 25 мм у пассажирских вагонов, толщина обода колеса в месте выщерблины: ≤ 31 мм. в пассажирских поездах со скоростью до 120 км\ч; ≤ 34 мм. до 140 км\ч; ≤ 40 мм. до 160 км\ч.
Раковины в колёсах.	Неметаллические включения (шлак, песок) внутрь металла, которые обнаруживаются на поверхности катания колеса после её истирания или обточки.	Не нормируются.
Кольцевые выработки на поверхности катания; смещение металла и остrokонечный накат на участке сопряжения подрезанной части гребня с его вершиной.	Взаимодействие с поверхностью тормозной колодки, большие осевые и поперечные нагрузки.	Глубина у основания гребня ≤ 1 мм, на уклоне 1:7 ≤ 2 мм, ширина ≤ 15 мм, смещение металла (навар) $\leq 0,5$ мм.
Кольцевые трещины в диске колеса.	Тугая запрессовка диска на ось.	$\leq 2 - 4$ мм.

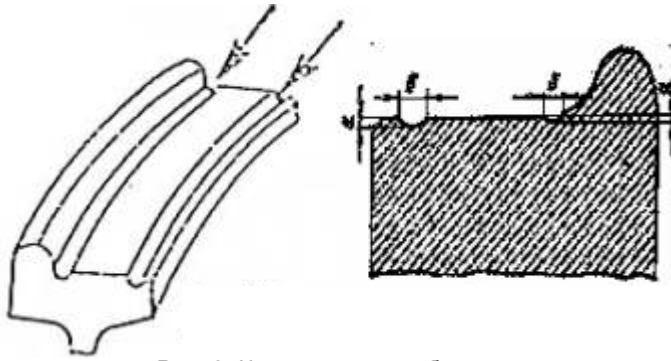


Рис. 3. Кольцевые выработки на поверхности катания колес

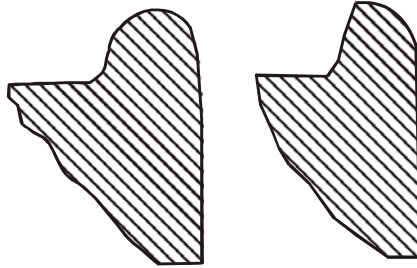


Рис. 4. Пример остроконечного наката гребня

Поэтому для обеспечения безопасности движения подвижного состава необходимо:

- разрабатывать системный подход при прогнозировании неисправностей ходовых частей;
- внедрять контроль и диагностику на основе методов виброакустики собственных частот, акустической эмиссии, электромагнитной акустики, многоакурсной акустогалографии;
- разрабатывать новое поколение диагностических комплексов, позволяющих получать объемное изображение дефектов с прогнозируемым эксплуатационным ресурсом;
- внедрять стационарные и бортовые диагностические средства оценки состояния подвижного состава.

Литература

1. Алексеев В. Д., Сорокин Г. Е. Ремонт вагонов. М.: Транспорт, 1987.-280с;
2. Герасимов В. С., Скиба И. Ф., Кернич Б. М. Технология вагоностроения и ремонта вагонов. М.: Транспорт, 1988.-381с;
3. Гридюшко В.И., Бугаев В.П., Криворучко Н.З. Вагонное хозяйство. М.: Транспорт, 1988.-295с;
4. Конструкция, расчет и проектирование локомотивов: Учебник ./ А.А. Камаев, Н.Г. Апанович и др.; Под ред. А.А. Камаева. – М.: Машиностроение, 1981, 351 с;
5. Механическая часть тягового подвижного состава: Учебник. / И.В. Бирюков, А.А. Савоськин, Г.П. Бурчак и др.: Под. ред. И.В. Бирюкова - М.: Транспорт, 1992. – 440 с;
6. Тепловозы. Механическое оборудование. Устройство и ремонт: Учебник. / А.А.Пойда, Н.М. Хуторянский, В.Е. Кононов. – М.: Транспорт, 1986. – 328 с.

Осенин Ю.И., Соснов И.И., Баранич Ю.В.

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЛОКОМОТИВА НА РЕАЛИЗУЕМЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ СЦЕПЛЕНИЯ С УЧЕТОМ ПОПАДАНИЯ АБРАЗИВНЫХ ЧАСТИЦ В КОНТАКТ КОЛЕСА С РЕЛЬСОМ

В статье рассмотрено влияние режимов работы локомотива на значения реализуемых коэффициентов сцепления с использованием статистических методов учета воздействующих факторов. Рис 3, ист. 5.

Известно, что от величины коэффициента сцепления зависит вес поезда, степень реализации проектной мощности, скорость движения, что влияет на пассажирские и грузоперевозки железных дорог Украины, установление численности локомотивного парка, расход энергии и т.д. В условиях эксплуатации локомотивов на величину коэффициента сцепления влияет множество различных факторов, изменение которых в процессе движения носит вероятностный характер. Вследствие этого его значение может отличаться от среднего на величину до: $\pm 50\%$. При этом следует отметить, что для улучшения коэффициента сцепления колес локомотива с рельсами наибольшее распространение получил способ подачи в область их контакта абразивных частиц, а именно - кварцевого песка.

Необходимость качественного и количественного анализа воздействия этих факторов на коэффициент сцепления требует применения специальных методов исследования, заключающихся в изучении закономерностей случайных величин и массовых явлений. Это методы теории вероятностей и математической статистики [1 - 3].

Исходными данными для статистической оценки являются значения коэффициентов сцепления $\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_n$, полученные опытным путем при проведении испытаний.

Исследования процесса сцепления колеса с рельсом [3, 4] показывают, что закон распределения опытных значений коэффициента сцепления можно считать нормальным. Основные статистические характеристики коэффициента сцепления как случайной величины для случая ее нормального распределения рассмотрены ниже.

Среднее значение коэффициента сцепления:

$$\bar{\psi} = \frac{\sum_{i=1}^n \psi_i}{n}, \quad (1)$$

где ψ_i – значение коэффициента сцепления, полученное в опыте i ; n – число опытов.

Дисперсия величины коэффициента сцепления:

$$\sigma_{\psi}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\psi_i - \bar{\psi})^2}{n}. \quad (2)$$

На основании этих характеристик нормальное распределение значений коэффициента сцепления имеет вид:

$$p(\psi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_\psi}} e^{-\frac{(\psi - \bar{\psi})^2}{2\sigma_\psi^2}}. \quad (3)$$

Используя обозначение:

$$\frac{\psi_i - \bar{\psi}}{\sigma_\psi} = z, \quad (4)$$

можно представить любое значение коэффициента сцепления в виде суммы среднего значения и его отклонения от этой величины:

$$\psi = \bar{\psi} \pm z\sigma_\psi = \bar{\psi}(1 \pm z\sigma_{\psi 0}), \quad (5)$$

где $\sigma_{\psi 0} = \frac{\sigma_\psi}{\bar{\psi}}$ – относительное отклонение коэффициента сцепления от среднего значения.

$$z = \frac{\psi - \bar{\psi}}{\sigma_\psi}. \quad (6)$$

Максимальное значение коэффициента сцепления определяют при $z = 3$. Это условие соответствует тому, что вероятность выхода значений коэффициента сцепления за рассматриваемый предел весьма мала и составляет $\sim 0,007$. Таким образом, максимальное и минимальное значение коэффициента сцепления определяется как:

$$\psi_{\max} = \bar{\psi} + 3\sigma_\psi \quad (7)$$

$$\psi_{\min} = \bar{\psi} - 3\sigma_\psi. \quad (8)$$

Используя приведенные выражения, рассмотрим влияние режимов работы локомотива на реализуемые коэффициенты сцепления с учетом попадания абразивных частиц в контакт колеса с рельсом. Процесс изменения силы сцепления при единичном попадании абразивных частиц в контакт колеса с рельсом с учетом ряда допущений [2,4] состоит из двух последовательных фаз, первая напоминает режим пуска локомотива с монотонно возрастающей функцией, вторая фаза, когда наступает боксование, аналогична режиму пуска локомотива с монотонно убывающей функцией.

Для большей наглядности сравнения результатов введем безразмерный параметр τ , представляющий собой отношение текущего момента времени пуска t к общей продолжительности пуска t_n . Тогда зависимость силы тяги от параметра τ для первой фазы:

$$F_n = F_{nk} \tau^{0,5}, \quad (9)$$

где F_{nk} – среднее значение силы тяги в момент окончания пуска.

Обратная функция:

$$\tau = \left(\frac{F_n}{F_{nk}} \right)^2 = \left(\frac{\bar{\psi}_t}{\bar{\psi}_{tk}} \right)^2, \quad (10)$$

где $\bar{\psi}_t$ – среднее значение коэффициента сцепления, соответствующее текущему значению пусковой силы тяги; $\bar{\psi}_{tk}$ – среднее значение коэффициента сцепления к моменту окончания пуска.

Согласно (10) производная обратной функции:

$$\left| \frac{d[\tau(\bar{\psi}_t)]}{d\bar{\psi}_t} \right| = \frac{2\bar{\psi}_t}{\bar{\psi}_{tk}^2} \quad (11)$$

Выражение, определяющее композицию законов распределения двух независимых слагаемых, имеет вид:

$$p(u) = \int_{-\infty}^{+\infty} p_1(x)p_2(u-x)dx. \quad (12)$$

Используя табулированную функцию Лапласа:

$$\Phi'(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}}, \quad (13)$$

окончательно найдем результирующий закон распределения значений коэффициента сцепления:

$$p(\psi) = \frac{2\sigma_\psi}{\bar{\psi}_{tk}^2} \left[\Phi' \left(\frac{\psi}{\sigma_\psi} \right) - \Phi' \left(\frac{\psi - \bar{\psi}_{tk}}{\sigma_\psi} \right) \right] + \frac{2\psi}{\bar{\psi}_{tk}^2} \left[\Phi \left(\frac{\psi}{\sigma_\psi} \right) - \Phi \left(\frac{\psi - \bar{\psi}_{tk}}{\sigma_\psi} \right) \right]. \quad (14)$$

Для второй фазы зависимость силы тяги от параметра τ имеем:

$$F_n = F_{nk} \tau^{0,2}. \quad (15)$$

Обратная функция:

$$\tau = \left(\frac{F_n}{F_{nk}} \right)^5 = \left(\frac{\bar{\psi}_t}{\bar{\psi}_{tk}} \right)^5 \quad (16)$$

и ее производная:

$$\left| \frac{d[\tau(\bar{\psi}_t)]}{d\bar{\psi}_t} \right| = \frac{5\bar{\psi}_t^4}{\bar{\psi}_{tk}^5}. \quad (17)$$

Окончательно найдем результирующий закон распределения значений коэффициента сцепления с учетом (12), (13):

$$p(\psi) = \frac{5\sigma_\psi}{\bar{\psi}_{tk}^5} \left\{ 4\psi^3 \sigma_\psi - 6\psi^2 \sigma_\psi \bar{\psi}_{tk} + 5\psi^3 \bar{\psi}_{tk} + 8\bar{\psi}_{tk}^3 \sigma_\psi - \sigma_\psi \bar{\psi}_{tk}^3 - 3\sigma_\psi^3 \bar{\psi}_{tk} \right\} \times \left[\Phi' \left(\frac{\psi}{\sigma_\psi} \right) - \Phi' \left(\frac{\psi - \bar{\psi}_{tk}}{\sigma_\psi} \right) \right] + \left[\psi^4 + 6\psi^2 \sigma_\psi^2 + 3\sigma_\psi^4 \right] \left[\Phi \left(\frac{\psi}{\sigma_\psi} \right) - \Phi \left(\frac{\psi - \bar{\psi}_{tk}}{\sigma_\psi} \right) \right]. \quad (18)$$

Графические решения уравнений (9) и (14) для локомотива 2ТЭ116 ($\bar{\psi}_{tk} = 0,4$, $\sigma_\psi = 0,045$ [5]) приведены на рис. 1, 2. Рис. 1. представляет собой график нормального распределения потенциально возможных отклонений значений коэффициента сцепления при неподвижном локомотиве. На рис. 2 линия 1 – изменение силы тяги в процессе пуска по выражению (9), кривая 2 – результирующий композиционный закон распределения значений коэффициента сцепления. Как видно, среднее значение коэффициента сцепления, являющееся центром группирования всех случайных значений, смещено в композиционном законе вправо, в сторону больших значений, и достигает величины 0,27 - 0,28. Это объясняется, с точки зрения гипотезы о пропорциональности между тангенциальной силой и упругим смещением материала бандажа и рельса, увеличенной упругой деформацией бандажа и рельса.

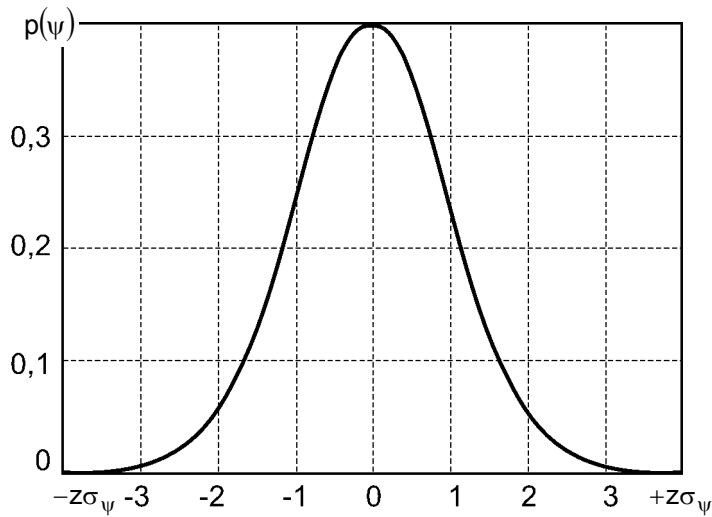


Рис. 1. Нормальное распределение потенциально возможных отклонений значений коэффициента сцепления при неподвижном локомотиве.

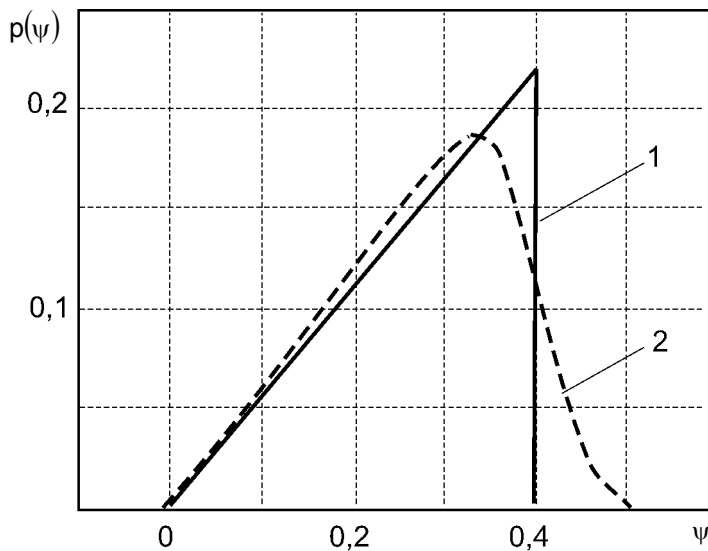


Рис. 2. Композиционный закон распределения значений коэффициента сцепления при режиме пуска с монотонно возрастающей функцией и изменение силы тяги в процессе пуска

Графические решения уравнений (17) и (18) для локомотива 2ТЭ116 ($\bar{\psi}_{\text{тк}} = 0,4$, $\sigma_{\psi} = 0,045$ [5]) приведены на рис. 3. Кривая 1 – изменение силы тяги в процессе пуска по выражению (17), кривая 2 – результирующий композиционный закон распределения значений коэффициента сцепления при рассматриваемом режиме. Как видно, наиболее часто повторяются значения коэффициента сцепления в диапазоне: 0,33 - 0,37.

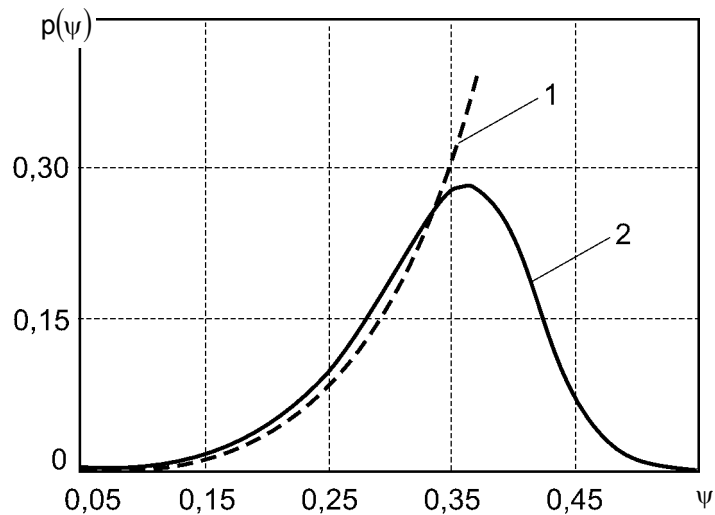


Рис. 3. Композиционный закон распределения значений коэффициента сцепления при режиме пуска с монотонно убывающей функцией и изменение силы тяги в процессе пуска

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. Показан закон распределения опытных значений коэффициента сцепления, отличный от нормального закона, с учетом различных режимов пуска локомотива, который также отображает реализуемые коэффициенты сцепления с учетом попадания песка в контакт колеса с рельсом.

2. Более высокие коэффициенты сцепления позволяет получить режим пуска с функцией (15), показанной на рис. 3, поэтому при тяговой характеристике, соответствующей уравнению (9), увеличивают подачу песка в контакт колеса с рельсом, что приводит к перерасходу абразивного материала и запесочиванию железнодорожных путей. Таким образом, необходим поиск альтернативных систем улучшения коэффициента сцепления колес локомотива с рельсом.

Литература

1. Barwell F. T., Woolacott R.G. Contribution to adhesion studies. Convention on adhesion. London, 1973;
2. Исаев И.П. Случайные факторы и коэффициент сцепления. - М.: Транспорт, 1970. - 184 с;
3. Беляев А. И. Применение теории случайных функций исследования колеса с рельсом // Локомотивостроение: Республ. межвед. техн. сб. - Харьков: вища шк., 1974 – Вып. 6;
4. Осенин Ю.И., Марченко Д.Н., Шведчикова И.А. Фрикционное взаимодействие колеса с рельсом. - Луганск: Изд-во ВУГУ, 1997. - 226 с;
5. Блохин Е.П. Результаты испытания тяжеловесных поездов. – М.: Транспорт, 1986. -263 с.

Петров А.С., Полупан Ю.В.

СПОСОБ МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕАКЦИИ УПРУГОГО ЭЛЕМЕНТА ПОДРЕЗИНЕННОГО КОЛЕСА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ НАПРАВЛЯЮЩЕГО УСИЛИЯ И ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Предложена методика определения реакции предварительно сжатого резинового элемента подрезиненного колеса от воздействия направляющего усилия и динамической нагрузки, возрастающей со скоростью. Установлено влияние данных параметров на процесс внутреннего теплообразования.

В настоящее время наметилась тенденция к повышению скорости движения на железнодорожном транспорте, при этом современные локомотивы, развивают скорость 160-200 км/ч. Упругие элементы ходовой части локомотива должны обеспечить свою работоспособность в указанных скоростных рамках. Увеличение скорости движения поездов, использование подвижного состава нового поколения ведут к росту нагрузок на колесные пары, особенно в кривых. Повышение динамических нагрузок, воспринимаемых ходовой частью локомотива, приводит к преждевременному износу и разрушению упругих элементов, установленных в колесе между бандажом и ступицей. Это вызвало необходимость проведения исследований, цель которых — изучить влияние скоростей движения на упругие характеристики резиновых амортизаторов подрезиненных пар колес.

Одним из проявлений высокоэластического характера деформаций резины является изменение упругих характеристик от режима нагружения резиновых амортизаторов, учитывающего изменение динамической нагрузки на ходовые части транспортного средства в результате изменения скорости движения рельсового экипажа.

Учет максимальных значений динамических нагрузок позволяет подобрать необходимые параметры жесткости упругих элементов подрезиненных пар колес, коэффициент внутреннего трения ψ , ведущий к саморазогреву резиновых деталей, проверить устойчивость движения железнодорожного состава по пути с конкретными нормами неровностей и т.д.

Имеющиеся в литературе данные позволяют получить графики зависимости максимальных значений динамической нагрузки от кузова на буксовую ступень рессорного подвешивания для тепловоза 2ТЭ116 рис. 1.

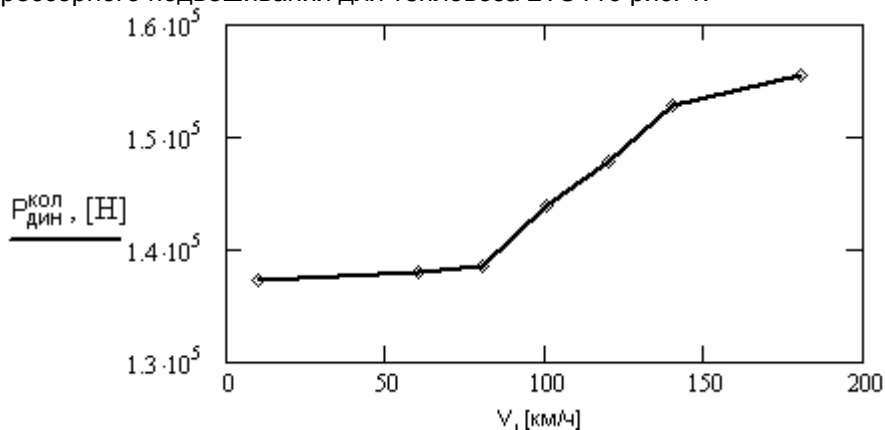


Рис. 1. Максимальное значение динамической нагрузки на колесо $P_{\text{дин}}^{\text{кол}}$, зависящей от скорости движения локомотива

Как известно, траектория движения рельсового транспорта в рельсовой колее слабо напоминает движение экипажа по прямой, при этом возникает влияние колесной пары с характерным для него направляющим усилием Y . Данное усилие приводит к деформации резинового элемента по его торцевой поверхности, которое необходимо учитывать при моделировании граничных условий для нахождения напряженно-деформируемого состояния упругого элемента подрезиненного колеса.

Боковое смещение δ по ободу колеса под действием усилия Y складывается из величины чистого сжатия $\Delta_{\text{н\ddot{a}e. \acute{a}i\grave{e}}$ резины и смещения от поворота обода на угол φ_1 под действием момента $M = \frac{Y \cdot D_k}{2}$ [3], тогда с учетом предварительного сжатия $P_{\text{н\ddot{a}e}}$ имеем:

$$\delta = \frac{Y}{G_{\text{н\ddot{a}e}}^{\text{i}\ddot{o}}} + \frac{Y D_k^2}{4 G_{\acute{o}\grave{a}}} = \left(\frac{1}{G_{\text{н\ddot{a}e}}} + \frac{D_k^2}{4 \cdot G_{\acute{o}\grave{a}}} \right) \cdot Y, \quad (1)$$

где $G_{\text{н\ddot{a}e}}^{\text{i}\ddot{o}}$ – жесткость резиновых амортизаторов на сжатие, учитывающая ужесточение предварительно сжатого амортизатора; $G_{\acute{o}\grave{a}}$ – угловая жесткость резиновых амортизаторов.

При этом $\Delta_{\text{н\ddot{a}e. \acute{a}i\grave{e}}$ рассчитывалась с учетом параметров ужесточения β_n . Коэффициент ужесточения аппроксимировался формулой Пейна. Формулы для расчета $G_{\text{н\ddot{a}e}}^{\text{i}\ddot{o}}$ с учетом предварительного сжатия приведены в таблице 1 [2].

Таблица 1

$\frac{\Delta_{\text{н\ddot{a}e}^{\text{n}\ddot{o}}}}{h}$	$(1 - \iota)\varpi < 6$	$6 > (1 - \iota)\varpi > 150$	$(1 - \iota)\varpi > 150$
≤ 0.1	$G_{\text{н\ddot{a}e}}^{<6} \approx \pi R \varpi G \cdot (1 - \iota^2) \times (1 + 0.413 \cdot (\varpi \cdot (1 - \iota))^2)$	$G_{\text{н\ddot{a}e}}^{>6} = \frac{G_{\text{н\ddot{a}e}}^{<6} \cdot G_{\text{н\ddot{a}e}}^{>150}}{G_{\text{н\ddot{a}e}}^{<6} + G_{\text{н\ddot{a}e}}^{>150}}$	$G_{\text{н\ddot{a}e}}^{>150} = \pi R \varpi \Delta_{\text{н\ddot{a}e}^{\text{n}\ddot{o}}} K' \times (1 - \iota^2)$
≤ 0.5	$G_{\text{н\ddot{a}e}}^{<6} \approx \frac{\pi R^2}{\Delta_{\text{н\ddot{a}e}^{\text{n}\ddot{o}}}} \cdot G \cdot (1 - \iota^2) \times (1 + 0.413 \varpi^2 \cdot (1 - \iota)^2) \times \left(\frac{1}{\lambda_z^2} - \lambda_z \right)$	$G_{\text{н\ddot{a}e}}^{>6} = \frac{G_{\text{н\ddot{a}e}}^{<6} \cdot G_{\text{н\ddot{a}e}}^{>150}}{G_{\text{н\ddot{a}e}}^{<6} + G_{\text{н\ddot{a}e}}^{>150}}$	–

где $\iota = \frac{R}{r}$; $\varpi = \frac{R}{h}$; $\lambda_z = 1 - \frac{\Delta_{\text{н\ddot{a}e}^{\text{n}\ddot{o}}}}{h}$; $K' = E_{\text{н\ddot{a}e}} \left(1 + 0.015 \frac{\Delta_{\text{н\ddot{a}e}^{\text{n}\ddot{o}}}}{h} \cdot E_{\text{н\ddot{a}e}} \right)$, $E_{\text{н\ddot{a}e}}$ – модуль упругости при сжатии.

Направляющее усилие Y определялось путем аппроксимации экспериментальных данных рамных сил, полученных в результате ходовых испытаний тепловоза 2ТЭ116. Аппроксимацией методом наименьших квадратов с помощью полинома первой степени были получены следующие зависимости:

1. $Y_p(V) = (-2927.5 + 124.4 \cdot V)$ - максимальные значения рамных сил тепловоза 2ТЭ116-1549Б с подрезиненными колесами при движении в кривой R=300 м (передний ход).

2. $Y_p(V) = (-5252 + 156.9 \cdot V)$ - максимальные значения рамных сил тепловоза 2ТЭ116-1549Б с подрезиненными колесами при движении в кривой R=300 м (задний ход).

3. $Y_p(V) = (6211.9 - 47 \cdot V)$ - максимальные значения рамных сил тепловоза 2ТЭ116-1549Б с подрезиненными колесами при прохождении стрелочных переходов (передний ход).

4. $Y_p(V) = (3179.3 - 2.4 \cdot V)$ - максимальные значения рамных сил тепловоза 2ТЭ116-1549Б с подрезиненными колесами при движении в кривой R=600 м (передний ход).

5. $Y_p(V) = (-1234.7 + 49.2 \cdot V)$ - максимальные значения рамных сил тепловоза 2ТЭ116-1549Б с подрезиненными колесами при движении в кривой R=600 м (задний ход).

6. $Y_p(V) = (1289.6 + 11.4 \cdot V)$ - максимальные значения рамных сил тепловоза 2ТЭ116-1549Б с подрезиненными колесами при движении в прямой (передний ход).

7. $Y_p(V) = (-1710.8 + 54.8 \cdot V)$ - максимальные значения рамных сил тепловоза 2ТЭ116-1549Б с подрезиненными колесами при движении в прямой (задний ход).

Согласно формулам (4, 5) из [1], функциям $Y_p(V)$ и формулам определения жесткости из таблицы 1 были получены максимальные значения $\Delta_{\text{нæ.áîè}}$ для разных сортов резины, для прямых и кривых участков пути. На рис 2-4 изображены значения $\Delta_{\text{нæ.áîè}}$ при движении локомотива в прямой передним ходом для разных марок резины, при этом $P_{\text{ск}}=300$ кН, $P_{\text{верт}}=115$ кН.

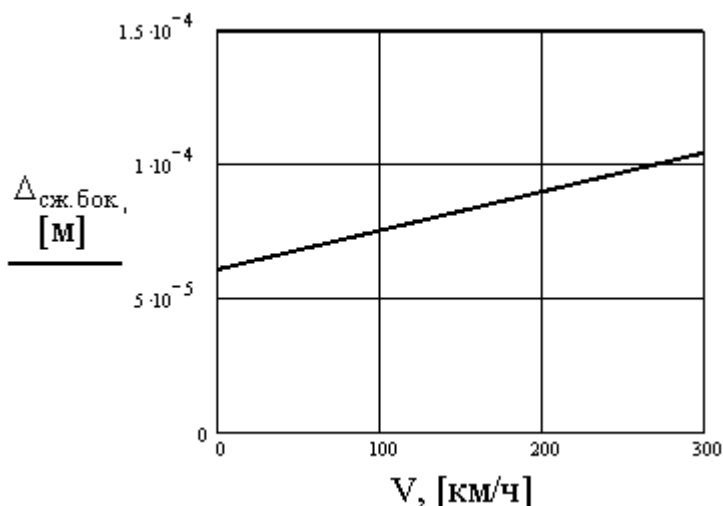


Рис. 2. Максимальные значения величины чистого сжатия $\Delta_{\text{нæ.áîè}}$ для тепловоза 2ТЭ116-1549Б с подрезиненными колесами при движении в прямой (передний ход). Резина с твердостью по Шору 70 ед.

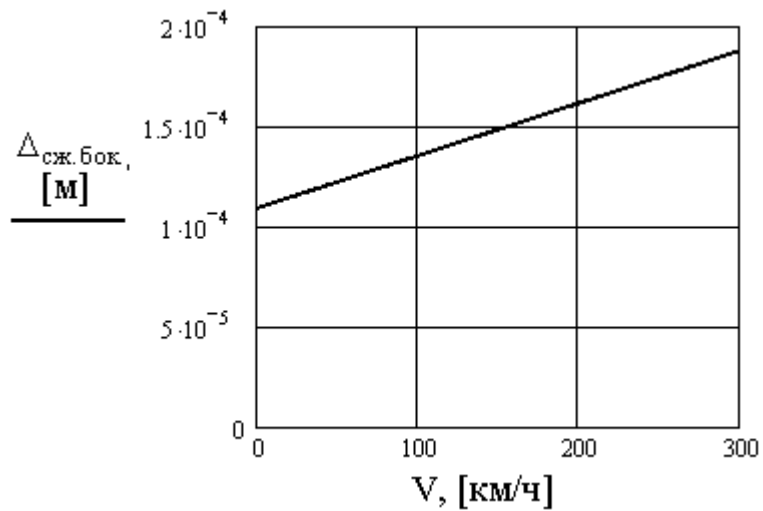


Рис. 3. Максимальные значения величины чистого сжатия $\Delta_{\text{н.а.}}^{\text{а.и.}}$ для тепловоза 2ТЭ116-1549Б с подрезиненными колесами при движении в прямой (передний ход). Резина с твердостью по Шору 50 ед

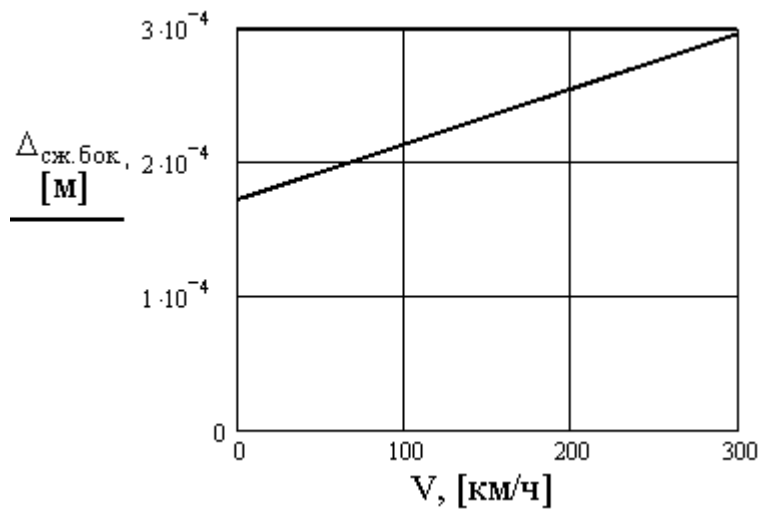


Рис. 4. Максимальные значения величины чистого сжатия $\Delta_{\text{н.а.}}^{\text{а.и.}}$ для тепловоза 2ТЭ116-1549Б с подрезиненными колесами при движении в прямой (передний ход). Резина с твердостью по Шору 40 ед

Согласно полученным результатам (в статье не указаны) можно сделать вывод, что максимальная величина чистого сжатия $\Delta_{\text{н.а.}}^{\text{а.и.}}$ резинового элемента при действии направляющего усилия Y наблюдается при прохождении экипажем кривых радиусом $R=300$ м. При увеличении радиуса кривой значение $\Delta_{\text{н.а.}}^{\text{а.и.}}$ уменьшается с увеличением твердости резины. Таким образом, усилие Y создает дополнительные нагрузки в каждой точке упругого элемента и обеспечивает чистое сжатие резинового элемента на величину $\Delta_{\text{н.а.}}^{\text{а.и.}}$. Данный факт необходимо учитывать при расчете напряженно-деформированного состояния резиновых амортизаторов при их циклическом нагружении.

Граничное условие, определяющее чистое сжатие резинового элемента для исследуемого колеса при воздействии направляющего усилия, с учетом предварительного сжатия с усилием $P_{сж}=300$ кН и периода виляния экипажа в прямом пути $L_{vil} = 18,1$ м можно записать в виде:

$$vilyan(x, V) = \Delta_{наэ. \hat{a} \hat{i} \hat{e}}(V) \cdot \left[0.5 + 0.5 \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot x}{L_{vil}} - \frac{\pi}{2}\right) \right]. \quad (2)$$

Графики функции (2) для трех сортов резины при скорости движения 100 км/ч изображены на рис. 5-7.

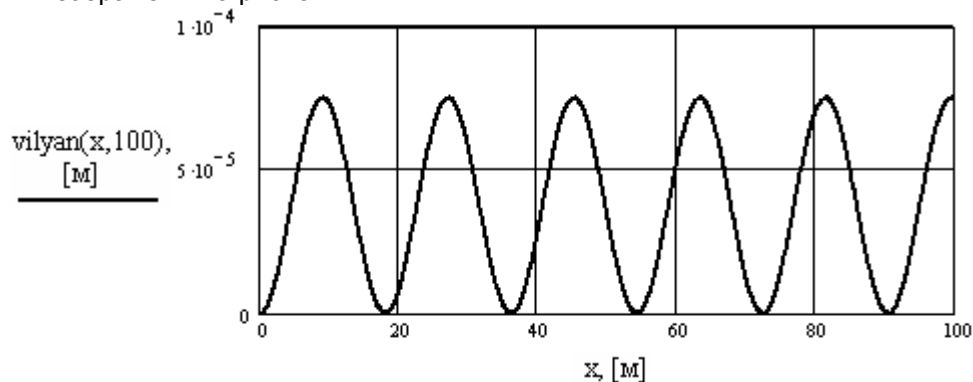


Рис. 5. Действие направляющего усилия Y на подрезиненную колёсную пару при вилянии экипажа, движущегося со скоростью 100 км/ч. Твердость резины 70 ед. по Шору

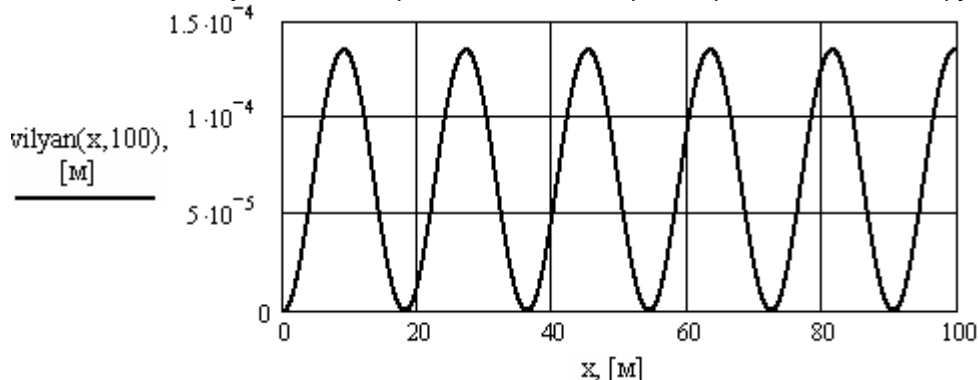


Рис. 6. Действие направляющего усилия Y на подрезиненную колёсную пару при вилянии экипажа, движущегося со скоростью 100 км/ч. Твердость резины 50 ед. по Шору

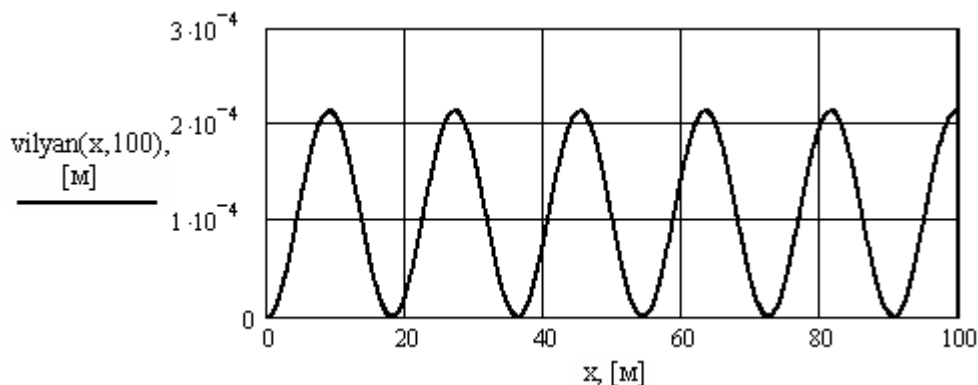


Рис. 7. Действие направляющего усилия Y на подрезиненную колёсную пару при вилянии экипажа, движущегося со скоростью 100 км/ч. Твердость резины 40 ед. по Шору

Предложенная методика расчета дополнительных нагрузок на резиновые амортизаторы в транспортном машиностроении была заложена в качестве граничных условий в систему автоматизации расчета напряженно-деформированного состояния и температурного поля резинового элемента подрезиненного колеса (САРНДСиТПРЭ) [1].

В результате работы автоматизированной системы (САРНДСиТПРЭ) было получено распределение деформаций (рис. 8, 10) и площадь диаграммы нагружения-разгрузки (рис. 9, 11) в каждой точке резинового элемента с учетом: а) динамической нагрузки, изменяющейся со скоростью; б) направляющего усилия, влияющего на деформацию резинового элемента при движении рельсового транспортного средства. Исследовалась резина с твердостью по Шору 50 ед., статическая вертикальная нагрузка при этом на ось составляла $P_{vert}=115$ кН.



Рис. 8. Временная зависимость величины перемещения [S] в точке, удаленной от внешнего радиуса на 3 см, $V=198$ км/ч, без учета динамической нагрузки и направляющего усилия Y

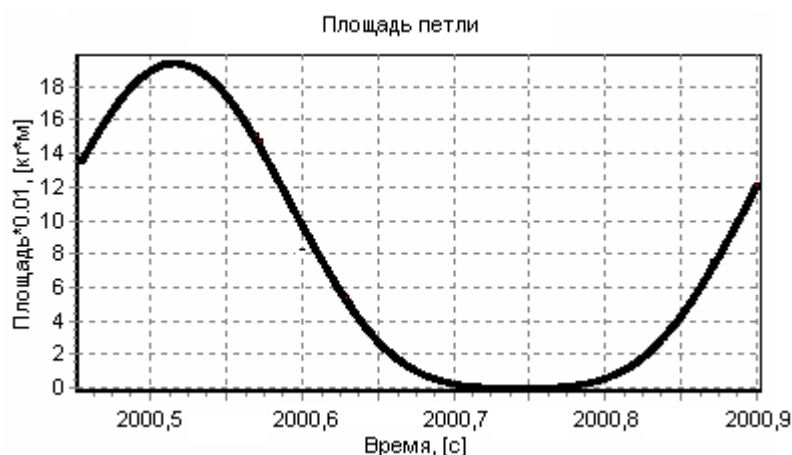


Рис. 9. Площадь диаграммы нагружения-разгрузки в точке, удаленной от внешнего радиуса на 3 см, $V=198$ км/ч, без учета динамической нагрузки и направляющего усилия Y



Рис. 10. Временная зависимость величины перемещения [S] в точке, удаленной от внешнего радиуса на 3 см, $V=198$ км/ч, с учетом динамической нагрузки и направляющего усилия Y

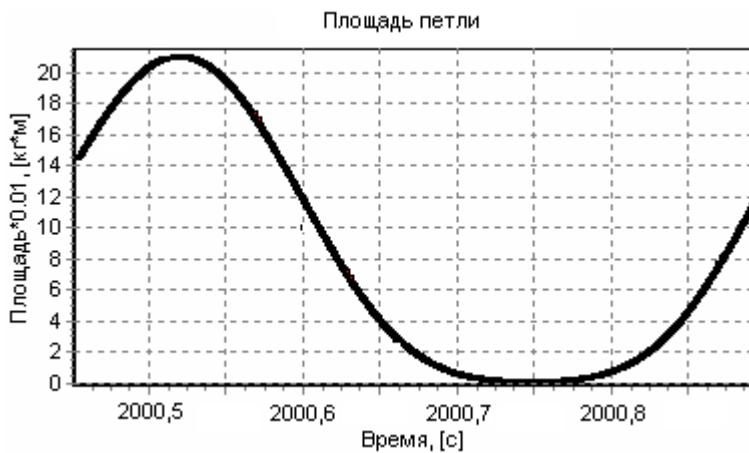


Рис. 11. Площадь диаграммы нагружения-разгрузки в точке, удаленной от внешнего радиуса на 3 см, $V=198$ км/ч, с учетом динамической нагрузки и направляющего усилия Y

Из рис. 9 и 11 видно, что в каждом цикле движения, составляющем 25 м (длина рельса), разница между максимальным значением площади диаграммы нагружения-разгрузки S_{max} , определяемой с учетом величины Y и изменяющейся динамической нагрузки и без учета данных параметров, составляет почти 2%. Таким образом, при интенсивном циклическом нагружении в условиях, соответствующих реальным режимам работы ходовых частей рельсового транспорта, резиновые элементы подрезиненного колеса имеют повышенный диссипативный разогрев, связанный с реальными условиями нагружения и, следовательно, более низкую долговечность. Данный факт необходимо учитывать при проектировании конструкции подрезиненного колеса для обеспечения более длительного срока службы резиновых элементов.

Выводы

Одним из основных показателей, влияющих на долговечность резиновых амортизаторов подрезиненных пар колес, является внутреннее теплообразование, расчет которого связан с определением площади диаграммы нагружения-разгрузки S_{max} при циклическом нагружении резинового элемента. Численное

значение величины S_{\max} зависит как от режима нагружения, учитывающего вертикальную динамическую нагрузку и направляющее усилие, так и от величины предварительного сжатия $P_{\text{пэ}}$.

В результате работы автоматизированной системы (САРНДСИТПРЭ) установлено, что учет предварительного сжатия резинового элемента, направляющего усилия Y и повышающейся динамической нагрузки с увеличением скорости ведёт к возрастанию площади диаграммы нагружения-разгрузки S_{\max} почти на 2%, что необходимо учитывать при проектировании эластомерных конструкций (выбор марки резины, технологии изготовления, размеров изделия и т. д.)

Литература

1. Полупан Ю.В. Система автоматизации расчета напряженно-деформированного состояния и температурного поля резиновых элементов (САРНДСИТПРЭ) // Вісн. Східно-укр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2004. - №11. – с. 158-165;
2. Вибрации в технике: Справочник в 6-ти т./ Ред. совет: В.Н. Челомей (пред.). – М.: Машиностроение, 1981. – Т. 4. Вибрационные процессы и машины / Под ред. Э. Э. Лавенделла. 1981. 509 стр;
3. Голубенко А.Л., Петров А.С. Резиновые и резинометаллические амортизаторы в конструкциях рельсового транспорта. – Луганск: Изд-во ВУГУ, 1998. – 576 с.

УДК 622.-522 - 62.525:621.22

Сёмин Д.А., Мальцев Я.И., Роговой А.С.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА В СТРУЙНО-ВИХРЕВЫХ НАСОСАХ

Представлены результаты трехмерного математического моделирования турбулентного течения вязкой несжимаемой жидкости в струйно-вихревых насосах на основе «к-ε» модели. Расчетные данные сравниваются с экспериментально полученными характеристиками и распределением давления вдоль радиуса вихревой камеры. Рис. 4, ист. 9.

В таких отраслях промышленности, как угольная, химическая, теплоэнергетика, металлургия, в сельском хозяйстве и др., широко используются для перемещения рабочих сред насосы различного типа. Условия их эксплуатации можно отнести к экстремальным, т.к. они подвержены воздействию вибрации, ударным нагрузкам, перекачивают рабочие среды, находящиеся в различных агрегатных состояниях, содержащие абразивные частицы. Вследствие этого их основные рабочие органы быстро выходят из строя, что не только снижает их надежность и долговечность, но и в целом отражается на эффективности технологических процессов и снижает экономические показатели конечной продукции. Вследствие этого актуальной является проблема повышения надежности и долговечности существующих насосов за счет их совершенствования, а также создания новых типов, свободных от указанных недостатков.

Одним из таких направлений является разработка насосов струйного типа, которые не содержат подвижных механических органов. Известные конструкции имеют один общий недостаток – низкий коэффициент полезного действия, обусловленный самим характером рабочего процесса, т.е. большими потерями на удар при передаче энергии от основного потока к эжектируемому [6]. При работе на газовых средах их скорость, а следовательно, и кинетическая энергия, ограничены критическими значениями.

Расширить диапазон рабочих характеристик струйных машин можно используя эффекты вращающихся потоков – наличие разрежения на оси и создание избыточного давления на периферии. Подобное устройство [9] известно, однако

данные по характеристикам и параметрам работы данной конструкции вообще отсутствуют. Вследствие этого актуальной становится задача изучения и анализа рабочих процессов в струйно-вихревых насосах с целью установления и совершенствования их характеристик на основе математического и физического моделирования. Схема такого устройства показана на рис. 1.

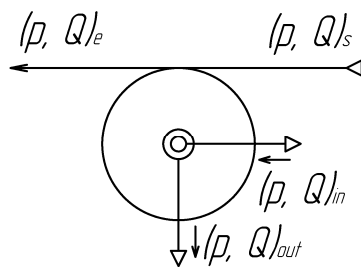


Рис. 1. Схема струйно-вихревого насоса

Насос работает следующим образом: основной силовой поток подается через тангенциальный канал входа с объемным расходом Q_s и давлением p_s в вихревую камеру смешения. Перемещаемая среда всасывается через канал меньшего диаметра и смешавшись с рабочим потоком, поступает в тангенциальный канал выхода с объемным расходом Q_e и давлением p_e . Основным недостатком данной конструкции струйного насоса являются потери перемещаемой среды через дренажный канал.

При моделировании движения твердой частицы в струйно-вихревом насосе был использован метод наложения движения изолированной твердой частицы на движение газа. Влиянием твердых частиц на параметры движения газа можно пренебречь вследствие небольших концентраций частиц в потоке.

В задачах транспортирования потоков жидкостей, газов и сыпучих сред с помощью струйной макротехники рабочие давления и скорости таковы, что с достаточной точностью течения в них можно считать несжимаемыми.

Уравнения Навье-Стокса, осредненные по Рейнольдсу для несжимаемой жидкости, полученные с использованием обобщенной гипотезы Буссинеска, связывающей напряжения Рейнольдса с осредненными параметрами потока, приведены ниже [5]:

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = F_x - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left((v + v_\delta) \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left((v + v_\delta) \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left((v + v_\delta) \frac{\partial u}{\partial z} \right) \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = F_y - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x} \left((v + v_\delta) \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left((v + v_\delta) \frac{\partial v}{\partial y} \right) \\ + \frac{\partial}{\partial z} \left((v + v_\delta) \frac{\partial v}{\partial z} \right) \end{aligned} \quad (1)$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} = F_z - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x} \left((v + v_\delta) \frac{\partial w}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left((v + v_\delta) \frac{\partial w}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left((v + v_\delta) \frac{\partial w}{\partial z} \right),$$

где u, v, w – проекции осредненной скорости на оси координат x, y, z соответственно;

F_x, F_y и F_z – проекции вектора массовых сил на оси координат;

ρ – плотность среды;

p – гидродинамическое давление;

ν , ν_δ – молекулярная и турбулентная кинематические вязкости соответственно.

Для замыкания математической модели необходимо добавить к уравнению движения (1) уравнение неразрывности:

$$\frac{\partial \bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{w}}{\partial z} = 0. \quad (2)$$

Для расчета течения принимаем наиболее развитую двухпараметрическую « $k - \varepsilon$ » модель турбулентности [1], основанную на уравновешивании генерации осредненных потоков энергии турбулентности диссипацией в каждой точке пространства. Турбулентная вязкость в ней определяется соотношением Колмогорова-Прандтля:

$$\nu_\delta = C_\nu \frac{k^2}{\varepsilon}. \quad (3)$$

Изменение в пространстве кинетической энергии k и скорости ее диссипации ε описывается уравнениями переноса:

$$\begin{aligned} \frac{\partial k}{\partial t} + \bar{\nabla}(\bar{v}k) &= \bar{\nabla} \left(\left(\nu + \frac{\nu_\delta}{\sigma_k} \right) \bar{\nabla} k \right) + G - \varepsilon \\ \frac{\partial \varepsilon}{\partial t} + \bar{\nabla}(\bar{v}\varepsilon) &= \bar{\nabla} \left(\left(\nu + \frac{\nu_\delta}{\sigma_\varepsilon} \right) \bar{\nabla} \varepsilon + \frac{\varepsilon}{k} (C_1 G - C_2 \varepsilon) \right) \end{aligned} \quad (4)$$

$$G = \nu_\delta \frac{\partial V_i}{\partial x_j} \left(\frac{\partial V_i}{\partial x_j} + \frac{\partial V_j}{\partial x_i} \right)$$

$$k = \frac{1}{2} V_i' V_i'; \quad \varepsilon = \nu_\delta \left(\frac{\partial V_i'}{\partial x_i} \right)^2,$$

где G – скорость генерации турбулентности.

Значения параметров модели $\sigma_k = 1.0$, $\sigma_\varepsilon = 1.3$, $C_\mu = \rho C_\nu = 0.09$, $C_1 = 1.44$, $C_2 = 1.92$.

Расчетная область разделена на две зоны: пристеночную и центральную. В центральной области нами использована « $k - \varepsilon$ » модель, а в пристеночной – специальные пристеночные функции для кинетической энергии турбулентности и скорости ее диссипации [1].

Также в пристеночной области принято распределение скорости по степенному закону.

$$\bar{V}_i(y) = \bar{V}_i \cdot (y/h)^{1/7} \quad (5)$$

На всех границах расчетной области приняты «жесткие» граничные условия: на твердой стенке – условие прилипания жидкости $\bar{V}|_{\bar{a}} = 0$, а во входном сечении канала питания задается значение давления торможения $p|_{\bar{a}} = p_{\bar{a}}$, а в выходном и дренажном каналах – равенство нулю давления $p|_{\bar{a}} = 0$.

При задании граничных условий на осевом выходе из вихревой камеры и осевом входе на верхней торцевой стенке возникает сложность, поскольку в закрученном потоке давление распределяется по радиусу струи. Для ее решения была увеличена расчетная область и заданы граничные условия выхода на новой границе, где давление практически равно нулю и не изменяется по радиусу [5].

При решении полученной системы дифференциальных уравнений в частных производных использован метод контрольного объема [2].

Для лучшего разрешения малых деталей геометрии расчетной области и в области высоких градиентов параметров рассчитываемых переменных использована прямоугольная адаптивная локально измельченная сетка.

Аппроксимация расчетной переменной выполнена как схема реконструкции, имеющая повышенный порядок точности [7, 8].

Для проверки адекватности математической модели был проведен сравнительный качественный анализ на экспериментальном образце струйно-вихревого насоса, и наблюдалось качественное совпадение расчетной картины течения в устройстве и течения в экспериментальной модели (рис. 2). Можно видеть вторичное течение в дренажном канале, что хорошо согласуется с данными экспериментальных и теоретических исследований вихревых камер и усилителей [3, 4], что говорит о качественно правильном описании рабочих процессов, происходящих в струйно-вихревом насосе.

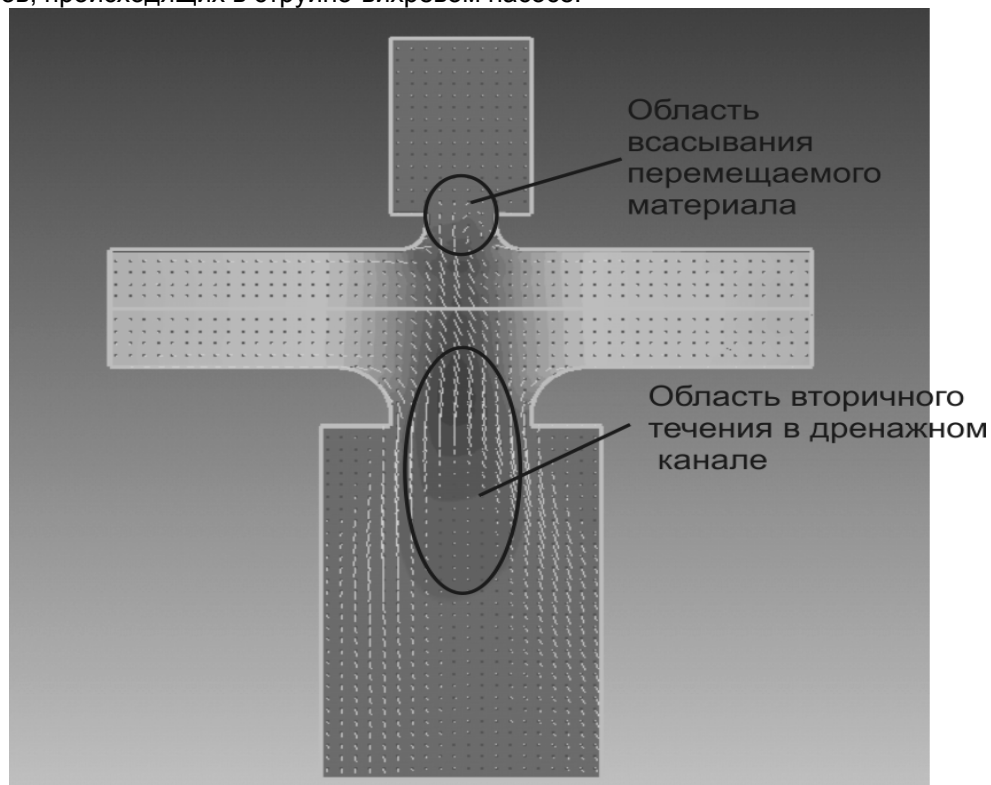


Рис. 2. Расчетные распределения давления и векторов скоростей в устройстве

На рис. 2 видно, что в областях всасывания перемещаемого материала и в области вторичного течения в дренажном канале образуются зоны разрежения.

Однако качественного сравнения недостаточно для подтверждения адекватности математической модели. Для количественной оценки было произведено сопоставление расчетного распределения давления вдоль радиуса вихревой камеры с экспериментальными данными (рис. 3).

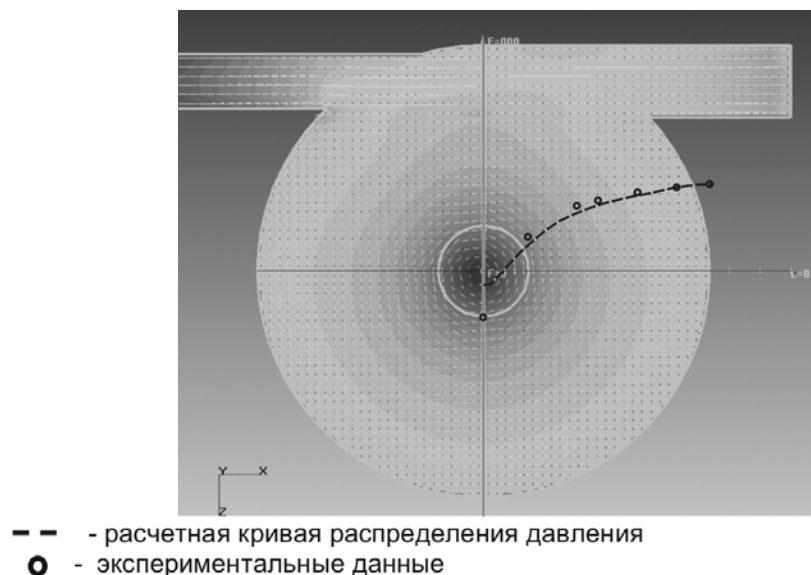


Рис. 3. Расчетные распределения давления и векторное поле скоростей в насосе

На рис. 3 видно, что расчетные данные хорошо согласуются с данными физического эксперимента.

На рис. 4 показано расчетное поведение твердых частиц с плотностью угля в струйно-вихревом насосе, полученное с помощью метода наложения расчета траекторий частиц по заранее рассчитанному полю характеристик рабочей среды.

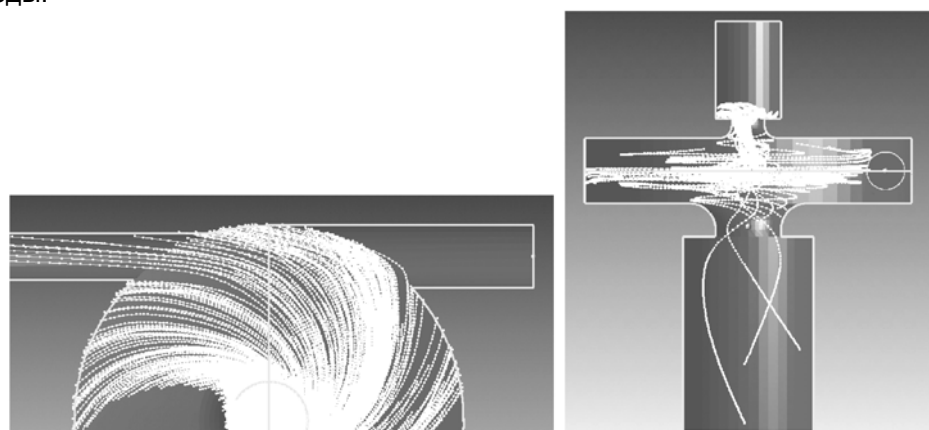


Рис. 4. Расчетные траектории движения твердых частиц с плотностью 1400 кг/м^3 в устройстве

Как видно из рис.4, часть твердых частиц, попадающих в вихревую камеру, теряются через дренажный канал, что зависит от диаметра и плотности твердых частиц. Количественные характеристики потерь хорошо согласуются с экспериментальными данными.

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Расчет течения в устройстве на газообразных рабочих средах для одного из режимов, соответствующего одной точке рабочей характеристики, составляет примерно 70 часов на персональном компьютере средней мощности, что соизмеримо со временем на подготовку и проведение физического эксперимента в лабораторных условиях.
2. Для исследованной геометрии проточной части струйно-вихревого насоса часть перемещаемого материала теряется, уходя через дренажный канал (рис.1, канал out), что зависит от диаметра и плотности твердых частиц.
3. Сравнение с данными наблюдений и результатами, полученными различными авторами при исследовании вихревых камер, позволяет сделать вывод о качественно правильном описании рабочих процессов, проходящих в струйно-вихревых насосах.

Литература

1. Андерсон Д., Таннехилл Дж., Плетчер Р. Вычислительная гидромеханика и теплообмен: В 2-х т. Т. 1: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990.- 384 с;
2. Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости: Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1984.- 152 с;
3. Семин Д.А., Павлюченко В.А., Мальцев Я.И. Исследование вихревых усилителей с диффузорами различных типов / Вестник НТУУ «КПИ». Машиностроение, Вып. 42, в 2-х т.- К., 2002. Т.2 – С. 54-56;
4. Семин Д.А. Разработка и совершенствование характеристик крупномасштабных вихревых клапанов. Дисс. канд. техн. наук. – Луганск, 1992, – 203 с;
5. Семин Д.А., Мальцев Я.И. Моделирование трехмерных течений в вихревых усилителях с диффузорным выходом // Вісник СумДУ. – Суми: Вид-во СумДУ.- №3 (49). 2003. – С. 16 – 23;
6. Соколов Е.Я., Зингер Н.М. Струйные аппараты. –3-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 352 с.;
7. Aksenov A.A., Dyadkin A.A., Gudkovsky A.V., Numerical Simulation of Car Tire Aquaplaning. Computational Fluid Dynamics '9;
8. J.-A. Desideri, C. Hirsch, P. Le Tallec, M. Pandolfi, J. Periaux eds, Jhon Wiley&Sons, 1996, pp. 815-820;
9. Jeffrey L. Beck. Vortex injection method and apparatus. Патент США № 4449862, 1980.

УДК 697.32

Соколов В.И., Иващенко Е.А., Подлесная С.В.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АЭРОТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ ВОЗДУШНОГО ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

Рассмотрены вопросы математического моделирования аэродинамических характеристик систем воздушного отопления и вентиляции, намечены пути получения более простых адекватных математических моделей, предельно полно учитывающих особенности процесса нестационарного теплообмена. Ист. 5.

Интерес к проблеме математического моделирования вентиляционных систем значительно возрос в связи с возросшими требованиями к внутренней и внешней экологии промышленных объектов. В литературе публикуются различ-

ные материалы, прямо или косвенно отражающие различные аспекты этой сложной проблемы [1, 2].

Изучение характеристик элементов систем вентиляции и кондиционирования (СКВ) диктуется не только чисто научными соображениями, но также насущными инженерными задачами, и в первую очередь, необходимостью достаточно точно предсказывать параметры этого сложного процесса.

Процессы, формирующие тепловую обстановку в помещении, необходимо рассматривать в неразрывной связи между собой, поскольку их взаимовлияние является существенным. Особое влияние оказывает движение воздушной среды в системе вентиляции на процесс теплообмена между элементами конструкции и воздухом. Поэтому при построении математической модели нестационарных аэротермодинамических характеристик системы является важным совместное рассмотрение процессов теплообмена и движения воздушной среды в помещении.

Будем считать, что рабочая среда систем вентиляции и кондиционирования является сплошной средой, удовлетворяющей гипотезам линейности, однородности и изотропности, на основании которых устанавливается линейная связь между компонентами тензоров напряжения p_{ij} и скоростей деформаций:

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right);$$

$$p_{ij} = -p\delta_{ij} + \left(\mu_v - \frac{2}{3}\mu \right) \delta_{ij} \operatorname{div} \bar{u} + 2\mu\varepsilon_{ij}, \quad (1)$$

где p – статическое давление (давление в идеальной среде);

δ_{ij} – символ Кронекера ($\delta_{ij} = 0$ при $i \neq j$, а при $i = j$ $\delta_{ij} = 1$);

μ_v – коэффициент объемной вязкости;

μ – динамическая вязкость;

\bar{u} – вектор скорости, а u_i – его компонента на ось x_i ;

i, j – индексы, по которым идет суммирование при их повторении ($i, j = 1, 2, 3$).

Для вязкой жидкости любые явления, удовлетворяющие уравнению (1), могут быть однозначно математически описаны, в частности, с помощью замкнутой системы дифференциальных уравнений и краевых условий.

Эта система обычно включает (для однофазной среды):

1. Уравнение движения

$$\rho \frac{\partial u_i}{\partial t} + \rho u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j} = F_i - \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\left(\mu_v - \frac{2}{3}\mu \right) \operatorname{div} \bar{u} + \mu \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \right], \quad (2)$$

где ρ — плотность среды;

F_i — проекция плотности массовых сил на ось x_i .

2. Уравнение неразрывности

$$\frac{d\rho}{dt} + \rho \operatorname{div} \bar{u} = 0 \quad \text{или} \quad \frac{d\rho}{dt} + \operatorname{div} \rho \bar{u} = 0. \quad (3)$$

3. Уравнение теплопроводности [3]

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} + \rho c u_j \frac{\partial T}{\partial x_j} = \operatorname{div}(\lambda \operatorname{grad} T) + q_v, \quad (4)$$

где ρ – плотность среды;
 T – температура среды.
 c – массовая теплоемкость;
 λ – коэффициент теплопроводности;
 q_v – плотность распределения источников тепла в единице объема.

4. Уравнение энергии [4, 5]

$$\frac{\partial i}{\partial t} = -\frac{\operatorname{div} \bar{q}}{\rho} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\hat{O}_1}{\rho} + \frac{q_v}{\rho}, \quad (5)$$

где i – удельная энтальпия (на единицу массы);
 \bar{q} – плотность теплового потока через единицу поверхности в единицу времени;

$$\hat{O}_1 = \frac{\mu}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right)^2 + \left(\mu_v - \frac{2}{3} \mu \right) (\operatorname{div} \bar{u})^2 = \hat{O} + \zeta_{ia} (\operatorname{div} \bar{u})^2; \quad (6)$$

Φ – диссипативная функция Релея.

В простейшем случае однофазной среды, когда приток тепла к ее элементу вентиляционной системы определяется только теплопроводностью, \bar{q} определяется уравнением Фурье:

$$\bar{q} = -\lambda \operatorname{grad} T$$

5. Уравнение состояния

$$p = \rho R T, \quad (7)$$

где R – газовая постоянная (для воздуха $R = 287$ Дж (кг град)).

Для замыкания системы уравнений (2 - 7) необходимо использовать дополнительные сведения о свойствах и физических закономерностях рассматриваемой конкретной задачи с учетом принятых допущений. Обычно это уравнения типа

$$\lambda = \lambda(T, p) \approx \lambda(T); \quad \mu = \mu(T, p) \approx \mu(T); \\ \mu_v = \mu_v(T, p)$$

(для систем вентиляции и их рабочих сред $di = c_p dT$; $q_v = q_v(x_i, t)$).

Для неизотермических потоков в помещении, связанных с работой инженерных систем, чаще всего единственной массовой силой является гравитационная (архимедова) сила

$$F = q \beta \rho \Delta T, \quad (8)$$

где ΔT – избыточная температура;
 β – коэффициент теплового объемного расширения среды.

Краевые условия включают начальные (временные) и граничные (пространственные). Для нестационарных процессов в вязкой жидкости задание начальных и граничных условий для скорости среды обычно не вызывает принципиальных трудностей. Они возникают при задании температурных граничных условий, т. е. температуры на поверхностях стенок объекта кондиционирования и вентиляции $T_c(x_{ic}, t)$, ограничивающих поток жидкости, в любой момент времени $t \geq t_0$.

Распределение температуры T_c по поверхности и характер ее изменения во времени в процессе нестационарного теплообмена между потоком и ограничивающей его конструкцией вентиляционной системы (телом, стенками) зависят не только от гидродинамики и теплофизических свойств потока, но и от размеров, конфигурации и теплофизических свойств этой конструкции (тела, стенок). Однако если все краевые условия, в том числе и $T_c = T_c(x_{ic}, t)$, заданы, то задача однозначно определена. Ее решение позволит найти поля всех параметров в потоке как функции координат и времени.

Следует подчеркнуть, что стенки помещений (их размеры, конфигурация, теплофизические свойства, интенсивность и распределение источников тепла) могут влиять на теплообмен с потоком, непосредственно воздействуя только на граничные условия.

Поэтому задание температурного граничного условия в виде известной функции можно заменить включением в систему уравнения теплопроводности для стенки помещения

$$\rho_c C_c \frac{\partial T}{\partial t} = \operatorname{div}(\lambda_c \operatorname{grad} T) \quad (9)$$

или при $\lambda_c = \operatorname{const}$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a_c \nabla^2 T, \quad (10)$$

где $a_c = \frac{\lambda_c}{\rho_c C_c}$ – коэффициент температуропроводности.

Кроме того, задают условия: температура конструкции и газа, а также тепловые потоки на обеих сторонах поверхности раздела тело - стенка равны между собой. В этом случае задачу называют сопряженной, т. е. сформулированной для потока и стенки одновременно. Ее решение позволяет сразу найти поля: параметров в потоке и поле температур в конструкции, его окружающей. Если же задано температурное граничное условие $T_c = T_c(x_{ic}, t)$, то это можно сделать независимо и раздельно для потока и конструкции. Последний путь значительно проще, однако в общем случае невозможно задать температурные граничные условия заранее.

Рассмотрим особенности описания нестационарных турбулентных течений. Турбулентные течения принято описывать в осредненных величинах. Тогда после осреднения уравнений движения, энергии и неразрывности, которые считаются верными для мгновенных (истинных) значений параметров при турбулентном течении, они оказываются записанными через осредненные величины. Но в уравнениях в качестве новых членов появляются моменты второго и даже третьего порядка между пульсационными составляющими параметров.

Появление этих членов (типа турбулентных напряжений в уравнении движения - $\overline{\rho u_i u_j}$ и турбулентного теплового потока - $\overline{c_p \rho T' u_i}$; в уравнении энергии) есть следствие того, что сложное пульсирующее движение сплошной среды описывается осредненными значениями параметров. Они являются новыми неизвестными, и для замыкания системы уравнений необходимо ввести новые уравнения.

Для стационарных течений эта проблема решается чаще всего с помощью полуэмпирической теории турбулентности или известного из экспериментов распределения турбулентных параметров для простых типов течений. Для нестационарных течений эти пути еще только начинают развиваться, кроме того, для нестационарных течений возникает еще проблема допустимости осреднения турбулентных течений по времени. Однако практика применения квазистационарного подхода к решению нестационарных задач рассмотренного выше типа показала, что использования осредненных значений скорости потока и обоснованно подобранной гипотезы турбулентности позволяют решать задачи расчета аэротермодинамических характеристик вентиляционных систем с достаточной точностью.

При использовании той или иной гипотезы турбулентности определение дополнительных турбулентных напряжений и турбулентного теплового потока строится на основе введения в рассмотрение коэффициента эффективной вязкости

$$\mu_{\text{eff}} = \mu + \mu_f \quad (11)$$

и коэффициента эффективной теплопроводности

$$\lambda_{\text{eff}} = \lambda + \lambda_f \quad (12)$$

где μ_f, λ_f – коэффициенты турбулентной вязкости и теплопроводности.

На основе вышеизложенного и принимая во внимание уравнения (1 – 12) можно предложить следующую математическую модель для описания нестационарных аэротермодинамических процессов в системах вентиляции и кондиционирования

$$\begin{aligned} \rho \frac{\partial u_i}{\partial t} + \rho u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j} &= F_i - \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\left(\mu_v - \frac{2}{3} \mu_{\text{eff}} \right) \text{div} \bar{u} + \mu_{\text{eff}} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \right]; \\ \frac{\partial p}{\partial t} + \text{div} \rho \bar{u} &= 0; \\ \rho c \frac{\partial T}{\partial t} + \rho c u_j \frac{\partial T}{\partial x_j} &= \text{div} (\lambda_{\text{eff}} \text{grad} T) + q_v; \\ \rho \frac{\partial i}{\partial t} &= -\text{div} \bar{q} + \frac{\partial p}{\partial t} + q_v + \frac{\mu_{\text{eff}}}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right)^2 + \left(\zeta_{i\dot{a}} - \frac{2}{3} \mu_{\text{eff}} \right) (\text{div} \bar{u})^2; \\ \lambda_{\text{eff}} &= \lambda + \lambda_f, \quad \mu_{\text{eff}} = \mu + \mu_f, \\ p &= \rho RT. \end{aligned}$$

На основании теоретических и экспериментальных исследований авторами предложена адекватная математическая модель аэротермодинамических

процессов вентиляции, основанная на фундаментальных уравнениях тепло-массообмена, выбрана модель турбулентности, предложены алгоритм и программа интегрирования.

Несмотря на достаточную полноту описания нестационарных аэротермодинамических процессов, использование математической модели в практических расчетах является затруднительным из-за сложности задания начальных и граничных условий, выражений для коэффициентов турбулентной вязкости и теплопроводности, а также сложности проведения вычислительной процедуры. Кроме того, указанная математическая модель не позволяет определить оптимальный закон регулирования, если система вентиляции рассматривается в качестве объекта, не позволяет использовать хорошо разработанный математический аппарат анализа устойчивости, качества регулирования и т.д.

В этой связи дальнейшим шагом в моделировании аэротермодинамических процессов является разработка на основе полученной более простых адекватных математических моделей, предельно полно учитывающих особенности их протекания.

Литература

1. Андрийчук К.Н., Андрийчук Н.Д. Математическое моделирование аэродинамических характеристик элементов и систем вентиляции. – Луганск: Издательство СНУ им. В. Даля, 2005. – 88с;
2. Elterman V. M. Ventilation of Chemical Plants. Moscow: KHIMIA. 1980;
3. Андрийчук Н.Д., Иващенко Е.А., Коваленко А.А., Соколов В.И. Термодинамика для инженеров-строителей. – Луганск: Издательство СНУ им. В. Даля, 2005. – 304 с;
4. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. - Новосибирск, Наука, 1970. – 660 с;
5. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1976. – 600 с.

УДК 621. 924. 93

Чернецкая Н.Б.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗНАШИВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Рассмотрены факторы, влияющие на износ элементов гидротранспортных систем. Обоснованы требования и стенды для проведения экспериментальных исследований в промышленных и лабораторных условиях.

На современном рудо- или углеобогатительном предприятии, в зависимости от его мощности, в системах технологического и промышленного трубопроводного гидротранспорта в одновременной эксплуатации находятся десятки километров трубопроводов, насосоперекачного оборудования, трубопроводной арматуры. Несвоевременная замена и отказ любого из перечисленных элементов может привести и приводит к большим потерям конечного или промежуточного продуктов предприятия, снижению их качества. Преждевременная замена сопряжена с недоиспользованием ресурса оборудования и увеличением его расхода и эксплуатационных издержек.

Практика проектирования и широкого применения ГТС в народном хозяйстве ставит проблему дальнейшего развития теории изнашивания оборудования гидробразивными потоками и разработки на ее основе обобщенной и частной методик инженерного расчета надежности и долговечности гидротранспортных систем и их элементов, пригодных для практического использования в широком диапазоне изменения условий гидротранспортирования.

Суммарная удельная скорость объемного $\bar{g}_{W0} (i^3 / (i^2 \cdot \bar{n}))$ и линейного $g_{Wl} (i / \bar{n})$ изнашиваний от действия нормальной и тангенциальной сил

$$\bar{g}_{W0g} = |g_{Wl}| = \bar{g}_{W0N} + \bar{g}_{W0\tau} = \frac{\rho_a S g^3 \sin^3 \alpha}{\eta \ln^2 (1 - \psi)^{-1} \cos \alpha_k} \times \left[8,89 + 0,1\pi \cos^2 \alpha_k (\cos \alpha - f)^2 (1 + \mu_n)^2 \right] \quad (1)$$

где ψ – относительное сужение материала при разрыве;

g – скорость частицы;

$\alpha_k \approx 0^\circ$;

α – угол атаки частицы;

S – объемная концентрация гидросмеси;

μ_τ – коэффициент Пуассона материала поверхности;

ρ_a – плотность частицы;

η – упругая постоянная.

Наиболее эффективным средством проверки новых теорий изнашивания является проведение экспериментальных исследований как на промышленных установках, так и в лабораторных условиях.

Для определения скорости гидроабразивного изнашивания стендовая установка должна удовлетворять следующим основным требованиям:

- иметь источник гидравлического напора, обеспечивающий подачу среды со скоростями потока, близкими к скоростям потоков в трубопроводах систем промышленного гидротранспорта угольных предприятий, а также устройство для регулирования скоростей потока;
- иметь устройства для измерения скорости потока или расхода среды, перепада давлений в исследуемом устройстве,
- иметь прямолинейный горизонтальный участок трубопровода, длина которого должна обеспечивать успокоение потока после его прохождения через гидравлические сопротивления (повороты, сужения, и т.п.) с целью уменьшения погрешностей измерений параметров исследуемого устройства;
- иметь устройства для измерения времени износа;
- конструкция установки должна обеспечивать быстрое периодическое или постоянное обновление циркулирующей в системе гидросмеси.

Для исследования износостойкости и ресурсов конкретных деталей, узлов оборудования применяют сложные, зачастую уникальные по устройству, стенды. Их конструкция и размеры во многих случаях позволяют испытывать детали, узлы и изделия в натуральную величину. При этом обеспечиваются условия протекания процесса, аналогичные или близкие к эксплуатационным. Для этого стенды комплектуют системами контроля, поддержания параметров изнашивания и режимов работы испытуемого изделия.

На кафедре «Транспортные технологии» ВГУ им. В. Даля исследования процессов изнашивания проводятся на универсальном стенде (рис. 1).

Все узлы смонтированы на раме 18 (см. рис. 1). Из общей емкости 17 гидросмесь через всасывающий трубопровод с запорным краном 4 забирается насосом 3 и подается через регулятор расхода 5 по гибкому шлангу 6 в горизонтальный трубопровод 7 с условным диаметром прохода $D_y = 20 \text{ мм}$. На нем устанавливается исследуемый образец 9.

На горизонтальном трубопроводе 7 предусмотрены штуцера 8, 13, для присоединения либо манометров 11 и 12, либо дифференциального манометра ДТ-75 импульсными трубками 10.

Расстояние по ходу потока от источников возмущения до штуцеров отбора давления 8 и 13 на горизонтальном трубопроводе с целью уменьшения погрешностей измерения выполнены равными $10D_y$ (от гибкого шланга до штуцера 8 и от исследуемого образца 9 до штуцера 13); и не менее $4D_y$ от штуцера 8 до исследуемого образца 9, а также от штуцера 13 до переключателя потока 14.

Для исключения попадания пульпы в манометры 11 и 12 они приподняты на высоту, превышающую 300 мм ось горизонтального участка 7. Расход (подача) гидросмеси в трубопроводе варьируется регулирующим шаровым краном 5 и вычисляется по показаниям секундомера и уровнемера 16 мерного бака 15. Переключение потока на заполнение мерной емкости или возврат гидросмеси в бак 17 производится переключателем 14 (трехходовой шаровой кран).

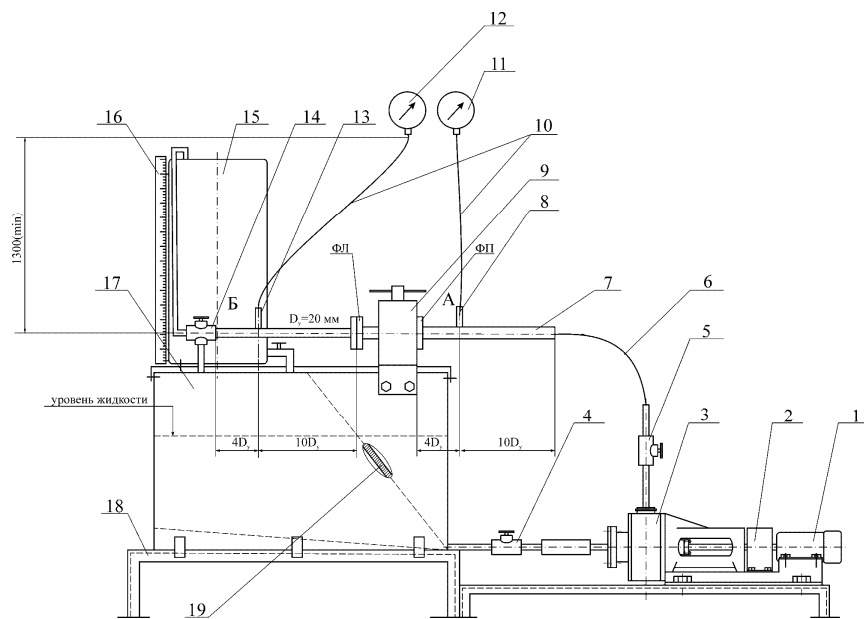


Рис. 1. Установка для исследований гидравлических и износных характеристик элементов оборудования ГТС:

1—электродвигатель, 2—муфта с ограждением, 3—центробежный насос, 4—кран запорный, 5—регулятор расхода (кран шаровой), 6—шланг резиновый армированный, 7—горизонтальный трубопровод, 8, 13—штуцера для импульсных трубок, 9—исследуемый образец, 10—импульсные трубки, 11, 12—манометры, 14—переключатель потока, 15—мерный бак, 16—уровнемер, 17—бак технической воды, 18—рама, 19—разделитель сред

Исследования процессов изнашивания лопастного пульпового насоса 3 производятся на специальном макете, у которого наиболее изнашиваемые элементы корпуса и рабочего колеса выполнены сменными из различных материалов для периодических измерений их массового и линейного износов.

Для поддержания стабильности свойств гидросмеси в процессе испытаний она периодически заменяется свежеприготовленными порциями. Аналогичные измерения выполняются и с элементами другого оборудования гидротранспорта, устанавливаемого на позиции 9. Расход гидросмеси измеряется периодически направлением потока в мерный бак 15 с фиксацией времени его заполнения секундомером.

Данный лабораторный стенд позволяет поддерживать гидродинамические параметры, такие как скорость движения жидкости, давление в системе на уровне промышленных установок, где испытываются модели в натуральную величину, с учетом пересчета по теории подобия на диаметр трубопровода от 10 до 50 мм. Такие условия испытаний соответствуют условиям эксплуатации на предприятиях, где применяется трубопроводный транспорт.

Погрешность приборов, установленных на данном стенде, сведена в таблицу 1. Суммарная погрешность расчета скорости линейного износа не превышает 10%.

Таблица 1

Погрешности измерения стенда ВНУ им. В. Даля

№ п/п	Наименование прибора	Погрешность измерения, %
1	Измерение скорости потока	2,7
2	Измерение концентрации	2,6
3	Весовое измерение	0,5
4	Определение характеристик материала	1,5
Суммарная погрешность по формуле (1)		9,04

Выводы

Лабораторная установка, разработанная кафедрой транспортных технологий ВНУ им. В. Даля, в отличие от других лабораторных стендов, позволяет проводить экспериментальные исследования износа не только насосного оборудования и запорно-регулирующей арматуры, но и различных элементов трубопроводов, как на абразивных гидросмесях, так и на водонефтеугольных суспензиях. Съёмные части этого стенда способствуют оперативному изменению условий проведения испытаний. Полученные результаты исследований износа оборудования на данной лабораторной установке, после соответствующей обработки, хорошо согласуются с результатами, полученными в промышленных условиях или на натурных стендах.

Литература

1. Лещинский В.М., Маркунтович Ф.Д., Чернецкая Н.Б. Деформационно-волновая модель изнашивания и прогнозирования долговечности гидротранспортных трубопроводов Вісник Східноукраїнського державного університету. Науковий журнал. Серія «Промисловий транспорт». Випуск №2(18), 1999. – с. 89-93.
2. Брагин Б.Ф., Коломиец А.С., Кондратьев А.С. и др. Трубопроводный гидротранспорт твердых материалов. Учебное пособие. Ч.1/ Под редакцией Б.Ф. Брагина. - К: ИСДО, 1993. – 400с.
3. Карелин В.Я. Кавитационные явления в центробежных и осевых насосах. – М: Машиностроение, 1975. – 335 с.

УДК 681.325.5:656.2.07

Шапран Є. М., Смородін А. Ю.

ПРО ВИМОГИ ДО ХАРАКТЕРИСТИК НАДІЙНОСТІ І БЕЗПЕКИ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ РУХОМ ПОТЯГІВ

В статті розглянуто питання економії електроенергії, палива і вимоги до безпеки мікропроцесорних пристроїв в системах автоматичного управління руху потягів. Дж. 3.

Характерною особливістю сучасного етапу розвитку вітчизняного залізничного транспорту є зростаюча актуальність автоматизації управління як руху в цілому, так і окремих його складових. В цьому аспекті можна виділити п'ять завдань: управління рухом потягу; управління режимами навантаженості локомотива; економія електроенергії і палива; забезпечення безпеки руху; полегшення праці машиніста.

Постановка першого і другого завдання обумовлена введенням в практику обігу багатонавантажених і багатовагонних потягів, існуючою високою щільністю потягопотоків, труднощами з технічним станом шляху й, як наслідок, великою кількістю попереджень; стійкою тенденцією скорочення локомотивних бригад, а також прагненням полегшити теплові режими тягового електрообладнання, уникнути юзу і буксування при водінні потягів з критичною нормою маси.

Подорожчання енергоресурсів і їх дефіцит зводить економію електроенергії і палива (третє з вищенаведених завдань) в ранг державної політики. На практиці це вимагає широкого запровадження раціональних, а в деяких випадках і оптимальних щодо енергоспоживання алгоритмів управління поїздами при їх русі за графіком і при відхиленні від нього. Вирішення завдання ускладнено реальними умовами експлуатації: чисельними обмеженнями швидкості через незадовільний стан шляху.

Забезпечення безпеки руху є неодмінною умовою реалізації і запровадження в експлуатацію будь-яких програм на залізничному транспорті, включаючи і його оснащення мікропроцесорними пристроями управління. При цьому надійність і безпека має розглядатися з урахуванням складових процесу руху: машиніста, рухомого складу, шляху, напрямків руху потягів. Тільки рівнозначність всіх перерахованих компонентів може забезпечити необхідний рівень безпеки руху і визначити взаємні вимоги до рівня їх надійності.

Включення потягів в перелік складових процесу руху, що визначають рівень його безпеки, обумовлено тим, що в сучасних умовах не може ігноруватися здатність потягу самому бути активним джерелом порушення безпеки. Прикладом тому є можливість розриву багатовагонного потягу з розподіленою тягою або видавлювання частини його вагонів, юз і буксування в багатонавантажених потягах, ушкоджені колеса і рейки і т.п. В цьому значенні традиційні уявлення про безпеку руху повинні бути доповнені, а потяг не може більш розглядатися як пасивний (з погляду системи центрального блокування - СЦБ) об'єкт, який відрізняється тільки тим, що він займає і звільняє рейкові ланцюги, перегони або будь-які інші залізничні ділянки.

Очевидно, що на шляхах автоматизації управління рухом і рішення всіх поставлених питань лежить і рішення п'ятого завдання – полегшення праці машиніста, специфіка роботи якого в сучасних умовах вичерпала практично весь ресурс його психофізіологічних можливостей (наприклад, при управлінні поїздами з вагою, близькою до критичної на ділянках з затяжними підйомами і спусками).

Вже з коротких характеристик розглянутих завдань видно, що для їх ефективного вирішення потрібен комплексний розгляд і єдина апаратна основа у вигляді бортового мікропроцесорного комплексу — БМПК. Це обумовлено близькістю цілей управління, єдністю системи датчиків, що забезпечують БМПК необхідною оперативною інформацією, і пристроїв управління режимами роботи локомотива, які відповідають загальним тенденціям конструювання засобів мікропроцесорного управління, прийнятим в світовій практиці.

Спроби пристосувати вже наявні пристрої для вирішення широкого кола завдань управління і безпеки не можуть бути визнані доцільними. Такі пристрої не допускають їх простого об'єднання з метою реалізації всього комплексу функціональних можливостей, а тим більше його розширення. Тому можливість сумісного вирішення вищенаведених завдань лежить тільки на шляху створення і використання бортового мікропроцесорного комплексу.

Наведемо приклади

Практика проектування і упровадження в експлуатацію мікропроцесорного локомотивного швидковимірювача показала, що, незважаючи на властиві йому (як і всім мікропроцесорним пристроям) потенційні можливості розширення функцій, останні не можуть бути реалізовані унаслідок природних обмежень, що накладаються особливостями апаратного виконання. Певною мірою цього недоліку намагалися уникнути в системі АСУБ "Локомотив", яка сьогодні проходить етап технічного і робочого проектування. Проте і тут комплексний підхід не реалізований, оскільки підсистема забезпечення безпеки руху по суті виведена за межі АСУБ і виступає як відокремлена автономна система. Тим часом доцільність поєднання функцій управління рухом (автоведення) і забезпечення безпеки в одному мікропроцесорному пристрої очевидна і виходить хоча б з того, що як в першому, так і в другому випадку основою управління рухом служать одні й ті ж обмеження, що враховують місцеположення потягу, що йде попереду, фактичну швидкість потягу, наступного за ним, його довжину, профіль ділянки і деякі інші чинники. Це ілюструється системою координатного зближення потягів метрополітену, призначеною для реалізації потенційної (максимально можливою) пропускної спроможності. Тут функції пристрою потягу, що здійснює наближення до станційної платформи другого потягу, з урахуванням фазових координат першого (що йде від платформи) потягу, точне гальмування біля платформи з метою забезпечення безпеки мають керуватися одним мікропроцесорним пристроєм управління (який може містити не обов'язково один процесорний елемент).

Очевидно, що зручності стаціонарного обслуговування, створення різноманітного за призначенням програмного забезпечення, облаштування локомотива різними комунікаціями і мережами зв'язку, організація діагностики пристрою і т.ін. також вирішуються ефективно і з меншими капітальними та експлуатаційними витратами при комплексному забезпеченні перерахованих вище завдань одним апаратно і програмно оформленим мікропроцесорним пристроєм.

Розглянемо тепер, якою мірою повинні співвідноситися між собою такі суперечливі вимоги до комплексного локомотивного пристрою управління, як надійність його функціонування і безпека.

Вважатимемо під порушенням безпеки деякого технічного вузла невиконання ним певної, наперед встановленої сукупності правил його функціонування. Відомо, що останнім часом, особливо в тих випадках, коли говорять про безпеку в техніці СЦБ, завжди уявляють безумовне, з вірогідністю одиниця, виконання цих правил. Об'єктивно це було обумовлено відносною простотою як самих приладів і пристроїв, так і комплектуючих їх елементів, найскладнішими з яких були транзистори або електромеханічні реле. Була розроблена і успішно використовувалася система технічних прийомів, відповідних названим правилам (тобто ідеології безпеки), що дозволяло закладати безпеку функціонування на етапі його проектування. Сюди відносилося введення в пристрій динамічних принципів передачі сигналів управління, реалізація негативних ознак фіксації сигналів, гальванічне розділення окремих частин пристрою, вибір вихідних матеріалів із заданими фізичними властивостями.

При доведенні безпеки перераховувалися можливі варіанти відмов елементів і розглядалася здатність пристрою до їх контролю, коли відмова будь-якого з елементів переводить пристрій в один єдиний, наперед відомий стан. Особливу увагу надавалося виключенню так званого накопичення відмов, при якому одна відмова позбавляла пристрій здатності контролю свого стану, а подальша, чергова - порушувала його безпеку.

Визначимо з цих позицій вимоги до безпеки і надійності мікропроцесорних пристроїв управління, враховуючи їх специфіку, а також відзначені вище особливості технології і об'єктів регулювання.

Принципова відмінність мікропроцесорних пристроїв управління від традиційних релейно-контактних і напівпровідникових, що використовують дискретні елементи і мікросхеми малого ступеня інтеграції, полягає в тому, що в них функції збору і обробки початкової інформації з видачею керуючих дій сформовані і виконуються в межах декількох кристалів і не розділені по різних вузлах пристрою управління.

Це утруднює контроль за роботою мікропроцесорного пристрою управління, і у традиційному розумінні техніки СЦБ такий контроль практично не здійснимий. Відсутність методик або керівних матеріалів і стандартів із сертифікації мікропроцесорних пристроїв з безпеки ускладнює їх аналіз на якісний показник і в загальному випадку не дозволяє обґрунтовано складати технічну документацію і гарантувати відповідне юридичне оформлення системи що до вимог із забезпечення відсутності небезпечних відмов. Розглянемо ще один аспект, породжуваний прагненням забезпечити безпеку функціонування пристрою і задовольнити пріоритети понять безпеки перед кількісними (і якісними) характеристиками надійності.

Аналіз технічних рішень, електронних пристроїв управління, телемеханіки і зв'язку, в яких реалізовані принципи забезпечення безпеки, показав, що в порівнянні з незахищеним захищений варіант виявляється надзвичайно ускладненим. Як вже наголошувалося вище, розробники стикаються з необхідністю вводити в пристрій динамічний принцип формування і обробки сигналу. Це означає, принаймні, ще один тракт паралельної обробки (схема порівняння і виконавчий пристрій для відключення вузла при неспівпаданні результатів обробки, тобто при підозрі у виникненні відмови), а також всілякі елементи гальванічного розділення різних частин пристрою. Як "третій" елемент, що наділяє еталонною здатністю до абсолютного виконання правил безпеки, в таких пристроях передбачений обслуговуючий персонал. Тому, спрацювавши хоча б один раз по захисту від небезпечної відмови, незалежно від того, чим було викликано це спрацювання (наприклад, збоєм), подібний пристрій для відновлення подальшого функціонування вимагає зовнішнього втручання. Крім того, ускладнення пристрою призводить до того, що інтенсивність відмов істотно зростає, а загальна надійність падає. Пристрій відмовляє значно частіше, ніж його незахищений від небезпечних відмов прототип, і переходить в захисний стан (завжди є забороняючим по відношенню до технологічного процесу), фактично викликаючи деградацію управляючих функцій системи із зупинкою технологічного процесу управління рухом потягів. Можна навести численні приклади виникнення таких ситуацій, найхарактернішими з яких були практичні зупинки руху в часи "пік" на лініях Московського метрополітену. В результаті відмови перегінних пристроїв інтервального регулювання руху потягів і переходу їх в забороняючий стан, швидкість руху потягів обмежувалася, що приводило до великих збоїв графіка руху.

Характерний в цьому значенні і досвід розробки вже згадуваної вище системи координатного зближення потягів для навантажених ліній метрополітену. Ця система дозволяє якісно підняти пропускну спроможність і вирішити проблему перевезень у години максимальних навантажень завдяки організації інтервального регулювання рухом потягів, що йдуть ззаду. Проте ця система не упроваджується в експлуатацію унаслідок безумовних пріоритетів її безпеки по відношенню до експлуатаційних якостей.

Звернемося ще до двох аспектів, що дозволяють по-новому поглянути на проблему безпеки і надійності мікропроцесорних пристроїв управління рухом потягів.

Перший аспект обумовлений новою технологією формування і водіння багатовагонних і багатонавантажених потягів. Відзначимо, що існуючі локомотивні пристрої управління рухом потягів у разі їх відмови відповідно до принципів СЦБ переходять до деякого одного граничного стану (або, в усякому разі, до більш

забороняючого), який обмежує рух потягу аж до його екстреного гальмування. Такий принцип реагування на відмову пристроїв управління у разі руху багатовагонних потягів сам може бути джерелом підвищеної небезпеки і породжувати екстремальні ситуації. Подовжні динамічні зусилля, що виникають в багатовагонному потязі унаслідок екстреного гальмування, можуть приводити до видавлювання вагонів, розриву потягу і, в решті-решт, до аварії потягу.

Ще одне міркування, яке повинне враховуватися при розгляді безпеки і надійності мікропроцесорних пристроїв управління, воно обумовлено обмеженою здатністю техніки СЦБ фіксувати небезпечні ситуації і її кінцевою (не рівною одиниці) вірогідністю безаварійної роботи. Відомі чисельні випадки накопичення подій і просто нездатності пристроїв СЦБ сприймати обстановку, а також випадки відмови самої техніки СЦБ, які приводили до аварій. Кожний такий випадок розглядається як унікальний і не вписується в статистичні закономірності. Проте сукупність всіх таких випадків володіє багаторічною статистичною стійкістю.

На мережі доріг події подібного роду відбуваються з достатньо постійною інтенсивністю Пуассоновського потоку. Все це змушує зважати на кінцеву вірогідність небезпечних ситуацій і подій та дозволяє розглядати вимоги до безпеки мікропроцесорних пристроїв управління в класі характеристик вірогідності.

Відзначимо, що безвідносно до всіх перерахованих аспектів введення міри вірогідності небезпечних ситуацій і відмов робилося і раніше [1-3]. Так, наприклад, в [1] вводиться вірогідність перевищення допустимої швидкості руху, в [2] — інтенсивність небезпечної відмови і відповідна йому вірогідність і т.д. Обґрунтування і вибір таких критеріїв виходять за межі даної статті, оскільки є самостійною проблемою, що вимагає у кожному конкретному випадку окремого розгляду.

Висновки

При автоматизації управління рухом потягів доцільно йти шляхом комплексного вирішення завдань управління і безпеки з упровадженням в експлуатацію локомотивних і стаціонарних мікропроцесорних пристроїв управління, що відповідають такому інтегральному підходу. Технічне забезпечення завдань управління повинно бути рівно надійним.

Складність мікропроцесорних пристроїв і відсутність відповідних технологій не дозволяють в даний час вирішувати питання сертифікації з безпеки. Жоден початковий мікропроцесорний пристрій не є безпечним. Введення відповідних ускладнень дозволяє досягти цієї якості. Проте при цьому надійність пристрою може впасти до рівня, що не є допустимим за умов експлуатації.

Технологія роботи залізничного транспорту і введення в обіг багатовагонних і багатонавантажених потягів, що ускладнилася останніми роками, виключають розгляд потягу як пасивної рухомої одиниці, яка деяким чином і без порушень умов безпеки виконує всі розпорядження систем і пристроїв СЦБ. Реакція таких потягів на команди пристроїв забезпечення безпеки руху сама може породжувати небезпечні ситуації.

Поняття абсолютної безпеки пристроїв СДБ спростовується практикою експлуатації залізниць: мають місце як відмови самих пристроїв, так і їх нездатність фіксувати всі можливі небезпечні ситуації і події.

Сьогодні в системах автоматичного управління вважається доцільним задавати вимоги до безпеки мікропроцесорних пристроїв класами характеристик вірогідності і величин, використовуючи для забезпечення виконання цих вимог загальні оцінки і прийоми теорії вірогідності і надійності.

Література

1. Лісенков В. М. Теория автоматических систем интервального регулирования. М.: Транспорт, 1987. З. 10–11, 131–141;

2. Проблеми підвищення безпеки руху на залізничному транспорті / Тр. МІІТ. Вип. 804. Під ред. В. М. Лісенкова. М.: Транспорт, 1988. З. 5–12;
3. Христо Христов. Основи на осигурижелната техника. София. Техника. 1990. С. 38...103, 295–400.

Голубенко А.Л., Хорошко В.А., Петров А.С., Кочевская И.А. Научные школы по защите информации ведущих вузов Украины // Вестн. Восточноукр. нац. ун-та им. В. Даля – Луганск, 2005.-№9. - с. 6-10.

Описаны основные научные школы по защите информации ведущих вузов Украины. Отображены проблемы создания и развития научных школ, предложены пути их решения.

Horoshko V.A., Petrov A.S., Kochevskaya I.A. Scientific of school on protection of the information of leading high schools of Ukraine // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 6-10.

Basic information protection scientific schools and leading institutes of Ukraine are described. The problems of scientific schools creation and development are represented and the ways of their decision are offered.

Петров О.С., Герасин А.П. Канали витоку інформації в мережах електроживлення // Вісн. східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 10-19.

У статті розглянуті канали витоку інформації із засобів ВТ внаслідок наведень у мережах електроживлення. Наведено результати дослідження загасань наведених інформативних сигналів силових трансформаторів й інших елементів силових мереж. Дано рекомендації із захисту інформації, оброблюваної технічними засобами, від витоку внаслідок наведень в електричній мережі. Загасання ділянок трактів поширення інформаційних сигналів у каналах витоку інформації.

Маклаков Г.Ю. Інформаційний тероризм: проблеми й шляхи їхнього рішення // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 19-24.

Maklakov G.Yu. Information's jobbers terrorism: problems and ways of their decision // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 19-24.

Рибальський О.В. Методи та засоби гарантованої перевірки автентичності матеріалів відеозвукозапису при проведенні їхньої експертизи // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 24-34.

Розглядаються сучасні методи та засоби проведення експертних досліджень автентичності матеріалів відеозвукозапису. Вони створені завдяки застосуванню нового напрямку їх розробки, заснованого автором, – використанню тонких процесів, що виникають в апаратурі відеозвукозапису, які завжди супроводжують процес запису-відтворення інформації та відбиваються у сигналаграмах, що досліджуються.

Rybalsky O.V. Methods and means of guaranteed authentication of materials of a videosound at realization of their examination // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 24-34.

The modern methods and means of realization of expert researches of authenticity of materials of a videosound are considered. They are created due to application of a new direction of their development based by the author, – use of thin processes arising in the equipment of a videosound, always accompanying process of recording - reproduction of the information and reflected in researched soundtracks.

Андросов В.І., Даніч В.М. Інформаційно-управлінська архітектура підприємства як об'єкт бізнес-розвідки // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 34-39.

У статті розглянуто інформаційно-управлінські архітектури підприємств як об'єкт бізнес-розвідки, наводяться причини інтересу конкурентів до структури підприємства, розглядається підвищення ефективності захисту інформації при використанні відповідної архітектури, відмічено зростання впливу архітектури підприємства на ефективність його діяльності та конкурентноздатності.

Androsova V.I., Danich V.N. Informational and administrative enterprise architecture as object of business – investigation // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 34-39.

In this article informational and administrative enterprise architecture are considered as object of business - investigation, the reasons of competitors interest in enterprise structure are analyzed, increase of protection efficiency information is marked under condition of using certain informational and administrative architectures, also is considered growth of influence of enterprise architecture on increase of its efficiency and competitiveness.

Белозеров Є.В. Забезпечення безпеки ідентифікації клієнта по параметрах DHCP запиту // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 39-42.

У статті розглянуті теоретичні аспекти створення програмного забезпечення аутентифікації користувачів відповідно до розподілених адрес.

Belozerov E.V. Safet of identification of the client on parameters DHCP of inquiry // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 39-42.

In clause theoretical aspects of creation of the software autentification users according to the distributed addresses are considered.

Вівденко Ю.Г. Основні тенденції в розвитку систем програмного забезпечення наукових досліджень з проблем динаміки рухомого складу, включаючи взаємодію колеса з рейкою // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 42-46.

У статті проведено огляд пакетів прикладних програм, які використовуються для автоматизації наукових досліджень, що проводяться у галузі динаміки рухомого складу. Ці пакети дозволяють автоматизувати підготовку конструкторської та технологічної документації для усіх видів обладнання локомотивів.

Vivdenko Yu.G. Basic tendencies in development of systems software rigorous research in problems of dynamics rolling-stock, including interaction whell with track // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 42-46.

The article consists software for researches in the field of railway vehicles diagnostics. This software allows to make automatization of design and engineering works for all types of locomotive equipments.

Глущенко В.Е., Глущенко Ю.В. Модель управління розвиток ринку житлово-комунальних послуг регіону // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 46-51.

Розглядається побудова економіко-математичної моделі управління регіональним ринком житлово-комунальних послуг.

Gluschenko V.E., Gluschenko Yu.V. Model of management of development of the market of housing-and-municipal services of region // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 46-51.

Construction of economic-mathematical model of management by the regional market of housing-and-municipal services is considered.

Глущенко Ю.В. Комплексна оцінка ефективності муніципальних програм розвитку ринку житлово-комунальних послуг // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 51-57.

Представлен комплекс показників, необхідний для розробки економіко-математичних моделей оцінки ефективності муніципальних програм розвитку ринку житлово-комунальних послуг регіону.

Gluschenko Yu.V. Complex an estimation of efficiency of municipal programs of development of the market of housing-and-municipal services // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 51-57.

The complex of parameters necessary for development of economic-mathematical models of an estimation of efficiency of municipal programs of development of the market of housing-and-municipal services of region is presented.

Губачева Л.А. Моделювання й розрахунок напружено деформованого стану при вигині листової заготовки у втулку // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 57-65.

Для рішення технологічних контактних завдань пропонується використовувати безпосередньо програмний продукт MSC.MARC 2003, при цьому підготовку моделі проводити в NASTRAN for Windows с наступним її експортом.

Gubacheva L.A. Modelling and calculation of tensely deformed condition at a bend of sheet preparation in the plug // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 57-65.

It is offered to use software product MSC.MARC 2003 for the decision of technological contact tasks, preparation of model is offered to be carried out in NASTRAN for Windows with its subsequent export.

Дегтярьова Л.М. Самостійна робота студентів у сучасній вищій школі // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 65-67.

В статті аналізуються ключові проблеми процесу самостійної роботи студентів і пропонуються деякі прийоми і методи, що дозволяють зробити цю роботу ефективною.

Degtyaryova L.N. Independent work of students in the modern higher school // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 65-67.

In clause key problems of process of independent work of students are analyzed and some receptions and the methods are offered, allowing to make this work effective.

Клюєв С.О., Спірягін В.І., Спірягін М.І. Використання VPN-технологій для створення єдиної корпоративної мережі університету // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 72-75.

У статті розглянуто використання VPN технологій та продуктів компанії Check Point для створення єдиної корпоративної мережі університету.

Klyuyev S., Spiryagin V.I., Spiryagin M.I. VPN-technologies implementation for the creation of university network // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 72-75.

The paper presents VPN technologies and Check Point software implementation for the creation of university network.

Медяник А.В. Роль і місце інформації в сучасних умовах // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 75-77.

Інформаційне забезпечення дозволяє приймати вірні рішення та мінімізувати ризик. У статті розглянута роль та місце інформації в сучасних умовах. Дж. 4.

Medyanik A.V. The modern role and place of information // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 75-77.

The modern role and place of information are investigated in this work. Ref. 4.

Меняйленко А.С. Математическая модель учителя в алгоритмах оценки учебных достижений обучаемых // Вестн. Восточноукр. нац. ун-та им. В. Даля – Луганск, 2005.-№9. - с. 77-87.

В работе рассматривается подход к построению математической модели «среднего» учителя для пороговых значений оценок в алгоритмах оценки учебных достижений обучаемых. Вводится понятие нормированной шкалы, позволяющей получить линейную модель пороговых значений независимо от используемой системы (4-х бальная, 12 бальная, ECTS и др.)

Menyailenko A.S. Teacher's mathematical model in estimation algorithms of students' educational achievements // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 77-87.

The author of the work studies approach to mathematical model of "common" teacher construction for estimation threshold values in estimation algorithms of students' educational achievements. The conception of normalized scale which allows making the linear model of threshold values without reference to used system (4 point, 12 point, ECTS etc.) is defined.

Мирошников В.В., Гречишкіна Н.В., Ключко Н.А. Программно-апаратні способи захисту інформації в інформаційних системах від несанкціонованого доступу // Вестн. Восточноукр. нац. ун-та ім. В. Даля – Луганск, 2005.-№9. - с. 87-89.

Предложена идеология построения комплексной системы защиты информации с использованием внешнего запоминающего устройства. Ист. 2.

Miroshnikov V.V, Grechishkina N.V., Klochko N.A. Program-apparatus methods of protection information in the informational systems from illegal access // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 87-89.

Ideology of a building of the complex system of protection information with using of outside storage device is proposed. Lit. 2.

Петров А.С., Талыкин О.А. Методы построения систем обработки информации // Вестн. Восточноукр. нац. ун-та ім. В. Даля – Луганск, 2005.-№9. - с. 89-92.

В статье рассматриваются современные Методы построения защищенных систем обработки информации и их недостатки. Предложены основные свойства и требования к системам противодействия.

Petrov A. S. Talykin O. A. Methods of constructing secured systems of processing information // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 89-92.

In this article are considered modern Methods of constructing secured systems of processing information and their disadvantages. Main features and requirements to counteraction systems were offered.

Петров А.С., Талыкин О.А., Минин А.В. Критерии оценки защищенности информации в компьютерных системах. сравнение единых критериев и критериев Украины // Вестн. Восточноукр. нац. ун-та ім. В. Даля – Луганск, 2005.-№9. - с. 92-96.

Приведено описание Единых критериев безопасности информационных технологий, которые применяются в большинстве стран мира и их сравнение с украинскими критериями защиты информации в компьютерных системах. Приведены исследования по разрешению проблем информационной безопасности.

Petrov A. S. Talykin O. A., Minin A.V. Criteria of estimation of protected of information in the computers systems. comparison of the general criteria and criteria of ukraine // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 92-96.

Features of Common Criteria for Information Technology Security Evaluation, which are using in most countries of the world are described and compared with Ukrainian Information Security Criteria in computer systems. Investigation of Information Security problem resolving are offered.

Петрущенко Т.В., Сичева Л.Ф., Яцкіна Л.Г. Виробнича практика, її роль у сучасній освіті // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 96-100.

Стаття присвячена проблемі організації виробничої практики студентів вузів в умовах ринкової економіки. Запропоновано один зі способів рішення працевлаштування випускників, використовуючи виробничу практику як стартову площину.

Petrushchenko T.V., Sycheva L.F., Yackina L.G. Industrial practice, its role in modern formation // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 96-100.

Clause is devoted to a problem of the organization of an industrial practice of students of high schools in conditions of market economy. One of ways of the decision of employment of graduates is offered, using an industrial practice as a launching pad.

Сухаревська О.Н. Розробка програми автоматизованого аналізу й прогнозу промислового травматизму // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 100-103.

У статті представлений опис розробленої програми, що забезпечує можливість одержання не тільки абсолютних, але й відносних показників травматизму. Рис. 2, джер. 3.

Suharevskaja O.N. Development of the program of the automated analysis and the forecast of industrial traumatism // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 100-103.

In clause the description of the developed program which provides an opportunity of reception not only absolute, but also relative parameters of a traumatism is presented. Fig. 2.

Сичев Є.В. Потреба в персоналі й аналіз кадрової ситуації в регіоні // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 103-106.

Викладен зовнішній підхід до оцінки, розрахунку споживання у персоналі, показан аналіз кадрової ситуації у регіоні.

Sychyov E.V. Need for the personnel and the analysis of a personnel situation for region // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 103-106.

The general approach to an estimation is stated, to calculation of need for the personnel is shown to a personnel situation in region. Pict. 0 Orig. 4 Tab. 0.

Романенко О.В., Игнатъев О.Л. Аналіз надійності вузлів електропоїздів ЕПЛ9Т і ЕПЛ2Т на основі інформаційної системи «надійність-експрес» // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 106-112.

У статті представлені результати аналізу надійності вузлів і агрегатів електропоїздів, отримані за допомогою розробленої системи "Надійність-Експрес".

Romanenko O.V., Ignatjev O.L. the analysis of reliability of units of electric trains EPL9T and EPL2T on the basis of information system " reliability - express train" // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 106-112.

In article results of the analysis of reliability of units and units of the electric trains, received are submitted by means of developed system " Reliability - express train ".

Соловйов В.І. Еволюція закономірностей ринку Forex // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 117-121.

У статті розглядаються питання еволюції закономірностей ринку Forex, як самоорганізуємої системи. На основі аналізу динаміки зміни статистичних характеристик робиться висновок про те, що деякі стійкі закономірності ринку виникли внаслідок масової інформаційної пропаганди деяких природних закономірностей.

Solovyev V.I. Evolution of principals of Forex market // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 117-121.

The article questions the evolution of laws of forex market as self developing system. one can conclude, that based on analysis of dynamic changes in statistical characteristics fixed set of laws have evolved due to propaganda of mass information of natural principals.

Соловйов В.І., Проскурко В.І. Проблеми створення електронних архівів планів нерухомості // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 121-124.

У статті розглядаються питання (проблеми) автоматизації роботи бюро технічної інвентаризації. Узагальнено практичний досвід розробки й експлуатації системи автоматизації бюро технічної інвентаризації.. Приведено опис основних компонентів системи автоматизації бюро технічної інвентаризації.

Solovyev V.I., Proskurko V.I. Problems of creation of electronic archives of plans of the real estate // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 121-124.

The article examines questions (and possible problems) of work automation of The Bureau of Technical Inventorying. The practical experience of development and operation of the system of automation of The Bureau of Technical Inventorying. The description of the basic components of the system of automation of The Bureau of Technical Inventorying.

Петров О. С., Соловійов В. І. Проблеми автоматизації й захисту інформації в системах фінансової й адміністративно-господарської діяльності вищих навчальних закладів // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 124-128.

Розглядаються питання (проблеми) автоматизації роботи та захисту інформації в системах фінансової та адміністративно-господарчої діяльності вищих учбових закладів. Висловлюється сумнів що до рішення у ближчий час соціальних питань, які не дозволяють ефективно втілення цих систем.

Petrov A.S., Solovyev V.I. Problems of automation and protection of the information in systems financial and administrativnohospodarskoy activity of higher educational institutions // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 124-128.

In clause questions (problems) of automation of work and protection of the information in systems of financial and administrative activity of higher educational institutions are considered. The doubt in an opportunity of the decision in the near future social questions interfering vnedoeniju these systems is expressed.

Хорьков М.П. Система кодування логічного змісту образних форм духовного епосу // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 128-130.

Образні форми духовного епосу є деякою частиною системи образів, що, у свою чергу, визначається домінуючим в цивілізації світоглядом (системою поглядів на все суще).

Horkov M.P. System of coding of logic sense of figurative forms of the spiritual epos // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 128-130.

Figurative forms of the spiritual epos are some part of system of images which, in turn, is defined by outlook dominating over a civilization (system of sights at all real).

Маклаков Г.Ю. Про деякі принципи вдосконалювання підготовки фахівців в області інформаційної безпеки // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 130-133.

Maklakov G.Yu. About some principles of perfection of preparation of experts in the field of information safety // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 130-133.

Маклакова Г.Г., Кожаев Е.А. Особливості архітектури мобільних портативних терміналів для системи дистанційного навчання // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 133-136.

Розглянуто принципи побудови мобільних портативних терміналів для системи дистанційного навчання на базі сучасних мікроконтролерів. Показано, що найбільш перспективним підходом до побудови таких апаратно-програмних комплексів є використання в якості керуючого процесора – РІС-мікроконтроллери, в якості зовнішньої пам'яті – Flash-пам'ять, в якості пристроя візуалізації – сенсорний рідкокристалічний індикатор.

Maklakova G.G., Kogaev E.A. Feature of architecture of mobile portable terminals for system of remote formation // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 133-136.

Principles of construction of mobile portable terminals for system of remote formation on the basis of modern microcontrollers are considered. It is shown, that the most perspective approach to construction of such hardware-software complexes is use as the operating processor – PIC-microcontrollers, as external memory - Flash-memory, as the device of visualization - the touch liquid crystal indicator.

Аль-Калла Муханнад, Жученко Н.О., Яковенко В.В. До розрахунку магнітотуляційних давачів неоднорідних магнітних полів локального типу // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 136-139.

Приводиться опис конструктивних рішень магнітних систем локальних магнітотуляційних давачів неоднорідних магнітних полів. Пропонується універсальна методика розрахунку функції перетворення давачів, заснована на чисельному розрахунку магнітного потоку у магнітопроводі, що містить модулятор, стрижень якого змінює магнітні параметри залежно від частоти струму збудження. Мал. 2, Дж. 4

Al-Kalla Muhannad, Zhuchenko N.A., Yakovenko V.V. To calculation magnet-icmodulation of sensors of inhomogeneous magnetic fields of a local type // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 136-139.

The description of the design solutions of magnet systems local магнітотуляційних of sensors of inhomogeneous magnetic fields is resulted. The generalpurpose technique of calculation of a function of transformation(conversion) of sensors grounded on numerical calculation of a magnaflux in a magnetic circuit inclusive the modulator is offered the heart changes which one magnetic parameters with a current frequency of excitation. A Fig. 2, Sour. 4.

Бранспіз М.Ю. Узагальнення інтегральних теорем про зв'язок об'ємного і поверхневого інтегрування // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 139-143.

Показано, що відомі теореми про об'ємне інтегрування деяких диференціально-векторних операцій можуть бути записані у вигляді одного аналітичного виразу.

Branspiz M.Yu. Generalization of integral theorems about communication by volume and superficial integration // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 139-143.

It is shown that the known theorems about by volume integration of some differential-vector operations can be written down as one analytical formula.

Бранспіз Ю.А. Об'ємне інтегрування диференціально-векторних операцій з векторами поля при постійності одного з них // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 143-152.

Показано, що, якщо прийняти припущення про постійність одного з векторів магнітного поля усередині тіла з магнітного матеріалу, то визначення сумарної сили магнітного поля на це тіло може бути зведено до деякого поверхневого інтегрування, яке містить відповідний постійний вектор магнітного поля.

Branspiz Yu.A. A volume integration of differential-vectorial operations with the vectors of the field at constancy of one of them // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 143-152.

It is shown that, if to adopt assumption about constancy of one of vectors of the magnetic field into a body from magnetic material, determination of total force of the magnetic field on this body can be taken to some superficial integration containing the proper permanent vector of the magnetic field.

Букрєєв В.В. Імпульсний залізівідокремлювач // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 152-155.

Запропонований принципово новий спосіб побудови магнітної системи залізівідокремлювача, що дозволяє зменшити металоємність конструкції й енергоспоживання. Спосіб заснований на комбінації катушок, що харчуються імпульсним струмом, із блоком постійних магнітів. Металоємність залізівідокремлювача зменшена за рахунок того, що в конструкції не використовується феромагнітний сердечник. Наведені деякі методики розрахунку магнітної системи залізівідокремлювача.

Веремєєнко І.Л., Даніхно І.О., Коростильов В.Б. Щодо динаміки сферичної паро газової каверни у інтерференційному імпульсному акустичному полі // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 155-163.

Наведені результати експериментів по дослідженню кавітаційних процесів у імпульсному інтерференційному акустичному полі. Отримані результати чисельного моделювання рішення моделі Келера-Міксіса для цього випадку.

Veremeenko I.L., Danihno I.A., Korostylev V.B. About of spherical vapour-gas of cavity pulsed the acoustic field at presence interferencii // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 155-163.

The brought results of experiment on study cavitations processes in pulsed of interferention acoustic field. They are received results of the numerical decision of Keller-Miksisse of the models for case in point.

Грибанов В.М., Ляшенко Т.В., Фесенко Т.Н., Малий Д.В. Деякі аспекти локальної кінематики й гідродинаміки аркових передач Новикова // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 163-167.

Наведені результати чисельного дослідження точності аркових передач Новикова. Проведено порівняльний аналіз аркових і косозубих передач.

Gribanov V.M., Ljashenko T.V., Fesenko T.N., Malyj D.V. Some aspects of local kinematics and hydrodynamics of arch transfers Novikov // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 163-167.

In presented clause results of numerical research of accuracy of arch transfers Novikov are resulted. The comparative analysis arch and косозубих transfers is lead.

Кійко О. В. Застосування вейвлетів для визначення геометричних параметрів поверхневих дефектів суцільності у ферромагнітному середовищі // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 167-171.

Розглянуто застосування вейвлет-перетворення для локалізації поверхневих дефектів суцільності у ферромагнітних виробах. Отримано вирази, котрі зв'язують геометричні параметри дефекту з окремими коефіцієнтами вейвлет-перетворення.

Kijko A.V. Application for definition of geometrical parameters of superficial defects of the continuity in the ferromagnetic environment // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 167-171.

Use of wavelet-transformation for localization of superficial defects of the continuity in ferromagnetic products is considered. The expressions connecting geometrical parameters of defect with separate factors of wavelet-transformation are received.

Кучма Ю.В., Малий Д.В., Фесенко Т.М. Аналітико-ймовірнісний розв'язок контакт-метрологічної задачі циліндричних передач Новикова з арковим зубом // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 171-175.

Отримані та обґрунтовані формули для розрахунку допусків на технологію виготовлення і монтажу циліндричних передач Новикова АЗ с різними вихідними контурами.

Kuchma Yu.V., Maly D.V., Fesenko T.N. The analytical-probability solution is contact-metrology problems of cylindrical transfers Novikovs with arch gears // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 171-175.

Are obtained and the formulas for account of the admissions on production process and mounting of cylindrical transfers Novikovs A3 with various initial outlines are reasonable.

Малохатко А.А., Морозов А.М. До питання адекватності емпіричних формул для розрахунку коефіцієнта тертя гальмових колодок // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 175-180.

У статті проведена оцінка адекватності емпіричних формул для розрахунку коефіцієнта тертя гальмових колодок і наведений розрахунок погрішностей з використанням даних формул.

Malokhatko A.A., Morozov A.M. To question of adequacy of empiric formulas for calculation of coefficient of friction of skids // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 175-180.

In the article estimation of adequacy of empiric formulas is conducted for the calculation of coefficient of friction of skids and the calculation of errors is resulted with the use of these formulas.

Махортова Н.В. Класифікації несправностей вузлів колісних пар // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 180-188.

Дана робота присвячена питанню класифікації несправностей колісних пар для вибору оптимального методу їхнього діагностування в процесі експлуатації.

Mahortova N.V. Classification of malfunctions of units of wheel pairs // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 180-188.

The given work is devoted to a question of classification of malfunctions of wheel pairs for a choice of an optimum method of their diagnosing while in service.

Осенін Ю.І., Соснов І.І., Бараніч Ю.В. Вплив режимів роботи локомотива на реалізовані коефіцієнти зчеплення з урахуванням попадання абразивних часток до контакту колеса з рейкою // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 188-193.

У статті розглянуто вплив режимів роботи локомотива на величини реалізованих коефіцієнтів зчеплення з застосуванням статичних методів урахування діючих факторів.

Osenin Y.I., Sosnov I.I., Baranich J.V. Influence of diesel locomotive's modes on realized friction coefficients with acceptance of abrasive particles' conducting to contact of wheel and rail // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 188-193.

The influence of diesel locomotive's modes on values of realized friction coefficients with application statistics methods of acceptance of acting factors is shown in articles.

Петров О.С., Полупан Ю.В. Спосіб моделювання реакції пружного елемента підгумованого колеса від впливу напрямного зусилля й динамічного навантаження // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 193-200.

У статті запропонована методика визначення реакції попередньо стислого гумового елемента підгумованого колеса від впливу напрямного зусилля й динамічного навантаження, що зростає зі швидкістю. Установлено вплив даних параметрів на процес внутрішнього теплотворення.

Petrov A.S., Polupan J.V. Way of modelling of reaction of elastic element of the wheel with rubber from influence of directing effort and dynamic loading // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 193-200.

In clause the technique of definition of reaction of preliminary compressed rubber element wheels with rubber from influence of directing effort and the dynamic loading increasing with speed is offered. Influence of the given parameters on process internal formation of heat is established.

Сьомін Д.А., Мальцев Я.И., Роговий А.С. Математичне моделювання робочого процесу в струйно-вихрових насосах // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 200-205.

Представлено результати тривимірного математичного моделювання турбулентної течії в'язкої нестисливої рідини в струйно-вихрових насосах на основі "k – ε" моделі. Розрахункові дані порівнюються з експериментально отриманими характеристиками й розподілом тиску уздовж радіуса вихрової камери. Рис. 4. Ист. 9.

Syomin D.A., Maltsev Y.I., Rogovoy A.S. Mathematical modeling of movement of a working process in the vortex fluidic pumps // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 200-205.

The results of 3D mathematical modelling of turbulent flow of viscous incompressible fluid based on "k – ε" turbulence model in the vortex fluidic pumps are presented. Calculated data are compared with experimental characteristics and pressure distribution along the radius of the vortex chamber.

Соколов В.І., Іващенко Е.А., Підлісна С.В. Математична модель аэротермодинамических характеристик систем повітряного опалення й вентиляції // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с.

Розглянуто питання математичного моделювання аеродинамічних характеристик систем повітряного опалення й вентиляції, намічені шляхи одержання більше простих адекватних математичних моделей, що гранично повно враховують особливості процесу нестационарного теплообміну. Іст. 5.

Sokolov V.I., Ivashchenko E.A., Podlesnaya S.V. Mathematical model of aerothermodynamic characteristics of systems of air heating and ventilation // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p.

Questions of mathematical modelling of aerodynamic characteristics of systems of air heating and ventilation are considered, ways of reception of more simple adequate mathematical models extremely full considering features of process of non-stationary heat exchange are planned.

Чернецька Н.Б. Експериментальні дослідження закономірностей зношування елементів гідротранспортних систем // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля – Луганськ, 2005.-№9. - с. 210-213.

У статті розглянуті фактори, що впливають на знос елементів гідротранспортних систем. Обґрунтовано вимоги і стенди для проведення експериментальних досліджень у промислових і лабораторних умовах

Cherneckaya N.B. Experimental researches mechanisms of deterioration the hydrotransport systems members // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 210-213.

In this article the factors influencing on deterioration of elements of hydrotransport systems are considered. Requirements and instolatin for of experimental researches in industrial and laboratory conditions are proved.

Шапран Е. Н., Смородін А. Ю. О требованиях к характеристикам надежности и безопасности микропроцессорных устройств управления движением поездов // Вестн. Восточноукр. нац. ун-та им. В. Даля – Луганск, 2005.-№9. - с. 213-218.

В статье рассмотрены вопросы экономии электроэнергии и топлива и требования к безопасности микропроцессорных устройств в системах автоматического управления движения поезда.

Shapran E.N., Smorodin A.Yu. About requirements to descriptions of reliability and safety of microprocessors devices train dispatching // Dal's East Ukrainian National University – Lugansk, 2005. - №9 – p. 213-218.

In the article the questions of economy of electric power and fuel and requirement are considered to safety of microprocessors devices in the automatic control systems of motion of train.

ВІСНИК
Східноукраїнського національного університету іме-
ні Володимира Даля
№ 9 (91) 2005
науковий журнал

Відповідальний секретар випуску
Літературний редактор:
Технічний редактор
Коректор
Розробка оригінал-макету

Петров О.С.
Андропова З.І.
Дроговоз Т.М.
Подова С.В.
Полупан Ю.В.

Здано до набору 26.09.2004. Підписано до друку 01.10.2004.
Формат 70x108 1/16. Папір офсетний. Гарнітура Arial
Умов. друк. арк. Обл. друк. Арк. Наклад 300 прим.
Видавничий № 891. Замовлення № _____. Ціна вільна

Видавництво
Східноукраїнського національного
університету імені Володимира Даля
91034, м. Луганськ, кв. Молодіжний, 20а

Свідоство про реєстрацію серія ДК №1620 від 18.12.2003

Адреса редакції: 91034, м. Луганськ, кв. Молодіжний, 20а
Телефон 8(0642) 46-13-04. Факс 8(0642) 46-13-64
E-mail: uni@snu.edu.ua

Для нотаток
