

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

ТИЖДЕНЬ НАУКИ-2020.
Факультет радіоелектроніки та телекомунікацій

Збірник тез доповідей щорічної
науково-практичної конференції серед студентів,
викладачів, науковців, молодих учених і аспірантів

13–17 квітня 2020 року

Електронне видання комбінованого
використовування на DVD-ROM

м. Запоріжжя

УДК 621.3+004+519.6
Т39

*Рекомендовано до видання Вченою радою
Національного університету «Запорізька політехніка»
(Протокол засідання вченої ради 4/20 від 02.03.2020)*

Упорядник Фурманова Н.І.

Редакційна колегія:

Наумик В. В., д-р техн. наук, професор (відпов. ред.)
Прушківський В. Г., д-р екон. наук, професор
Кузькін О.Ф., канд. техн. наук, доцент
Глушко В.І., канд. техн. наук, доцент
Климов О.В., канд. техн. наук, доцент
Антонов М.Л., канд. техн. наук, доцент
Савченко В.О., канд. техн. наук, доцент
Кабак В.С., канд. техн. наук, доцент
Касьян М.М., канд. техн. наук, доцент
Корольков В.В., канд. екон. наук, доцент
Дєдков М.В., канд. іст. наук, доцент
Васильєва О.О., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Пуцина І.В., канд. пед. наук, доцент
Філей Ю.В., канд. юр. наук, доцент
Гайворонська Т.О., канд. філос. наук, доцент
Сажєєв В. М., канд. техн. наук, доцент
Висоцька Н. І., начальник патентно-інформаційного відділу

Тези доповідей друкуються методом прямого відтворення тексту, представленою авторами, які несуть відповідальність за його форму і зміст.

Т39 Тижень науки-2020. Факультет радіоелектроніки та телекомунікацій. Тези доповідей науково-практичної конференції, Запоріжжя, 13–17 квітня 2020 р. [Електронний ресурс] / Редкол. :В. В. Наумик (відпов. ред.) Електрон. дані. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 1 електрон. опт. диск (DVD-ROM); 12 см. – Назва з тит. екрана.
ISBN 978-617-529-263-1.

Зібрані тези доповідей, заслуханих на щорічній науково-практичній конференції серед студентів, викладачів, науковців, молодих учених і аспірантів. Збірка відображає широкий спектр тематики наукових досліджень, які проводяться на факультеті радіоелектроніки та телекомунікацій Національного університету «Запорізька політехніка». Збірка розрахована на широкий загал дослідників та науковців.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ «РАДІОТЕХНІКА ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ»	9
Самойлик С.С., Самойлик К.В. Розвиток телемедицини в Україні в умовах COVID-19	9
Poliakov M. Synergetic state machine	11
Костенко В.О. Модернізація пекарного обладнання фірми «РОСС»	12
Логачова Л.М., Новітченко В.С. Використання лазерів у медицині	13
Бугрова Т.І., Чорнобородов М.П., Мороз Г.В., Денека М.А. Випромінювач мультичастотної антенної решітки колової поляризації з відбивачем у вигляді метаматеріалу	15
Чорнобородов М.П., Бугрова Т.І., Мороз Г.В. РЛС, захищена від впливу імітаційних завад	17
Самойлик С.С., Контуганський П.В. Голосове керування інвалідним візком	19
Бугрова Т.І., Баранов В.А. Система дистанційного керування мікрокліматом теплиць за допомогою смартфона	21
Морщавка С.В., Калиніченко Д.В. Використання мікропроцесорних засобів для компенсації фазових затримок в ланцюгах схеми ФАПЧ	23
Костенко В.О., Калюжний А.Г. Керування рівнем вологості в робочій камері за допомогою мк «атмега328»	25
Пархоменко А.В., Полянський Е.Д. Дослідження та розробка прототипу пристрою моніторингу серцевої діяльності людини	26
Мороз Г.В., Садовський О.С. Аналіз перерозподілу абонентського навантаження в стільниковому зв'язку	27

<i>Пархоменко А.В., Симоненко О.С., Попович В.В.</i> Розробка веб-сервісу для моніторингу показників здоров'я мобільних пацієнтів.....	29
<i>Мороз Г.В., Бурцева О.В., Чудеснова О.Є.</i> Використання CMOS-датчика камери для зв'язку на основі VLC.....	30
<i>Костенко В.О., Булавчик В.П.</i> Пристрій керування процесом зварювання кольорових металів на базі мікроконтролеру “Attiny-2313”	31
<i>Сметанін І.М., Мартинов В.В.</i> Огляд технологій виготовлення сонячних батарей з максимальним коефіцієнтом корисної дії (к.к.д.)	33
<i>Чорнобородов М. П., Новітченко В. С.</i> Підвищення пропускну здатності радіоканалу стандарту IEEE-802.11-97	35
СЕКЦІЯ «МІКРО-ТА НАНОЕЛЕКТРОНІКА»	38
<i>Сніжної Г.В., Сніжної В.Л.</i> Неоднозначний вплив вмісту вуглецю на корозійну стійкість сталі AISI 321	38
<i>Коротун А.В., Рева В.І., Смирнова Н.А., Курбацький В.П., Погосов В.В.</i> Вплив геометрії наноструктур на їх термодинамічні характеристики	40
<i>Коротун А.В., Курбацький В.П., Михайлов Д.В.</i> Вплив оксидного шару на ефективність поглинання сонячної радіації	42
<i>Погосов В.В., Сніжної Г.В., Ситник К.В.</i> Про розмірну залежність поверхневої енергії нанокластера.....	44
<i>Кузьміна М.О., Василенко О.В.</i> Спектральний аналіз багаторівневого інвертора	46
СЕКЦІЯ «МЕТРОЛОГІЯ»	48
<i>Сніжної Г.В., Василенко О.В.</i> Модель системи регуляції температури для термоактиваційної спектроскопії	48
<i>Томашевський О.В., Сніжної Г.В.</i> Моделювання коефіцієнта ефективності експлуатації засобів вимірювальної техніки	49

<i>Alexey Kolodka, Gennadii Snizhnoi, Valentin Pogosov</i> Innovation clusters for processing and storing data.....	50
<i>Степаненко С.М., Середа Т.М.</i> Аналіз результативності процесів системи управління якістю при проектуванні авіаційних двигунів	51
<i>Курбацький В.П., Погосов В.В., Коротун А.В.</i> Оцінка граничної чутливості СКВІДа	53
СЕКЦІЯ «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ».....	56
<i>Шевченко О.С., Шило Г.М., Куляба-Харитонов Т.І., Огреніч Є.В., Дейдей В.С.</i> Переваги використання хмарних технологій при вивченні CAD/CAM/CAE систем	56
<i>Denys Romaniuk, Anastasiia Lebedieva-Dychko, Galina Shilo, Andrii Pysarskyi, Stanislav Shaptala</i> Indoor and outdoor positioning technology at the industrial enterprises	58
<i>D.Tsapko, G.Shilo, L.Karpukov, Y.Sobol</i> Features of communication between robots in a group under conditions of a limited number of channels	60
<i>Анікін П.С., Шило Г.М.</i> Порівняльні характеристики типів 3D-друку та можливості їх симуляції у CAE Abaqus.....	62
<i>Фарафонов О.Ю., Фурманова Н.І.</i> Застосування неоднорідних ліній в задачах синтезу мікросмужкових спрямованих відгалужувачів	64
<i>Малий О.Ю., Гарачук С.А.</i> Генетичний алгоритм для групового управління автономних підводних роботів, виконуючих колективну роботу в певному місці підводного простору.....	66
<i>Малий О.Ю., Піроженко О.О.</i> Відносна оцінка позиції і маршруту пересування роботів за допомогою одометрії	68
<i>Фурманова Н.І., Поспеева І.Є., Фарафонов О.Ю.</i> Ділові ігри як форма активних методів навчання	71

<i>Фурманова Н.І., Поспеева І.Є., Фарафонов О.Ю.</i> Застосування ігрового підходу при вивченні дисципліни "Основи проектування ЕА"	73
<i>Кохан О.В., Шило А.П., Калиниченко А.Р., Шило Г.М., Шевченко О.С.</i> Технології доповненої реальності в обслуговуванні та ремонті пристроїв для 3D-друку	76
<i>Чухрай А.А.</i> Розвиток електронних пристроїв та інформаційних систем в умовах карантину	78
СЕКЦІЯ «ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ»	80
<i>Бондаренко О.О., Філобок Є.В., Козіна Г.Л.</i> Дослідження китайського стандарту шифрування SM4 для захисту бездротових мереж	80
<i>Лізунов С.І.</i> Контроль за виділеним приміщенням за допомогою пристрою RF Capture.....	83
<i>Романенко С.Н., Шестопалов А.А.</i> Моделирование плоской суперлинзы	84
<i>Романенко С.Н., Шигин А.Д.</i> Рассеяние волн слоем метаматериала	87
<i>Карпуков Л.М., Щекотихін О.В., Савченко Д.К.</i> Про інтенсивність випромінювання світла з бокової поверхні оптоволокна.....	89
<i>Матвейчук О.В., Воскобойник В.О.</i> Використання методів штучних нейронних мереж для захисту комп'ютерів від несанкціонованого доступу	91
<i>Воскобойник В.О.</i> Застосування експертних систем оцінки ефективності захисту інформації	93
<i>Щекотихін О.В., Грачов М.Ю.</i> Захист конфіденційної інформації в волоконно-оптичних лініях зв'язку.....	95
<i>Карпуков Л.М., Щекотихін О.В., Савченко Д.К., Старченко М.І.</i> Удосконалений спосіб захисту передачі інформації з використанням маскуванню нуля	97

<i>Орловський Д.І., Неласа Г.В.</i> Техніка розвідки за відкритими джерелами інформації. Технології OSINT. Вивчення протоколу Bit-Torrent засобами OSINT	99
<i>Ребриков М.М., Неласа Г.В.</i> Розробка telegram-бота для збереження даних користувача за допомогою мови програмування Node.js та СУБД MongoDB	101
<i>Неласа Г.В., Слива О.М.</i> Захист персональних даних користувача на веб-сайті з використанням JWT	103
<i>Куцак С.В., Корольков Р.Ю.</i> Порівняльний аналіз методів та засобів оцінки ризиків інформаційної безпеки.....	105
<i>Семерюк Т.М., Неласа Г.В.</i> Дослідження методів та засобів виявлення мережових атак.....	107
СЕКЦІЯ «ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА»	109
<i>Анпілогов Д.І.</i> Поступальна складова руху стержня при поздовжньому ударі	109
<i>Анпілогов Д.І., Мастиновський Ю.В.</i> Розповсюдження хвиль у в'язко-пружному стержні.....	111
<i>Коротунова О.В., Нечипоренко Н.О.</i> Розповсюдження хвиль в пружному циліндрі під дією внутрішнього навантаження ..	115
<i>Козирева Є.О., Мізерна О.Л.</i> Моделювання та оптимізація фінансової стійкості підприємства	116
<i>Мельник О.М., Мізерна О.Л.</i> Теореми двоїстості та їх використання в економічних дослідженнях	117
<i>Селіверстова А.В., Мізерна О.Л.</i> Використання двоїстих оцінок для обґрунтування цін на ресурси і продукцію.....	118
<i>Тиха А.Д., Мізерна О.Л.</i> Аналіз пакетів прикладних програм, які використовуються для моделювання економічних об'єктів і процесів	121
<i>Басарукіна В.О., Шишканова Г.А.</i> Побудова економетричної моделі «попит-ціна-прибуток».....	119
<i>Левицька Т.І., Пожусєва І.С.</i> Розв'язання задачі термпружності з квадратичним розподілом температур для оболонок обертання.....	122

<i>Пожуєва І.С., Пестов О.Д.</i> Застосування симплекс-методу в оптимізаційних задачах економіки	123
<i>Пожуєва І.С., Слонєв М.А.</i> Аналіз чисельних методів розв'язування визначених інтегралів	126
<i>Пожуєва І.С., Петрик А.В.</i> Використання матриць у прогнозуванні вікового складу населення відносно часу	129

СЕКЦІЯ «РАДІОТЕХНІКА ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ»

УДК 61:621.397

Самойлик С.С.¹, Самойлик К.В.²

¹ ст. викл. каф. РТТ НУ «Запорізька політехніка»

² асист. каф. госпітальної педіатрії ЗДМУ

РОЗВИТОК ТЕЛЕМЕДИЦИНИ В УКРАЇНІ В УМОВАХ COVID-19

Соціальне дистанціювання є одним з основних заходів, які використовуються для боротьби з поширенням пандемії COVID-19, тому телемедицина може стати ключовою технологією для безпечного та ефективного зв'язку. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) включила телемедицину в число основних послуг в рамках посилення заходів реагування систем охорони здоров'я на COVID-19 [1]. Відповідно до нової політикою ВООЗ, в рамках діяльності по оптимізації надання послуг, телемедицина повинна стати однією з альтернативних моделей для надання клінічних послуг і підтримки прийняття клінічних рішень.

Телемедицина може допомогти зменшити дисбаланс між кількістю хворих і кількістю лікарів в окремих регіонах, де спостерігаються спалахи захворювання. Так за даними Центру громадського здоров'я, станом на 10 квітня в Україні в Чернівецькій області було зареєстровано 366 випадки, в м. Київ — 348 випадків, в Івано-Франківській області — 254 випадки, проте в Миколаївській області на той же момент не було зафіксовано жодного випадку зараження, в Харківській області лише 6 випадків, в Чернігівській області — 9 випадків зараження і медичний ресурс міг би бути дистанційно перерозподілений між областями, які найбільше потребують допомоги в боротьбі з COVID-19.

Наступна проблема, яку в змозі вирішити телемедицина, це забезпечення медичного персоналу. Так частина медичних працівників від загальної кількості заражених COVID-19 станом на 10 квітня становить 15% - 334 поміж 2203 усіх хворих на COVID-19 в Україні. Це досить високий показник і з розвитком епідемії він буде мати тенденцію до збільшення. Медичний персонал - це обмеження ресурс і в перспективі можливе виникнення ситуації, коли медичних працівників не вистачатиме через їх непрацездатність на тлі загального збільшення кількості хворих на COVID-19.

Гендерний розподіл протягом останніх 20 років демонстрував, що серед медичних працівників жінки складають 60,0% від загальної кількості лікарів. Залежно від спеціальності питома вага жінок переважає серед представників

первинної ланки: педіатри - 89,5%; терапевти - 80,2%, сімейні лікарі - 77,8%, а саме до них першими звертаються хворі з симптомами COVID-19. До того ж останнім часом у віковій структурі лікарів постійно збільшувалася питома вага осіб пенсійного віку (1995 рік - 17,5%; 2000 рік - 18,2%; 2008 рік - 22,9%). Цей же показник за окремими спеціальностями був ще вищим: терапевти - 38,4%, педіатри - 34,6%, сімейні лікарі - 21,0%. Крім того, у віковій структурі лікарів зафіксована значна вага осіб передпенсійного віку як серед чоловіків, так і серед жінок. Серед лікарів первинної ланки цей показник склав 17,0%. [2]

За даними Центру громадського здоров'я, 63,5% від усіх виявлених випадків COVID-19 в Україні відносяться до вікової категорії від 30-ти до 60-ти років, а 86% людей, які померли від COVID-19 в Україні, були старше 50 років. Крім того, гендерний розподіл хворих демонструє, що на коронавірус в Україні частіше хворіють жінки. Більшість летальних випадків було зафіксовано саме серед жінок (68% померлих). Таким чином, можна зробити висновок, що понад третина всіх лікарів первинної ланки належать до категорії ризику, і враховуючи особливості професії, бажаним було б дистанціювати їх від хворих, що дозволяє зробити саме телемедицина.

Телемедицина може сприяти уповільненню інфекцій і вирівнюванню нинішньої епідемічної кривої. Симптоми і одужання хворих можна відстежувати за допомогою телефонних дзвінків або відеочатів, що дозволяє пацієнтам з низьким рівнем ризику і з легкими симптомами, які найчастіше поширюють вірус, залишатися вдома.

Однак при використанні телемедицини виникає ціла низка питань, які потребують вирішення, а саме, обладнання та налаштування телемедичних кабінетів в лікарнях, з яких лікарі могли б вести онлайн консультації. Також потрібні нові закони та низка нормативних актів, які б дозволяли оформлювати лікарняний лист дистанційно без потреби хворого йти на первинний прийом до лікарні для його відкриття, а після одужання - для його закриття, наражуючи себе і оточуючих на небезпеку зараження.

Інші бар'єри тісно пов'язані з характеристиками пацієнтів, такими, як вік і рівень освіти, і несуть в собі ризик того, що менш ефективні в цифровому відношенні (наприклад, люди похилого віку), які також є найбільш уразливими, отримують меншу вигоду від існуючих рішень телемедицини.

Ці бар'єри збільшують ризик незадоволених очікувань пацієнтів і постачальників послуг, але їх можна поступово вирішувати і усувати одночасно зі збільшенням охоплення системи дистанційного лікування в Україні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Strengthening the Health Systems Response to COVID-19 - Technical guidance # 1 [Електронний ресурс] // Режим доступу: www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0007/436354/strengthening-health-systems-response-COVID-19-technical-guidance-1.pdf

2. Левенец Н.Г., Шпак Г.В. Состояние кадров системы здравоохранения в Украине / Н.Г. Левенец, Г.В. Шпак // Здоров'я нації. - 2012. - № 3(23) – С.272-278.

УДК 519.713.1

Poliakov M.

prof., Zaporizhzhia Polytechnic National University

SYNERGETIC STATE MACHINE

Finite state machines, as a model of behavior of digital units with memory, are studied in all courses on digital circuitry and control systems. These automata describe a causal relationship between inputs (events) and states of an automaton. Automata also describe outputs (actions), as a consequence of their states, separately (Moore machine) or in combination with inputs (Mealy machine). But the automaton model does not describe how and why outputs are the cause of inputs in a closed control system.

The purpose of the work is to simplify the design of the control machine by taking into account the cause and effect relationships in the control machine - control object system.

It is proposed to supplement the “classic” finite state machine with the contours of causal relations through the control object with an indication of the direction of causality. The causality of control is the relation in which the outputs of the final control automaton act on the inputs of the control object (via actuators), which leads to a change in the physical processes in the control object, is recognized by the sensors, and is transformed into the input event of the automaton. Accordingly, the causality of an object is a relation in which the absence of a certain value from the sensor is perceived as another event, which leads to a change in the current state, correction of outputs and, as a consequence, changes the processes in the control object. Examples of such causes: “turning on the furnace led to heating of the object” and “low temperature of the object is the reason for the transition from the state of “cooling” to the state of “heating”. In the description of the automaton, to the existing functions of outputs and transitions, we add a function of the control object that expresses the outputs of the object (and

the events of the machine associated with them) through its inputs (outputs of the control machine). Knowledge of the object's reactions to the applied influences simplifies the design of the control automaton.

The approach, which takes into account both the information and material processes there, is called the “synergetic”. Therefore, the term “synergetic finite state machine” has the right to life.

The proposed model is supposed to be used in the study of self-developing automata.

УДК 621.38 + 681.322 (075.8)

Костенко В.О.

канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПЕКАРНОГО ОБЛАДНАННЯ ФІРМИ «РОСС»

Лінійка пекарського обладнання, яку випускала харківська фірма «РОСС», складається з вимішувача тіста, розстійної та пекарської шаф. Призначене це обладнання для випікання хлібобулочних виробів в умовах кафе або столової. Вартість цього обладнання у десятки разів нижче, ніж у пароконвектоматів з Німеччини або Італії. Звичайно, останні являють собою високоавтоматизовані агрегати і призначені для випуску більш широкого діапазону продукції. Проте в нинішніх умовах спаду виробництва і зростання безробіття випуск харчової продукції на старому обладнанні може зацікавити багатьох підприємців-початківців.

Розстійна шафа забезпечує процес бродіння тестової заготовки при температурі від 33 до 45 градусів і вологості 70-80%. Займає процес розстойки від 15 до 120 хвилин. Модернізація розстійної шафи полягає в організації двох каналів управління. Канал керування температурою організований у вигляді ланцюга від'ємного зворотного зв'язку з використанням стандартного блоку ИРТ-5920 (измеритель-регулятор-технологический) фірми «ЕЛИМЕР». Канал керування вологості також організований по схемі з від'ємним зворотним зв'язком з використанням стандартного вимірювача вологості і парогенератора бойлерного типу.

Пекарна шафа виявилась більш складним агрегатом для автоматизації виробничих процесів. Якщо керування температурою не викликало труднощів і організували його в процесі модернізації за тією ж схемою, що і у розтойної шафи, тобто за допомогою стандартного блоку ИРТ-5920, то

керування вологістю при температурі 1800-2200 С за аналогією організувати не вдалося.

Виявилось, що вимірювання вологості при таких температурах доступним способом не роблять. У пароконвектоматах західного виробництва це питання обійшли. Вони застосували мікроконтролери з програмами для кожного виду продукції. Експериментальним шляхом було визначено скільки крапель води і через який проміжок часу треба вводити інжекторним способом в робочу камеру. Фактично для кожного виду продукції була складена своя програма. У супровідній документації, яка яскраво оформлена, вказані номери програм відповідно до кожної одиниці продукції.

У процесі модернізації пекарної шафи було запропоновано виготовити керуючий пристрій на основі таймеру. Було обрано таймер зворотного відліку на мікроконтролері МТ-АТmega8. Для нього були написані програми та запущений в роботу циклічний таймер, який здійснює відлік в двох налаштованих відрізках часу. Фактично відбувається керування шпаруватістю серії прямокутних імпульсів висотою 12 В. Таким чином відбувається керування електромагнітним клапаном, який подає порції води до робочої камери.

Обладнання фірми «РОСС» перетворилось таким чином в керований пароконвектомат. Встановлено воно в одній з організацій міста Запоріжжя, акт про впровадження одержаний.

УДК 577(075.8)

Логаचова Л.М.¹, Новітченко В.С.²

¹ старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. РТ-216 НУ «Запорізька політехніка»

ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРІВ У МЕДИЦИНІ

Сьогодні важко уявити прогрес в медицині без лазерних технологій, які відкрили нові можливості в вирішенні численних медичних проблем. Вивчення механізмів впливу лазерного випромінювання різних довжин хвиль і рівнів енергії на біологічні тканини дозволяє створювати лазерні медичні багато функціональні прилади, діапазон застосування яких в клінічній практиці став настільки широким, що дуже важко відповісти на питання: для лікування яких захворювань лазери не застосовуються? Розвиток лазерної медицини йде за трьома основними напрямками: лазерна хірургія, лазерна терапія і лазерна діагностика [1]. На рисунку 1 наведені типи лазерів які

застосовуються у сучасній медицині. Всі лазери, які використовуються в медицині, умовно поділяються на 2 види: низкоінтенсивні (інтенсивність не перевищує 10 Вт/см^2 , найчастіше становить близько $0,1 \text{ Вт/см}^2$) - терапевтичні і високоінтенсивні - хірургічні. Інтенсивність найбільш потужних лазерів може досягати 1014 Вт/см^2 , в медицині зазвичай використовуються лазери з інтенсивністю $102\text{-}106 \text{ Вт/см}^2$.

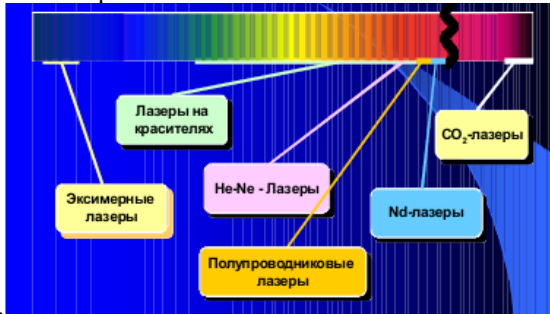


Рисунок 1 – Типи лазерів, які застосовуються у сучасній медицині

Лазери використовують для лікування при наступних патологіях: первинні та рецидивні злоякісні пухлини шкіри, деякі варіанти злоякісних пухлин червоної кайми губ, слизової оболонки ротової порожнини, папіломи, кератоми, «родимки», конділоми, гемангіоми тощо, «врослий» ніготь, видалення підшкірних утворень (атерома, фіброма), ерозія, лейкоплакія, еритроплакія, ектопія, рубцева деформація шийки матки,

Майже в усіх областях медицини використовують лазерне обладнання (при очищенні артерій, в дерматології, гінекології, косметології, пластичній хірургії, стоматології тощо). Утворення злоякісних пухлин в організмі серйозна загроза для нього. Саме тому лікування ракових захворювань має проводитися своєчасно. Для лікування невеликих пухлин застосовують лазерні скальпелі. Переваги лазерних скальпелів: мала травматичність; зниження кровотечі в наслідок незначної ширини розрізу; випромінювання; лазера повністю стерильне.

До того ж сучасні лазери, які застосовують в роботизованій хірургії оснащують «розумними» системами. Так, наприклад, використовують зворотній зв'язок, який базується на автодинному контролі лазерного випаровування біотканини. Автодинний сигнал який виникає при випаровуванні різних тканин, має різні спектральний склад, що дозволяє організувати інтелектуальне керування. Сучасні роботи-хірурги легко можуть відрізнити здорову тканину від пухлини [2].

Останнім часом з'явилося безліч наноструктур, що володіють властивостями, придатними для цілого ряду біологічних застосувань. Розвиток нанотехнологій і застосування лазерів в медицині, революціонізував спосіб введення лікарських засобів. Нанодіагностика забезпечує подвійне використання наночасток, поєднуючи лікарський засіб, терапію і засоби діагностики. Застосування лазерів в медицині та біології дозволило на різних рівнях зрозуміти фізіологічні механізми розвитку хвороби. Наномедицина є перспективною новою формою лікування деяких видів раку, інфекційних захворювань та їх діагностики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Е.А. Шахно Физическое сновы применения лазеров в медицине.[Текст] / Шахно Е.А. – С. Петербург: НИУ ИТМО 2012, 129 с.
2. <https://fb.ru/article/248618/lazeryi-v-meditsine-primenenie-lazero-v-meditsine-i-nauke>

УДК 621.396.67

Бугрова Т.І.¹, Чорнобородов М.П.², Мороз Г.В.³, Денека М.А.⁴

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

³ асист. НУ «Запорізька політехніка»

⁴ студ. гр. РТ-217 НУ «Запорізька політехніка»

ВИПРОМІНЮВАЧ МУЛЬТИЧАСТОТНОЇ АНТЕННОЇ РЕШІТКИ КОЛОВОЇ ПОЛЯРИЗАЦІЇ З ВІДБИВАЧЕМ У ВИГЛЯДІ МЕТАМАТЕРІАЛУ

Спіральні антени можуть бути побудовані у вигляді площинних структур і випромінювати хвилі з коловою поляризацією, що водночас підвищує завадозахищеність прийнятого сигналу і дає можливість реалізувати компакту конструкцію антен. Тому вони широко використовуються в радіолокаторах – при дистанційному радіозондуванні поверхні, пошуку напрямку в глобальній системі позиціонування, а також в телеметрії, і т.п. Для проектування спіральної антени зазвичай використовується Архімедові або логарифмічна геометрія. Хоча Архімедові спіральні антени мають широку пропускну здатність, їх важко масштабувати за частотою. Можна отримати більш частотно незалежну антену, використовуючи логарифмічну спіраль, оскільки вона легше масштабується.

Однак, недоліком її є те, що вона стає дуже великою вже з перших кількох витків, які стають дуже близькими один до одного, що призводить до ущільнення структури навколо її центру. Другим загальним недоліком спіральних антен є їх двоспрямованість. Якщо антени використовуються в якості елементів фазованої антенної решітки (ФАР), односпрямованість елементів є принциповою вимогою, тому необхідно застосувати відбивач. В якості відбивача пропонується метаматеріал ENG типу, який водночас виконує узгоджувальні функції високого входного опору приблизно $Z_{in} \leq 200$ Ом і характеристики імпедансу - 50 Ом та зменшує кінцеві геометричні розміри кожної спіралі та антенної решітки в цілому. Геометрію елементу ФАР показано на рис.1.



Рисунок 1 – Двозахідна спіраль (а) та відбивач з метаматеріалу ENG-типу (б)

Антену моделювалися в електродинамічному середовищі проектування HFSS 18. Розраховувались характеристики узгодження з лінією живлення – S_{11} і VSWR, розподіл амплітуди електричного поля на різних частинах конструкції антени, характеристики деполяризації, підсилення (рис.2) та діаграми спрямованості в головних перерізах (рис.3, синя крива- повздовжня площина, червона – поперечна площина) в широкому діапазоні частот.

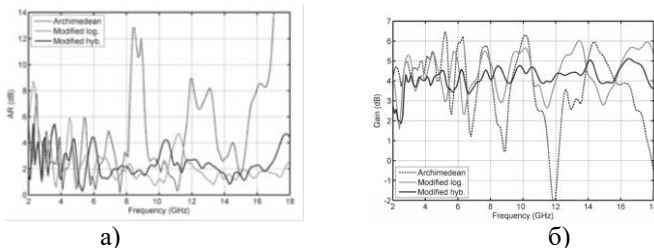


Рисунок 2 – Частотна залежність коефіцієнту еліптичності (а) та підсилення (б) в діапазоні 2...18 ГГц

З результатів проведеного аналізу випливає, що робочий діапазон антени сягає від 0,5 до 36 ГГц; особливо точне узгодження спостерігається на

частотах 2, 6,2, 12, 24 і 30 ГГц. Коефіцієнт стоячої хвилі по напрузі (VSWR) становить 1...1,9 в смузі частот від 1 ГГц до 35 ГГц; вище 35 ГГц значення VSWR піднімається вище 2. При цьому ахімедова спіральна антена має кращий VSWR, ніж логарифмічна. VSWR обох видів антен покращується за рахунок збільшення кількості витків та за наявності відбивача з метаматеріалу. Коефіцієнт підсилення антени сягає 6,418 дБ для 6,2 ГГц і 5,241 дБ для 30 ГГц.

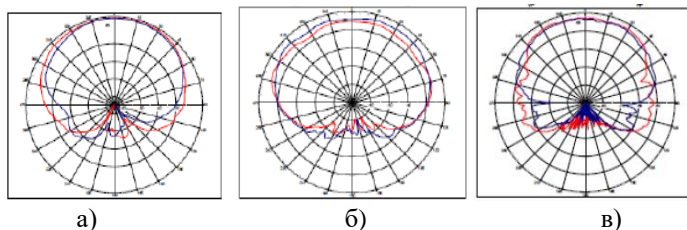


Рисунок 2–Діаграми спрямованості в головних перерізах спіралі на частотах 0,5 ГГц (а), 2ГГц (б) і 18 ГГц (в)

Важливою властивістю випромінювача як елементу ФАР є низький рівень бічних пелюсток (<-0,9 дБ) та практична частотна незалежність ширини головної пелюстки діаграми спрямованості в обох площинах перерізу у всьому досліджуваному діапазоні.

УДК 621.391.266

Чорнобородов М.П.¹, Бугрова Т.І.², Мороз Г.В.³

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

³ асист. НУ «Запорізька політехніка»

РЛС, ЗАХИЩЕНА ВІД ВПЛИВУ ІМІТАЦІЙНИХ ЗАВАД

До радіолокаційних засобів виявлення, спостереження та наведення на ціль зенітних ракетних комплексів висуваються жорсткі вимоги щодо забезпечення працездатності радіолокаційних станцій (РЛС) у складній сигнально-завадовій ситуації. Основними вимогами, що висуваються до РЛС, є забезпечення високих імовірностей виявлення цілей на тлі потужних сигналів і завад.

Одним із джерел походження цих потужних сигналів є постановники імітаційних завад. Такий постановник містить широкосмуговий панорамний приймач, здатний визначити робочу частоту і розпізнати структуру сигналу зондування ворожої РЛС. Постановник формує сигнали розвіданої структури і періодично випромінює їх на робочій частоті станції противника, створюючи їй імітаційну заваду. Але якою б швидкодіючою не була система обробки сигналів у постановнику, фактично, він формує сигнал завади лише під наступний період зондування. Інакше – він мусить знаходитись у ближній зоні РЛС.

Для захисту від імітаційних завад треба створити такі умови, аби постановник завад працював в умовах апіорної невизначеності. Цього можна досягнути шляхом зміни для кожного імпульсу зондування хоча б одного з трьох параметрів: носійної частоти, періоду повторення або структури (закону модуляції).

Зміна періоду повторення випромінених імпульсів або їх носійної частоти від зондування до зондування призведе до зміни доплерівської частоти відбитого сигналу й унеможливить селекцію рухомих цілей у когерентно-імпульсних РЛС.

Зміна ж структури імпульсів від зондування до зондування призведе до невизначеності у формуванні закону модуляції сигналу у передавачі постановника. Задача створення ансамблю радіолокаційних сигналів з метою захисту РЛС від імітаційних завад є нерозв'язаною.

У радіолокації отримали поширення наступні типи модуляції: лінійна частотна (ЛЧМ) й фазова кодова (ФКМ). У випадку ЛЧМ, можливі лише два типи сигналів: коли частота наростає і коли вона збігає. Тому за ЛЧМ не можливе створення ансамблю радіолокаційних сигналів. Потенційно, ФКМ має істотно більше ступенів волі і тому є об'єктом досліджень.

Максимальне відношення сигнал/шум за оптимальної фільтрації забезпечують радіосигнали, фазоманіпульовані за кодом Баркера. Ці послідовності забезпечують мінімальний рівень бічних пелюсток (РБП) стиснутого сигналу на виході узгодженого фільтра ($\text{РБП}=1/N$, де N - довжина кодової послідовності). Найдовшим і, відповідно, найпоширенішим, є 13-позиційний код Баркера. Оскільки із збільшенням N зростає коефіцієнт когерентного накопичення сигналу на виході узгодженого фільтра, то використання у сусідніх періодах зондування кодів з істотно різними довжинами відчутно збільшуватиме флюктуації амплітуд відбитого сигналу. Тому синтез нових кодових послідовностей виконано для випадку $N=13..15$.

Для кожного N відібрано по шість послідовностей: дві – з $\text{РБП} \geq 1/N$, чотири – з $\text{РБП} < 1/N$.

На рис. 1 наведено імовірності вірного виявлення цілі на тлі пасивної завади на виході фільтра стиснення для знайдених кодових послідовностей за імовірності хибних тривог 10^{-3} у випадку обробки одиночного імпульсу зондування (а не пачки імпульсів). Здебільшого, через різний рівень бічних пелюсток на виході фільтра стиснення неоптимальних сигналів (для яких $\text{РБП} > 1/N$) криві характеристик виявлення проходять на 1..3 дБ (на рівні $F_{\text{в.в.}} = 0,9$) лівіше від відповідних характеристик для оптимальних сигналів (для яких $\text{РБП} \leq 1/N$). Порівняно до фільтра Баркера (в залежності від кодової послідовності), для синтезованих послідовностей отримано зменшення вихідного відношення сигнал/шум на 0,07..1,2 дБ.

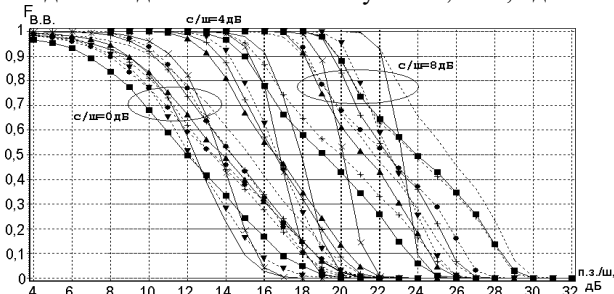


Рисунок 2— Ймовірності вірного виявлення цілі на тлі пасивної завади

Використовуючи рис. 1, можна відібрати ті кодові послідовності з синтезованих, які, хоча б, і знизили ефективність роботи РЛС в межах допустимого рівня, але забезпечили б її працездатність в умовах дії прицільних імітаційних завад. Зважаючи на наявність втрат під час приймання імпульсів зондування з неоптимальними кодовими послідовностями, можна рекомендувати їх застосування лише у підрежимах роботи РЛС (тобто, у неосновному режимі роботи станції).

УДК 004.522

Самойлик С.С.¹, Контуганський П.В.²

¹ ст. викл. каф. РТТ НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. РТ-918 НУ «Запорізька політехніка»

ГОЛОСОВЕ КЕРУВАННЯ ІНВАЛІДНИМ ВІЗКОМ

У зв'язку з подіями на сході України в країні збільшилась кількість людей з обмеженими можливостями. Інвалідність як соціальне явище є

актуальною проблемою сьогодення. Серед виробів, призначених для людей з обмеженими фізичними можливостями, в особливий клас виділяють технічні засоби, що компенсують порушення опорно-рухової системи людини - крісла-коляски. Крісла-коляски можуть мати електричний привід, до складу якого входять: акумулятор, силовий перетворювач, мікроконтролер, пристрій введення і редуктор. Такі інвалідні крісла призначені для пересування не тільки в приміщенні, але і на вулиці, тому важливо, щоб в мікроконтролер була закладена зручна і надійна система управління.

Для полегшення пересування інвалідів, що користуються інвалідними візками, шляхом зменшення частки елементів керування візком нами запропоновано голосове керування кріслом-коляскою для людей з інвалідністю, які не можуть рухати кінцівками, але можуть розмовляти. В комп'ютерному представленні звук - це послідовність цілих чисел. Для розпізнавання голосових команд було вирішено застосувати нейронну мережу.

За відсутністю датасету голосових команд українською, було використано публічний датасет `synthetic speech commands dataset`. З цього датасету було взято 4 команди: "up" – "вгору" (замість команди "вперед"), "down" – "вниз" (замість команди "назад"), "left" – "ліворуч", "right" – "праворуч", без шуму і з накладеним синтетично шумом, у вигляді .wav файлів. Файли були зчитані, перетворені у масиви чисел, були задані дані щодо належності записів до однієї з чотирьох команд. З цього набору даних близько 9700 записів були використані для тренування и близько 500 записів – для валідації нейронної мережі. Для побудови нейронної мережі було обрано мову програмування Python та API (application programming interface) Keras.

Перевірка моделі на тестових даних показала близько 97% точності, оцінка моделі власноруч в умовах побутового рівня шуму – 99%, але при значному зашумленні точність падала до 50% - 60%. Отже запропонована модель може успішно може використовуватись для програмування інвалідних візків з голосовим керуванням.

СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ ТЕПЛИЦЬ ЗА ДОПОМОГОЮ СМАРТФОНУ

Автоматизація теплиць має на увазі під собою відстеження та управління кліматичними параметрами, які можна регулювати, що сприяє кращому росту рослин і підвищенню їх врожайності, а також зменшує витрати на ручну працю. В сільському господарстві IoT – це платформа, що дозволяє автоматизувати більшість аспектів діяльності, підвищуючи ефективність та фінансові показники на підприємстві. Новацією в галузі сільського господарства є розробка «розумних» теплиць. Пропонується поліпшити існуючі системи автоматичного керування мікрокліматом, додавши антену для поліпшення якості мобільного зв'язку та швидкості інтернету. Для цього застосовуватимемо модифіковану інверсну серветку Серпінського з метаматеріалами. Застосування цієї антени дозволить нам використовувати системи автоматичного керування мікрокліматом в віддалених місцевостях, де немає постійного доступу до мережі Інтернет, що спрощує вибір місця розташування теплиць. В якості блоку керування використовується мікроконтролер Arduino - платформа з відкритим вихідним кодом (рис. 1).

В процесі роботи над системою керування «розумною теплицею» розроблено конструкцію антени шляхом математичного моделювання в середовищі HFSS, розраховано амплітудно-фазовий розподіл електричного поля поверхнею серветки Серпінського та у підкладинці, розраховано діаграми спрямованості на різних частотах (GSM діапазон 0,89 ГГц - 0,96 ГГц; 1,71 ГГц - 1,88 ГГц; Wi-Fi діапазон 2,4 ГГц - 2,4835 ГГц; 5,18 ГГц - 5,24 ГГц; 5,745 ГГц - 5,825 ГГц) в 3D вигляді та в основних перерізах, розраховано ступінь узгодження антени з лініями живлення шляхом визначення вхідного опору антени (його реальної та уявної частини), модуля коефіцієнта відбиття та модуля коефіцієнта стоячої хвилі та виготовлено фізичний макет антени та досліджено коефіцієнт стоячої хвилі та діаграму спрямованості (ДС) шляхом виміру за допомогою автоматизованої установки дослідження ДС.

В якості елемента антени у вигляді моноблоку пропонується використовувати фрактальну модифіковану серветку Серпінського з метаматеріалом ENG типу (рис.1,б).

Особливості конструкції антени полягають в наступному. Вихідний елемент є рівнобічним трикутником. Його висота дорівнює чверті довжини хвилі середньої частоти робочого діапазону (1900...2200 МГц) і складає 167 мм. Сторона трикутника дорівнює 192.8 мм. Підкладинка антени - стеклотекстоліт марки FR4 з розмірами $190 \times 85 \times 1.5$ мм. Антена в складі конструкції має земляну плату – це металева пластина розмірами $190 \times 83.5 \times 1$ мм. На протилежному від основного (з серветкою) боці підкладинки нанесено метаструктуру. Антена живиться з кута трикутника, живлення здійснюється коаксіальним кабелем. Висота живлячого штиря 10 мм, його радіус - 0.9 мм. На рис.2 зображено результати моделювання антени середовищі HFSS та вимірювання ДС. Дослідження відбувалися в діапазоні частот від 1900 МГц до 2200 МГц.

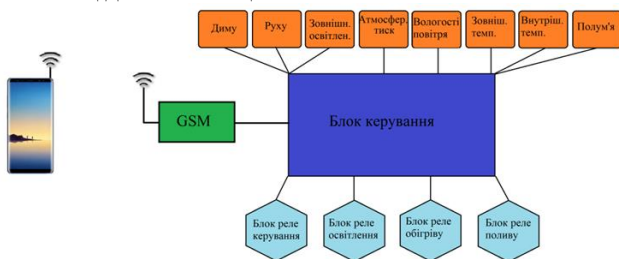
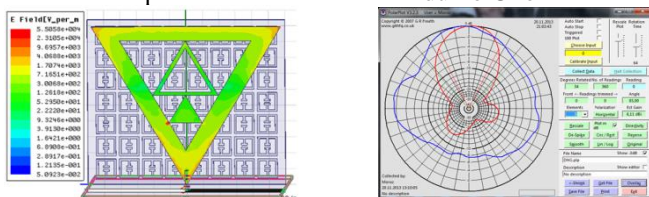


Рисунок 1– Структурна схема системи дистанційного керування мікрокліматом на основі Arduino Uno



а)

б)

Рисунок 2– Модифікована серветка: а–моделювання в середовищі HFSS; б–ДС (в повздовжній-синього кольору- і поперечній –червоного-площинах)

Виявлено гарну узгодженість вимірних та розрахункових даних з відносним відхиленням одне від одного не більше, ніж 9,2% у 2,7% експериментів і не більше, ніж 1,5-7% – у 97,3% досліджень. Коефіцієнт підсилення подібної антени складає близько 3,5...5,6 дБ.

Запропоноване наукове рішення актуальної проблеми сьогодення дозволяє більш, ніж вдвічі збільшити відстань до мобільного оператора без погіршення швидкості та якості керування теплицею зі смартфона.

УДК621.373.5; 519.688

Морщавка С.В.¹, Калиніченко Д.В.²

¹к.т.н., доц. НУ "Запорізька політехніка"

²студ. гр РТ-219м

ВИКОРИСТАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ КОМПЕНСАЦІЇ ФАЗОВИХ ЗАТРИМОК В ЛАНЦЮГАХ СХЕМИ ФАПЧ

На сьогодні для збільшення коефіцієнту корисної дії схем силової електроніки використовуються методи резонансних перетворень енергії з метою зменшення комутаційних втрат у силових напівпровідникових елементах, які зростають при збільшенні робочої частоти схеми. Це призвело до використання, окрім широтно-імпульсної модуляції (ШІМ), частотної модуляції потужності. При використанні частотної модуляції можна вирішити проблему регуляції потужності, що надходить у коливальний контур. Прикладом використання контуру є установки індукційного нагріву (УН). Окрім проблем, пов'язаних з комутаційними втратами на силових ключах, виникає проблема роботи силових елементів на ємнісне навантаження. Ця проблема може виникати, наприклад, при роботі інвертора на робочій частоті, що є нижчою за резонансну частоту коливального контуру. В цьому випадку у момент відкриття ключів спостерігаються великі стрибки струму, які негативно впливають на реальні напівпровідникові структури. Тому постає необхідність поциклового регулювання частоти інвертора, яке забезпечить його чітку роботу на навантаження індуктивного характеру коливального контуру. Окрім цього, це буде створювати умови так званого «м'якого», або резонансного, переключення напівпровідникового елемента.

Враховуючи вищезазначене, найкращою схемою управління в даному випадку є схема фазової автопідстройки частоти (ФАПЧ). Її суть полягає у створенні петлі зворотного зв'язку на основі порівняння фаз керуючого генератора частоти з фазою коливальних, частоту яких необхідно регулювати. У випадку УН, генератором коливальних задається робоча частота інвертора, який створює вимушені коливання у коливальному контурі. Фазу генератора порівнюють з фазою одного з параметрів самого контуру: фазу струму або

фазу напруги. Таким чином, можна отримати роботу інвертора саме на резонансній частоті коливального контура при використанні ідеальних елементів.

Проте, при використанні реальних елементів постає проблема виміру параметрів, які необхідно виміряти при високій частоті. Наприклад, великі струми, які будуть протікати при резонансній частоті у контурі, будуть надвеликими і будь-який метод виміру цього струму буде вносити фазові затримки і спричиняти похибки в роботу схеми ФАПЧ. При невдалому виборі елементної бази це може призвести до роботи інвертора на частоті, нижчій за резонансну, що є недопустимим режимом роботи інвертора.

Ця проблема легко вирішується за допомогою мікропроцесорних засобів, в даному випадку – мікроконтролера (МК). Пропонується в цьому випадку виконувати процедуру пошуку максимуму напруги, яка спостерігається на коливальному контурі при резонансі. При знаходженні цього максимуму МК запам'ятовує різницю фаз між генеруючим коливанням і фазою коливання струму, яка знімається за допомогою струмового трансформатора та фазового детектора. Після цього алгоритм ФАПЧ реалізується програмними засобами. В якості опорного сигналу та сигналу зворотного зв'язку алгоритм використовує вищезазначену різницю фаз; в якості опорної використовується та різниця фаз, що була отримана при виконанні алгоритму пошуку резонансної частоти.

Схематично стенд, на якому реалізовувались алгоритми, наведений на рис.1:

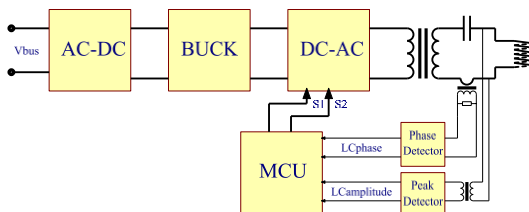


Рисунок 1 – Схематичне зображення експериментальної установки

При проведенні експериментів були отримані наступні дані:

- 1) алгоритм пошуку резонансної частоти знаходить цю частоту з точністю, порівняною з роздільною здатністю цифрових таймерів МК;
- 2) реалізований алгоритм ФАПЧ утримує контур у резонансі за всіх умов використання коливального контуру УІН: при внесенні в індуктор УІН заготовок, які значно впливають на індуктивність індуктора, утримує амплітудні значення струму контуру в максимальних значеннях.

За результатами роботи можна зробити висновки, що вищезазначені фазові затримки в схемах ФАПЧ можливо компенсувати, що дає змогу значно збільшити точність налаштування частот генераторів УІН.

УДК621.396.67

Костенко В.О.¹,Калюжний А.Г.²

¹доц. НУ «Запорізька політехніка»

²студ. гр. РТ-227сп

КЕРУВАННЯ РІВНЕМ ВОЛОГОСТІ В РОБОЧІЙ КАМЕРІ ЗА ДОПОМОГОЮ МК «ATMEGA328»

Вимірювання вологості при температурах 1500 -2200 С простих рішень не має. Тому втілити коло зворотного зв'язку з метою автоматизації процесу керування рівнем вологості не вдається. Виробники європейських пароконвектоматів, які зараз масово поставляються до України, пішли іншим шляхом. З двох можливих способів одержання гарячого пару (бойлерного або інжекторного) вони обрали інжекторний. Потім по кожному виду продукції набрали статистику, узагальнили її і надрукували інструкції користувачів даного конкретного обладнання. Наприклад, для випічки булочок з ізіюмом вагою 50 грам треба на табло набрати цифру 7. Це означає, що в робочу камеру буде подаватися 5 крапель води через кожні 4 хвилини. І так зроблено цілий альбом продукції з кольоровими фотографіями та гарно оформленими текстами про якість.

Фактично кожній цифрі відповідає своя програма керування мікроконтролером. Кожна програма формує послідовність прямокутних імпульсів різної шпаруватості.

Авторами запропоновано додаток до розповсюдженої простої та недорогій жарової шафи, який дозволить отримати аналог пароконвектомату за мінімальні грошові витрати.

Додаток влаштований таким чином: резервуар з водою підключено до електромагнітного клапану, який відкривається за командою керуючого блоку. Вода з заданою частотою та в необхідній кількості надходить до робочої камери жарової шафи, де і випаровується. Схему додатку показано на рис. 1.

Сам керуючий блок складений таким чином: до Arduino Nano підключено модуль с транзистором MOSFET IRF520, який миттєво відкриває/закриває водяний клапан та має більший робочий ресурс в порівнянні з звичайним реле. Для зміни робочої частоти до Arduino Nano

також підключено змінний резистор на 5 кОм. Роль індикатора виконує підключений до виходу блока світло діод з резистором для обмеження струму (560 Ом). Схема дозволяє керувати увімкненням водяного клапану в достатньо широкому часовому діапазоні, а саме: від 0 секунд (ручка змінного резистора в крайньому лівому положенні - клапан завжди відкритий) до 300 секунд(ручка в крайньому правому положенні – клапан відкривається на одну секунду раз в 5 хвилин). Крок можна регулювати за бажанням з точністю до секунди, якщо в цьому буде необхідність (через монітор порта в програмі Arduino IDE). Робоче живлення 12 В,. від якого живиться як Arduino, так і водяний клапан. Також було розроблено та виготовлено друковану плату.

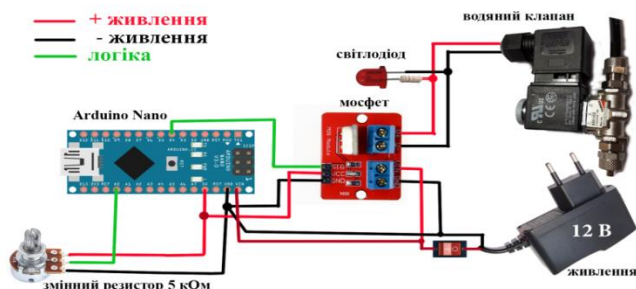


Рисунок 1 – Схема блоку керування водяним клапаном.

Мікроконтролер Arduino Nano був запрограмований в середовищі ArduinoIDE.

УДК 616-71

Пархоменко А.В.¹, Полянський Е.Д.²

¹ доцент НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. РТ-229м

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ПРОТОТИПУ ПРИСТРОЮ МОНІТОРИНГУ СЕРЦЕВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ

Серед десяти найважливіших технологій 2019 року Білл Гейтс назвав використання носимих пристроїв для моніторингу серцевої діяльності людини (СДЛ), які дозволяють своєчасно визначити критичний стан та допомогти їй уникнути наслідків.

Як показали проведені дослідження, на ринку представлено багато сучасних датчиків контролю серцевих скорочень, фітнес-годинників і навіть бездротові навушники Bluetooth, які можна підключити до смартфона для передачі кардіо-даних. Їх типовим недоліком є недостатня надійність та низька точність. Тому, провідні компанії (Apple, AliveCor, Withings) працюють над розробкою носимих пристроїв з функцією електрокардіограми (ЕКГ), які дають точність, близьку до точності медичного обладнання та виявляють інфаркт або фібриляцію передсердь, що є частою причиною появи в крові тромбів. Наприклад, Apple Watch Series 4 (400 доларів) або клінічно випробуваний ЕКГ-монітор AliveCor KardiaMobile (99 доларів), який можна використовувати зі смартфонами (iOS та Android). Останній представляє собою портативний електрокардіограф, що кріпиться до задньої частини смартфона та поставляється з двома електродами. Проблема полягає в тому, що для якісної ЕКГ потрібно більше датчиків. Крім того, дані з цих пристроїв зазвичай просто відображаються та зберігаються локально без належної обробки для подальшого прийняття рішення.

Таким чином, розробка пристрою контролю СДЛ для системи віддаленого моніторингу, яка дозволить попередити та виявити екстрені ситуації, пов'язані з серцевими нападами, а також знизити смертність пацієнтів через невчасно надану медичну допомогу, є актуальною.

В роботі проведено розробку прототипу такого пристрою з використанням обладнання, придбаного за кошти міжнародного освітнього проекту BIOART "Інноваційна мультидисциплінарна освітня програма зі штучних імплантів для біоінженерії для бакалаврів та магістрів". На сьогоднішній день триває тестування розробленого прототипу на основі плати Arduino Mega 2560, датчику монітору серцевого ритму AD8232, пульсоксиметру MAX30102, Wi-Fi модулю ESP8266, дисплею 3.2" 320x480 TFT LCD, датчику температури DHT22.

УДК 621.395

Мороз Г.В.¹, Садовський О.С.²

¹ асист. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. РТ-919М

АНАЛІЗ ПЕРЕРОЗПОДІЛУ АБОНЕНТСЬКОГО НАВАНТАЖЕННЯ В СТІЛЬНИКОВОМУ ЗВ'ЯЗКУ

Майже кожна людина будь якого міста в Україні зустрічалася з такою проблемою як дорожні затори. Незручні автомобільні розв'язки та

відсутність об'їзних доріг погіршують таку ситуацію. Під час курорту на головній трасі Харків – Сімферополь та перед розв'язкою, яка веде до багатьох міст Запорізької області. Через це місто пролягає дорога в такі курортні міста, як Кирилівка, Генічеськ, Бердянськ, Приморськ та інші. Ця проблема актуальна не тільки в цьому місті, але й в інших містах України. Основні причини це погані погодні умови, ремонт доріг, аварії на дорозі.

Стільникова мережа розрахована на певну кількість абонентів. У місцях масового скупчення людей, показники мережі стільникового зв'язку може різко зростати порівняно зі звичайною роботою. Якщо з невеликої території величезна кількість абонентів почнуть дзвонити або виходити в мережу інтернет, то додзвонитися до них не всім вдасться. Тому виникає проблема стільникового зв'язку для абонента, а оператор втрачає свою репутацію і дохід.

Одним з способів вирішення є встановлення малих базових станцій вздовж дорожньої частини. Встановлення повноцінної БС економічно не вигідно, тому що такий потік абонентів відбувається тільки в курортний час, а в останні дні року мережа працює майже в нормальному режимі.

Для вирішення даної проблеми автори рекомендують встановити виносну антенну аґата мімо 2x2. Запропонована антенна широкопasmово секторна панельна антена, яку можна використовувати для малої базової станції з підтримкою технології МІМО. Вона працює на частоті 1700-2700 Мгц. Рекомендована для використання на кордонах зон обслуговування, при слабкому і нестійкому рівні сигналу. Для проектування антени був обраний програмний пакет ANSYS HFSS. Так як інформація розмірів антени є конфіденційною, автори встановили власні розміри та побудували модернізовану версію, яку і проаналізували. В роботі показана залежність КСХ між заводською та модернізованою антенами. Подальша робота в аналізі даної антени будуть представлені в інших публікаціях.

РОЗРОБКА ВЕБ-СЕРВІСУ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ПОКАЗНИКІВ ЗДОРОВ'Я МОБІЛЬНИХ ПАЦІЄНТІВ

Сучасні інформаційні технології суттєво змінюють принципи, за якими працює система охорони здоров'я – одна з найконсервативніших сфер не тільки в Україні, але й в більшості країн світу. Від підвищення ефективності роботи лікарів і медичних установ, до забезпечення оперативного доступу до високоякісної діагностики та лікування якомога більшої кількості людей – так сучасні технології трансформують медицину. Існуючі системи моніторингу показників здоров'я зазвичай застосовують медичні прилади та апарати, що розташовані стаціонарно в лікарнях, або в каретах швидкої допомоги. В той же час, все більш популярними стають носимі пристрої (фітнес-браслети, розумні годинники та ін.), які використовуються в основному для самостійного контролю показників здоров'я.

Параметри, що визначають стан здоров'я людини, можна представити у вигляді декількох груп:

антропометричні (зріст, вага, об'єм грудної клітки та ін.);

біохімічні (показники крові, гормонів та ін.);

фізіологічні (частота пульсу, температура та ін.);

біологічні (наявність певних хвороб).

Саме фізіологічні параметри можливо успішно контролювати за допомогою носимих пристроїв для забезпечення постійного моніторингу стану пацієнтів, які знаходяться поза лікарняною палатою, наприклад на прогулянці. Але, для централізованого збору даних з групи пристроїв необхідно розробити комплекс апаратних та програмних засобів, який дозволить слідкувати за найбільш важливими фізіологічними показниками здоров'я пацієнтів та сповіщати чергових лікарів у разі необхідності.

Важливою складовою комплексу є веб-сервіс, який забезпечує реєстрацію мобільних пацієнтів, збір даних щодо температури, пульсу та насиченості крові киснем, а також обробку цих даних з метою візуалізації та контролю. Тестова версія сервісу розроблена з використанням мови гіпертекстової розмітки HTML, каскадних таблиць стилів CSS, мови програмування JavaScript, інтегрованого середовища розробки JetBrains WebStorm.

УДК 621.391

Мороз Г.В.¹, Бурцева О.В.², Чудеснова О.Є.³

¹асист. РТТ НУ «Запорізька політехніка»

²студентка РТ-916

³студентка РТ-918м

ВИКОРИСТАННЯ CMOS-ДАТЧИКА КАМЕРИ ДЛЯ ЗВ'ЯЗКУ НА ОСНОВІ VLC

Зв'язок у видимому світлі вважається перспективною технологією бездротового зв'язку в майбутньому. VLC (Visible Light Communication) - технологія передачі даних по видимому світлу, яка є частиною оптичного бездротового зв'язку, що дозволяє застосовувати світло як канали передачі даних. Для того, щоб прийняти дані, в пристрої має бути фотодіод, який ловитиме оптичні сигнали. Для цього може бути достатньо і камери смартфона. Найочевиднішим застосуванням технології VLC є повсякденне життя. Однак існують певні недоліки, які уповільнюють процес популяризації VLC технології. Для роботи системи VLC необхідний «чітко» спрямований промінь. Відповідно, мобільні пристрої, які ми весь час переміщаємо і обертаємо, не можуть повноцінно використовувати цю технологію.

Мобільні телефони нового покоління мають вбудовані камери з додатковим металооксидним напівпровідником (CMOS Complementary-symmetry/metal-oxide semiconductor комплементарна структура метал-оксид-напівпровідник). Для боротьби з недоліками бездротових технологій зв'язку автори пропонують модель для передачі даних через світлодіод у смартфоні з використанням вбудованої камери в якості приймача.

При такій схемі прийому інформація буде захоплюватись в камері у вигляді світлих і темних смуг, які потім будуть декодуватися смартфоном, і відображати отримане повідомлення [1].

Сенсорними камерами CMOS використовується такий метод отримання зображення як механізм роллінг-шаттер. Роллінг-шаттер – це візуальний ефект, що виникає на фотографіях та під час відеозапису через особливості способу реєстрації зображення матрицями відеокamera (або фотоапарата), при якому відбувається не моментальна фіксація зображення, як в матрицях з повнокадровим перенесенням, а порядкове зчитування.

Різні ефекти можуть спостерігатися через операції з обертової заслінкою, такий як перекіс, видимий на зображеннях об'єктів, що рухаються. Ця властивість камер CMOS може фактично використовуватися в оптичному

бездротовому зв'язку для передачі даних зі світлодіода на мобільний телефон [2]. Коли частота миготіння світлодіода нижче частоти сканування роллінг-шаттера, але вище, ніж частота попереднього перегляду камери (кадрів в секунду), на зображенні з'являються смуги різної інтенсивності світла. Коли світлодіод включений, камера бачить яскраву рамку, а датчик CMOS виставляє один масив цього зображення, в якості першої білої лінії на зображенні. Потім передавач переходить у вимкнений стані, а друга лінія сканування включена, що призводить до появи першої чорної лінії на зображенні. Ця процедура триває до тих пір, поки всі лінії розгортки не будуть виставлені і зображення не буде завершено. Ширина цих смуг пропорційна швидкості передачі символів передавача і швидкості, з якою камера захоплює зображення для попереднього перегляду. Регулюючи ці значення, можна отримати масив зображень, що містять смуги різної ширини та інтенсивності.

Авторами було встановлено, що ефект роллінг-шаттера затвора можна конструктивно використовувати для досягнення швидкостей передачі даних у багато разів швидше, ніж частота кадрів, використовуючи вбудований датчик камери CMOS. Щодо стосується майбутньої роботи, то для збільшення швидкості передачі даних необхідно вивчити застосування інших кодів перетворення. Крім того, бажано надійне вилучення даних зі складного бекграунду.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Kodak Image Sensor Solutions, "Shutter operations for CCD and CMOS image sensors", Application note: MTD/PS-0259, Rev. 3, June 2011.
2. Chia-Kai Liang, Yu-Chun Peng and Homer Chen, "Rolling shutter distortion correction", SPIE Visual Communications and Image Processing, vol. 5960, pp. 59603V-1, 2005.

УДК 621.791.5

Костенко В.О.¹, Булавчик В.П.²

¹доц. НУ «Запорізька політехніка»

²студ. гр. РТ-917

ПРИСТРІЙ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ЗВАРЮВАННЯ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРУ "ATTINY-2313"

Під час зварювання кольорових металів в захисному середовищі, особливо на старому обладнанні, виникає проблема якості зварного шву на

початку процесу і в кінці. Якщо подача інертного газу і напруги здійснюються одночасно, то процес зварювання починається, а повітря ще не витиснене з робочої зони, кисень впливає на якість шву. В кінці процесу зварювання одночасно вимикати напругу і подачу інертного газу теж не можна. Напругу треба вимкнути, а на гарячий шов повинен деякий час подаватися інертний газ для запобігання окислення.

Автори пропонують пристрій контролю початку і кінця процесу зварювання, який реалізовано на базі мікроконтролеру «Attiny2313». Схема розробленого пристрою має наступний вигляд (рис. 1).

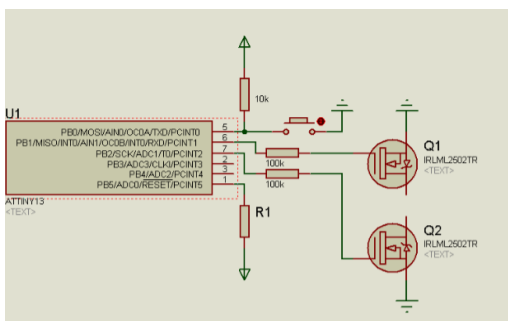


Рисунок 1 – Електрична схема блоку керування

На виході мікроконтролеру встановлено N-канальні польові транзистори «IRLML2502», їх цілком достатньо для управління реле. Для стабільної роботи необхідне джерело постійної напруги 5 вольт і обов'язково треба встановити ємкісний фільтр. Звичайно, треба використовувати лише якісні комплектуючі від перевіреного виробника. Також, за необхідності, можна використовувати джерело напруги до 20 вольт, за умови встановлення стабілізатору напруги 5 вольт для живлення мікроконтролеру.

Нижче представлена друкована плата з можливістю живлення до 20 вольт (рис. 2).

Саме такий варіант було зібрано і передано в Запорізький науково-інженерний центр з плазмових технологій інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України. Пристрій було успішно випробувано, тому поставлену ціль можна вважати досягнутою.

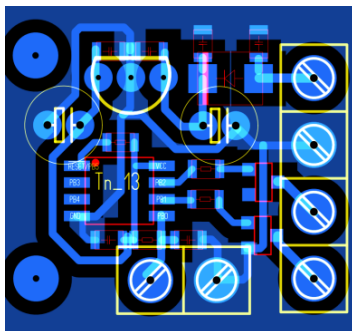


Рисунок 2 – Друкована плата блоку керування

УДК 621.383

Сметанін І.М.¹, Мартинов В.В.²

¹старш. викл. НУ "Запорізька політехніка"

²студ. гр. РТ-219м

ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ВИГОТОВЛЕННЯ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ З МАКСИМАЛЬНИМ КОЕФІЦІЄНТОМ КОРИСНОЇ ДІЇ (К.К.Д.)

Перед зв'язківцями і створювачами роботів одним із стримуючих чинників компактних пристроїв є низький к.к.д. сонячних елементів. Занадто великих розмірів виявляються джерела живлення. Так в мережі моніторингу стану лісових масивів кожний передавач споживає не менш 5 Вт, а це потребує площі сонячної панелі приблизно 1 м². Аналогічна ситуація з роботами, які повинні працювати в агресивному середовищі.

К.к.д. сонячних батарей, які використовуються у сучасних електростанціях, не перевищує 25% від енергії світлового потоку, котрий падає під прямим кутом до площини батареї [1]. Тому роблять механічні системи повороту батарей в бік сонця, або поверхню батареї роблять параболічної форми, або просто збільшують площу поверхні батареї.

Одним з перспективних напрямків, в якому працюють вчені в плані збільшення к.к.д. сонячних батарей, – це розробка багат шарових модулів. Конструкція таких батарей складається з шарів різних матеріалів. Один шар поглинає енергію зеленого кольору, другий – синього, третій – червоного. В теорії різні комбінації цих шарів можуть дати к.к.д. 87%. Але це, на жаль, лише теорія. Як показує практика, виготовлення подібних конструкцій у

виробничих масштабах дуже трудомістке і вартість таких модулів поки неприйнятна.

Другим шляхом пішла компанія Sharp і представила громадськості сонячний елемент з к.к.д. 43,5%. Цієї цифри вони домоглися за допомогою установки лінзи для фокусування енергії безпосередньо в елементі. Німецькі фізики представили свій фотоелемент площею всього в 5,2 мм². Цей зразок складався з 4-х напівпровідникових шарів, мав увігнуте дзеркало у фокусі. К.к.д. цього зразка склав 44,7% [2].

Третій шлях у напрямку збільшення к.к.д. сонячних елементів визначили вчені з Стенфорду. Вони розробили новий жароміцний композит, здатний поглинати лише інфрачервоне світло, а всі інші хвилі випромінювання перетворювати в інфрачервоний діапазон. Теоретично к.к.д. повинно досягати 80%, але на практиці він ближче до 50% [3].

Четвертий шлях у пошуках способів збільшення к.к.д. сонячних елементів визначили англійські вчені. Вони запропонували на гладкій поверхні тонко плівкових панелей розмістити наношипи з алюмінію. Сонячне світло цими шипами не поглинається, а, навпаки, розсіюється, змінюючи кути падіння частини променів світла на напівпровідникові структури. Ця технологія дозволяє збільшити ефективність елементів на 22%.

Сьогодні з сонячних батарей роблять сонячні панелі, доповнюють конструкції акумуляторами та інверторами, тобто формують ФЕС – фотоелектричні системи. Такі системи можуть забезпечити житло електричною енергією і навіть віддавати частину енергії у зовнішню електромережу. Західні виробники ФЕС: Buderus, Wolf, Rehau, Vaillant, Viessmann, Chromagen, Ferroli, Rucelf, Solver. Українські виробники ФЕС: «Аванте», «Атмосфера», «Інтелкон України», «СІНТЕК», «Техно-АС», «Solar Planet Alternative Technologies». Потужність ФЕС останньої фірми складає від 50 Вт до 285 Вт, віддача 1 м² панелі дорівнює 1,1 кВт*ч. Вартість продукції як західних, так і вітчизняних виробників майже не відрізняється.

К.к.д. сонячних елементів китайських виробників, які поставляються до України, складає 11%, але їх ціна значно нижче.

Висновок. При необхідності зменшення площі поверхні сонячної панелі розробникам необхідно зв'язуватися з будь-якою західно-європейською фірмою з наведеного вище переліку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. <https://eds-ltd.com.ua/solnechnyie-paneli-dlya-doma/>
2. <https://akbinfo.ru/alternativa/kpd-solnechnyh-batarej.html#comments>

3. Петровская, Т.А. Увеличение КПД солнечных батарей / Т.А. Петровская, Д.С. Иванова, А.А. Богдан // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 15-й Международной научно-технической конференции. - Минск: БНТУ, 2017. - Т. 1. - С. 116-117.

УДК 621.391.266

Чорнобородов М. П.¹, Новітченко В. С.²

¹доц. НУ«Запорізька політехніка»

² студ. гр. РТ-216

ПІДВИЩЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ РАДІОКАНАЛУ СТАНДАРТУ IEEE-802.11-97

Пересічні користувачі бездротових мереж стандарту Wi-Fi відзначають стрімке погіршення пропускної здатності, внаслідок, перш за все, величезної кількості маршрутизаторів, встановлених мешканцями багатоквартирних будинків. Для підвищення завадостійкості, стандартом IEEE 802.11 передбачено пряме розширення спектру (DSSS) вузькосмугового інформаційного повідомлення за допомоги 11-позиційного коду Баркера. Через наявність лише однієї комбінації коду, на одній території можуть одночасно використовуватися лише три частотні канали: 1, 6 й 11 (з 14 можливих). Розробка 14 різних 11-позиційних кодів Баркера дозволить одночасно й безперешкодно використовувати усі 14 каналів.

Максимальне відношення сигнал/шум за оптимальної фільтрації забезпечують радіосигнали, фазоманіпульовані (ФКМ) за кодом Баркера. Ці послідовності забезпечують мінімальний рівень бічних пелюсток (РБП) стиснутого сигналу на виході узгодженого фільтра (РБП=1/N, де N - довжина кодової послідовності). Вхідним пристроєм узгодженого фільтра для ФКМ-сигналів є багатовідвідна лінія затримки, число відводів якої дорівнює числу її комірок N. Фільтрація вхідного сигналу здійснюється шляхом домножування амплітуди кожного елемента ковзкого вікна x_i на коефіцієнти $k_i = \pm 1$ [1, с. 416] і наступним додаванням усіх значень у суматорі Σ .

Шляхом оптимізації значень вагових коефіцієнтів k_i , було розв'язано задачу синтезу кодових послідовностей для дворівневої фазової маніпуляції радіоімпульсів. Синтез нових послідовностей і структури узгодженого фільтра виконано шляхом розв'язання системи лінійних нерівностей (1)

$$\left\{ \begin{array}{l} \left| \sum_{j=1}^i a_j \cdot x_{N-i+j} \right| \leq c_i, \quad i=1, \dots, N-1 \\ \sum_{j=1}^N a_j \cdot x_j \geq N, \quad i=N \\ \left| \sum_{j=i-N+1}^N a_j \cdot x_{N-i+j} \right| \leq c_i, \quad i=N+1, \dots, 2 \cdot N-1 \end{array} \right. \quad (1)$$

де a_i мають сенс шуканих значень кодової послідовності довжини N ; x_i має сенс шуканих вагових коефіцієнтів; c_i має сенс рівня бічних пелюсток.

Оскільки рівень бічних пелюсток c_i не мусить перевищувати ± 1 , то розв'язання системи (1) може бути виконано безпосередньо тим чи іншим методом нелінійної багатовимірної оптимізації. Цей шлях забезпечує синтез оптимальної кодової послідовності a_1, \dots, a_N й відповідного набору вагових коефіцієнтів k_1, \dots, k_N для бажаної довжини N з метою отримання РБП $\leq 1/N.3$ метою оцінювання придатності синтезованих кодових послідовностей у каналі стандарту IEEE 802.11, було розраховано імовірності вірного виявлення корисного сигналу на тлі шумів за імовірності хибних тривог 10^{-3} .

На рис. 1 суцільною лінією наведено характеристику виявлення для 11-позиційного кода Баркера. Лівіше від неї проходять характеристики нових кодових послідовностей з дещо ліпшими імовірностями вірного виявлення, правіше - з дещо меншими імовірностями.

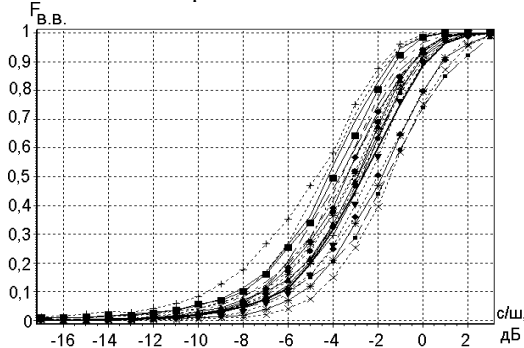


Рисунок 1 – Характеристики виявлення корисного сигналу на тлі шумів за імовірності рівня хибних тривог 10^{-3} запропонованих кодових послідовностей

Для відібраних послідовностей розраховують величину втрат

$$L = (\sqrt{N}) / [(\sum |k_i|) / \sqrt{(\sum k_i^2)}], \quad (2)$$

яка показує, на скільки треба збільшити відношення сигнал/шум на вході приймача за використання тієї чи іншої нової кодової послідовності,

щоб досягнути тієї ж імовірності вірного виявлення, яку забезпечує 11-позиційний код Баркера. Знаючи величину втрат L , можна відібрати ті кодові послідовності, які, хоча б, і знизили відношення сигнал/шум на вході приймача в межах допустимого рівня, але гарантували б WiFi-з'єднання.

Така методика формування ансамблю сигналів дозволила відшукати 17 нових кодових послідовностей і запропонувати два способи підвищення пропускної здатності радіоканалу стандарту IEEE-802.11:

1. Кожна крапка доступу працює на будь-якому вільному з 14 каналів, використовуючи одну з іще не використаних кодових послідовностей (з 17 можливих), за наявним алгоритмом конкурентного доступу RTS/CTS.

2. Крапка доступу, працюючи на одному з трьох каналів, що не перетинаються (1, 6, 11), призначає кожному новому клієнтові Wi-Fi-мережі одну з іще не використаних кодових послідовностей. Тоді доступ є одночасним і необхідність в алгоритмі RTS/CTS відпадає.

СЕКЦІЯ «МІКРО-ТА НАНОЕЛЕКТРОНІКА»

УДК 669.15:537.621.4:620.193.4

Сніжної Г.В.¹, Сніжної В.Л.²

¹ проф. НУ «Запорізька політехніка»

² доцент ЗНУ

НЕОДНОЗНАЧНИЙ ВПЛИВ ВМІСТУ ВУГЛЕЦЮ НА КОРОЗІЙНУ СТІЙКІСТЬ СТАЛІ AISI 321

Підвищення корозійної стійкості хромонікелевих сталей аустенітного класу, які широко використовуються в промисловості, потребує нових підходів до виявлення і встановлення причин неоднозначного впливу вуглецю на корозійну поведінку сталей [1]. Запропоновано за допомогою параметрів: питомої парамагнітної сприйнятливості χ_0 аустеніту і низької кількості P_δ δ -фериту (0...0,5 %об'єм.), які враховують сумарну попередню дію багатьох факторів (хімічний склад, структурний стан, деформацію, режими термообробки та ін.), ідентифікувати і прогнозувати змінний характер швидкості пітингової корозії сталі AISI 321. Використання χ_0 аустеніту цілком виправдано, оскільки корозійні властивості хромонікелевих сталей аустенітного класу залежать від сформованої структури сталі, яка складається з 97...100 % аустеніту. Вказаний низький вміст δ -фериту, через малу поверхню дотику, не може істотно впливати на корозійну поведінку досліджуваної сталі. Кількість δ -фериту перебуває в термодинамічній рівновазі з парамагнітним станом аустеніту, найменше порушення якого спричиняє зміну кількості δ -фериту в аустенітній матриці.

Для дослідження зв'язку швидкості корозії K і кількістю вуглецю за допомогою χ_0 і P_δ обрано п'ять промислових плавок хромонікелевої сталі AISI321 з хімічним складом (%мас.): пл.1 – 0,035 C; 1,66 Mn; 0,54 Si; 0,001 S; 0,026 P; 17,10 Cr; 9,10 Ni; 0,32 Ti; 0,012 N; пл.2 – 0,060 C; 1,59 Mn; 0,66 Si; 0,002 S; 0,027 P; 16,43 Cr; 9,14 Ni; 0,34 Ti; 0,011 N; пл.3 – 0,064 C; 1,22 Mn; 0,52 Si; 0,001 S; 0,026 P; 17,43 Cr; 9,70 Ni; 0,41 Ti; 0,012 N; пл.4 – 0,030 C; 1,62 Mn; 0,41 Si; 0,002 S; 0,028 P; 17,41 Cr; 9,24 Ni; 0,31 Ti; 0,013 N; пл.5 – 0,040 C; 1,70 Mn; 0,49 Si; 0,001 S; 0,026 P; 17,70 Cr; 9,10 Ni; 0,35 Ti; 0,013 N. Вміст хімічних елементів відповідає стандарту. Аналіз експериментальних залежностей швидкості пітингової корозії K [2] від вмісту нікелю і хрому не дозволяє виявити однозначну залежність між зазначеними величинами.

Аналіз залежностей швидкості корозії від вмісту вуглецю (рис. 1 а) свідчить, що існує критичний вміст вуглецю (критична точка $C_{кр.}=0,05$ %мас.,

пл.5) при якій швидкість K корозії найбільша. При збільшенні вмісту C до $C_{кр.}$ (пл. 4, 1, 5) відбувається збільшення величини K , а при подальшому збільшенні C (пл. 5, 2, 3) швидкість K зменшується (корозійна стійкість збільшується). Для залежності χ_0 і P_δ від C (рис. 1 б, в) маємо протилежний характер, тобто при наближенні (збільшення C для пл. 4, 1, 5) до точки $C_{кр.}$ маємо зменшення величин χ_0 і P_δ , а при подальшому збільшенні C понад $C_{кр.}$ (пл. 5, 2, 3) відбувається збільшення χ_0 і P_δ , що відповідає встановленій залежності K від χ_0 і P_δ [3].

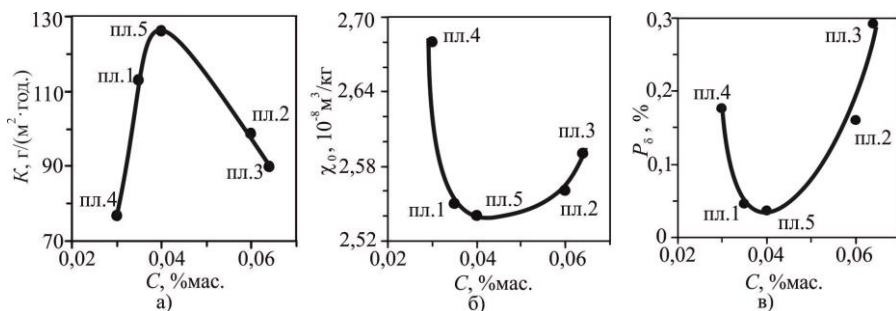


Рисунок 1 – Кореляційний зв'язок швидкості корозії K у хлоридвмісному розчині (а), питомої парамагнітної сприйнятливості χ_0 аустеніту (б), вмісту P_δ δ -фериту (в) від кількості вуглецю сталі AISI 321 (п'ять плавів).

На прикладі сталі AISI 321 (п'ять плавів) показано, що швидкість корозії K не є однозначною функцією від вміст вуглецю та виявлено критичний вміст вуглецю $C_{кр.}$, який відповідає найбільшій швидкості корозії. Наведена можливість використання магнітометричних методів для прогнозування корозійної тривкості аустенітних хромонікелевих сталей. Хімічний склад та різноманітні зовнішні фактори змінюють не тільки атомно-кристалічну структуру, а також і атомно-магнітний стан аустеніту, що в свою чергу позначається на величині питомої парамагнітної сприйнятливості аустеніту і кількості феромагнітної фази.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Беліков, С. Б. Пітінгова корозія теплообмінників в оборотних водах та її прогнозування: монографія / С. Б. Беліков, О. Е. Нарівський, М. С. Хома – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 216 с.

2. Нарівський О. Е. Корозійно-електрохімічна поведінка конструкторських матеріалів для пластинчатих теплообмінників у модельних оборотних водах: дис. ... кандидата техн. наук: 05.17.14. Львів, 2009. 200 с.

3. Snizhnoi, G. V. Dependence of the corrosion behavior of austenitic chromium-nickel steels on the paramagnetic state of austenite / G. V. Snizhnoi // Materials science. – 2013. – Vol. 49. – No. 3. – P. 341–346.

УДК 538.9

Коротун А.В.¹, Рева В.І.¹, Смирнова Н.А.², Курбацький В.П.¹, Погосов В.В.³

¹ доц. НУ «Запорізька політехніка»

² ст. викл. НУ «Запорізька політехніка»

³ проф. НУ «Запорізька політехніка»

ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ НАНОСТРУКТУР НА ЇХ ТЕРМОДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Широкий спектр новітніх технологій надає безпрецедентні можливості при виготовленні різноманітних структур нанометрових розмірів. Властивості подібних систем залежать від форми і розмірів. Для їх синтезу потрібні знання термодинамічних властивостей, зокрема, температури плавлення, питомої теплоємності, теплопровідності, тощо. Крім того, фундаментальне розуміння особливостей термодинамічних властивостей наноструктур особливо важливе для високотемпературних застосувань, включаючи високотемпературний каталіз [1]. Тому метою даної роботи є дослідження впливу геометричної форми низькорозмірних систем на розмірні залежності температури плавлення і питомої теплоємності.

В рамках моделі, що враховує розмірну залежність відношення кількості атомів на поверхні до їх кількості в об'ємі, вираз для температури плавлення наноструктур може бути записаний у вигляді [2]:

$$\frac{T_m}{T_m^{\text{bulk}}} = 1 - \frac{3}{4} \kappa, \quad (1)$$

де T_m^{bulk} – температура плавлення об'ємного матеріалу; κ – відношення кількості атомів на поверхні до їх кількості в об'ємі, що визначається як

$$\kappa = \frac{4r_0}{D}(3-d). \quad (2)$$

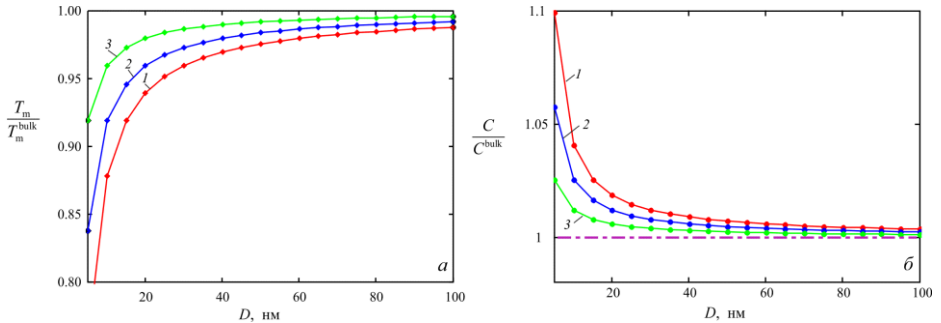
Тут d – розмірність системи; r_0 – радіус атому; D – характерний розмір системи (діаметр для наночастинки або нанодроту і товщина для наноплівки).

Вираз для питомої теплоємності наноструктури має вигляд

$$\frac{C}{C^{\text{bulk}}} = \left(1 - \frac{3}{4}\kappa\right) \left[1 - \frac{3}{4}\kappa \frac{T_m^{\text{bulk}}}{T_m^{\text{bulk}} - T_0}\right]^{-1}, \quad (3)$$

де C^{bulk} – теплоємність 3D-матеріалу; T_0 – температура оточуючого середовища.

Співвідношення (1) – (3) надалі використовуються для аналізу розмірних залежностей температури плавлення і питомої теплоємності наносистем срібла різної геометрії (рис. 1).



a – температура плавлення; b – питома теплоємність.

1 – наночастинка; 2 – нанодріт; 3 – наноплівка.

Рисунок 1 – Розмірні залежності.

Як видно з рис. 1, найбільш істотно температура плавлення і питома теплоємність відрізняються від об'ємних значень у випадку наночастинок. Це пов'язане з тим, що зі зменшенням розмірності системи збільшується кривизна поверхні, а, отже, збільшується кількість поверхневих обірваних зв'язків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. **Liu, X.** Surface activation of transition metal nanoparticles for heterogeneous catalysis: what we can learn from molecular dynamics [Text] / X. Liu, X. Wen, R. Hoffmann // ACS Catalysis. – 2018. – V. 8. – P. 3365–3375.
2. **Xie, D.** Thermal stability of indium nanocrystals: A theoretical study [Text] / D. Xie, M.P. Wang, W.H. Qi, L.F. Cao // Mater. Chem. Phys. – 2006. – V. 96. –P. 418–421.

УДК 620.92

Коротун А.В.1, Курбацький В.П.1, Михайлов Д.В.2

¹ доц. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. РТ-419м НУ «Запорізька політехніка»

ВПЛИВ ОКСИДНОГО ШАРУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОГЛИНАННЯ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ

Одним із шляхів підвищення ефективності перетворювачів сонячної енергії є використання металевих наночастинок [1], у яких можливе виникнення локалізованих поверхневих плазмонів. При цьому збуджені у наночастинках локалізовані плазмонні резонанси посередництвом ближнього поля взаємодіють із напівпровідником, збільшуючи ефективний переріз розсіяння. Це, в свою чергу, сприяє максимальному вловлюванню сонячної енергії та її наступному перетворенню у теплову. Дія інтенсивного оптичного випромінювання і нагрівання наночастинок може сприяти окисленню поверхневого шару металевої наночастинок й утворенню двошарових метал-оксидних наночастинок типу «ядро – оболонка». Тому дослідження таких двошарових наночастинок та їх оптичних властивостей представляє інтерес з метою їх подальшого використання у прикладних системах теплової енергетики.

Для кількісної характеристики ефективності використання наночастинок різної морфології при розсіюванні електромагнітної енергії використовують їх альbedo, що визначається як [2]

$$\eta_{\text{rad}} = \frac{C_{\text{sca}}}{C_{\text{sca}} + C_{\text{abs}}}, \quad (1)$$

де C_{sca} та C_{abs} – перерізи розсіювання та поглинання, відповідно, значення яких залежать від поляризованості частинки

$$C_{\text{abs}} = \frac{4\pi\omega}{c} \sqrt{\epsilon_m} \text{Im} \alpha, \quad C_{\text{sca}} = \frac{\omega^4 \epsilon_m^2}{6\pi c^4} |\alpha|^2 \quad (2)$$

Поляризованість α металевої наночастинки радіусом r , вкритої шаром оксиду товщиною t , розташованої в діелектрику з проникністю ϵ_m , у дипольному наближенні визначається співвідношенням [3]:

$$\alpha = R^3 \frac{(\epsilon_{\text{ox}} - \epsilon_m)(2\epsilon_{\text{ox}} + \epsilon(\omega, r)) - (2\epsilon_{\text{ox}} + \epsilon_m)(\epsilon_{\text{ox}} - \epsilon(\omega, r))Q^3}{(\epsilon_{\text{ox}} + 2\epsilon_m)(2\epsilon_{\text{ox}} + \epsilon(\omega, r)) - 2(\epsilon_{\text{ox}} - \epsilon_m)(\epsilon_{\text{ox}} - \epsilon(\omega, r))Q^3}, \quad (3)$$

де $Q = 1 - t/R$ ($R = r + t$); ϵ_{ox} – діелектрична проникність оксиду; $\epsilon(\omega, r)$ – комплексно-значна діелектрична функція металевої частини, дійсна й уявна частини якої мають вигляд:

$$\epsilon_1(\omega, r) = \epsilon^\infty - \frac{\omega_p^2 \tau_{\text{eff}}^2(r)}{1 + \omega^2 \tau_{\text{eff}}^2(r)}, \quad \epsilon_2(\omega, r) = \frac{\omega_p^2 \tau_{\text{eff}}^2(r)}{\omega(1 + \omega^2 \tau_{\text{eff}}^2(r))}. \quad (4)$$

Тут ϵ^∞ – компонента, яка описує внесок іонного остова; ω_p – плазмова частота; $\tau_{\text{eff}}(r)$ – ефективний час релаксації.

Вибір нових оптичних властивостей і оптимальних параметрів гомогенних монометалевих та двошарових метал-оксидних наночастинок для ефективного поглинання сонячної радіації і для термічних застосувань ґрунтується на дослідженні матеріалів, морфології наночастинок та порівняльному аналізі їх оптичних властивостей. Аналіз результатів вказує, що наявність шару оксиду призводить до зниження ефективності поглинання сонячної радіації у видимій області оптичного спектра.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. **Crisostomo, F.** A hybrid PV/T collector using spectrally selective absorbing nanofluids [Text] / F. Crisostomo, N. Hjerrild, S. Mesgari, Q. Li, R.A. Taylor // Appl. Energy. – 2017. – V. 193. – P. 1–14.
2. **Tanabe, K.** Optical radiation efficiencies of metal nanoparticles for optoelectronic applications [Text] / K. Tanabe // Mater. Let. – 2007. – V. 61. – P. 4573–4575.
3. **Коротун, А.В.** Оптические свойства сферических металлических наночастиц, покрытых слоем оксида [Текст] / А.В. Коротун, А.А. Коваль // Опт/и спектр. – 2019. – Т. 127. – №12. – С. 1032–1038.

УДК 538.9

Погосов В.В.¹, Сніжної Г.В.¹, Ситник К.В.²

¹ проф. НУ «Запорізька політехніка»

² магістрка гр.РТЗ-419М, НУ «Запорізька політехніка»

ПРО РОЗМІРНУ ЗАЛЕЖНІСТЬ ПОВЕРХНЕВОЇ ЕНЕРГІЇ НАНОКЛАСТЕРА

Сучасні результати по плавлення малих металевих кластерів [1,2] підтверджують аналітичні результати Павлова [3], про те що температура плавлення зменшується зі зменшенням розмірів кластера, а також той факт що при діаметрах $D = 2R > 2$ нм розмірна залежність температура плавлення стає непомітною.

Майже півтора століття тому Гіббс передбачив зменшення енергії поверхні $\sigma(R)$ крапельки зі зменшенням R . Внаслідок того, що провести прямі вимірювання залежності $\sigma(R)$ до сих пір не представляється можливим, багато уваги в літературі приділено обчисленню цієї величини.

Одним з основних результатів є формула Толмена для рідкої крапельки, яка узгоджується з термодинамічними висновками Гіббса:

$$\sigma(R) = \sigma(\infty) \frac{1}{1 + \xi}, \quad \xi = \frac{2\delta}{R}, \quad (1)$$

де $\sigma(\infty)$ поверхнева енергія плоскої поверхні ($R \rightarrow \infty$), а характеристична «довжина Толмена» $\delta \approx 1$ ангстрем і залежить від роду матеріалу.

Зі зменшенням R безрозмірна величина ξ зростає, а σ зменшується. При виведенні формули передбачалася точечність атомів крапельки і ідеальна сферичність поверхні кластера. В цьому випадку представлення повної енергії кластера у вигляді розкладання за ступенями R^{-1}

$$E = \varepsilon(\infty) \frac{4}{3} \pi R^3 + \sigma(R) 4\pi R^2 \quad (2)$$

є правильним. Величина $\varepsilon(\infty)$ у формулі (2) це енергія на 1 атом в 3D-матеріалі.

Насправді кластер можливо приблизно уявити у вигляді сфери (рис. 1) тільки для кількості атомів $N = 13, 55, 147, 309, \dots$, яким відповідають номери

$m = 1, 2, 3, 4 \dots$ координаційних сфер атомів. Тільки у цих випадках кластер є опуклим багатогранником з щільноупакованих куль-атомів.

Знову ж правильним виходом з ситуації, що склалася є представлення повної енергії кластера у вигляді розкладання за ступенями $N^{-1/3} \propto R^{-1}$:

$$E = A_1 N + A_2 N^{-2/3} + A_3 N^{-1/3}. \quad (3)$$

Тоді, порівнюючи (2) і (3) маємо не рівності, а наступні пропорційності: $A_1 \propto \varepsilon(\infty)$, $A_2 \propto \sigma(\infty)$, $A_3 \propto \delta\sigma(\infty)$. Величина E може бути обчислена цілком в будь-якій моделі, а потім представлена у вигляді (3).

У крапельної моделі (Liquid Drop Model), яка добре зарекомендувала себе в ядерній фізиці і фізиці кластерів, має місце нерівність $A_3 > 0$, яка суперечить формулі (1). Це протиріччя знімається перенормировкою площі поверхні, в яку «вписаний» кластер або урахуванням радіусу електронної хмари $R' = R + \Delta > R$. Величина R' фактично визначає електричну ємність кластера і була обчислена в [4] методом функціонала густини з урахуванням квантування спектра електронів для металевих кластерів з $N < 250$.

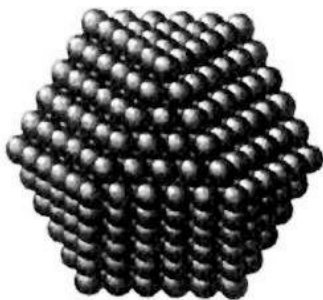


Рисунок 1 – Зображення нанокластера зі щільною упаковкою атомів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Vollath, D. Surface energy of nanoparticles - influence of particle size and structure / D. Vollath, F. Fischer, D. Holec // Beilstein J. Nanotechnol. – 2018. – Vol. 9. – P. 2265–2276.
2. Holec, D. Surface energy of Au nanoparticles depending on their size and shape / D. Holec, P. Dumitraschkewitz, D. Vollath, F. Fischer // Nanomaterials. – 2020. – Vol. 10. – No. 3(484). – P. 1–15.

3. Pawlow, P.Z. Über die abhangingkeit des schmelzpunktes von der oberflächenenergie eines festen korpers / P.Z. Pawlow // Phys. Chem. – 1909. – Vol. 65U. – P. 1–35.

4. Pogosov, V. Energetics of charged metal clusters containing vacancies / V. Pogosov, V. Reva // Journal of chemical physics. – 2018. – Vol. 148. – No. 4. – P. 1–20.

УДК 004.942

Кузьміна М.О.¹, Василенко О.В.²

¹магістр РТз-319, НУ «Запорізька політехніка»

²канд. техн. наук, НУ «Запорізька політехніка»

СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ БАГАТОРІВНЕВОГО ІНВЕРТОРА

Багаторівневі автономні інвертори напруги (БАІН) широко використовуються для перетворення та підвищення якості вихідної енергії в системах автономного електроживлення (ветро-, дизель- генераторних, в електротранспорті тощо) [1]. Перетворення постійної напруги на змінну виконується квантуванням напруги по рівню, при чому досягається зниження всіх видів втрат в інверторі за рахунок зменшення динамічних втрат силових ключових елементів (транзисторів, тиристорів), при одночасному покращенні спектру вихідної напруги. Електрична схема трьохрівневого інвертора на транзисторах IGBT наведена на рис.1,а, результати моделювання – на рис.1, б.

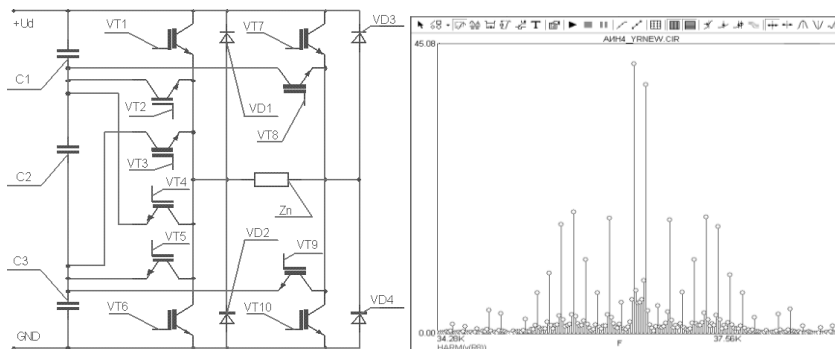


Рисунок 1 – Електрична схема трьохрівневого інвертора

Аналіз показав, що із збільшенням кількості рівнів в інверторі, покращуються практично всі показники, зокрема, коефіцієнт гармонік та к.к.д, при чому, частотний діапазон БАІН визначається властивостями використаних приладів, а не структурою. Визначено оптимальну кількість рівнів ($3 \div 4$). Подальше ускладнення БАІН призводить до значного зростання вартості та малогабаритних показників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Руденко В.С., Гончаров Ю.П., Будьонний О.В., Морозов В.Г. Перетворювальна техніка: Підручник Ч2. – Харків: Фоліо, 2000. – 360 с.

СЕКЦІЯ «МЕТРОЛОГІЯ»

УДК 681.51

Сніжної Г.В.¹, Василенко О.В.²

¹ проф. НУ «Запорізька політехніка»

² доцент НУ «Запорізька політехніка»

МОДЕЛЬ СИСТЕМИ РЕГУЛЯЦІЇ ТЕМПЕРАТУРИ ДЛЯ ТЕРМОАКТИВАЦІЙНОЇ СПЕКТРОСКОПІЇ

Найбільш універсальними методами спектроскопії є термостимуляція провідності, люмінесценції і поляризаційних процесів. Важливим критерієм є висока вірогідність результатів, яка досягається вдосконаленням апаратної частини і автоматизацією процедури управління експериментом шляхом побудови інформаційно-вимірювальної системи [1]. Для побудови моделі контуру регулювання температури нагрівального елемента для термостимуляції використовуємо можливості ECADE програми MicroCap v.12. Модель перетворення вимірюного значення температури в сигнал ШІМ-контролера (контур зворотного зв'язку), який формує значення струму в нагрівальному елементі, наведена на рис. 1.

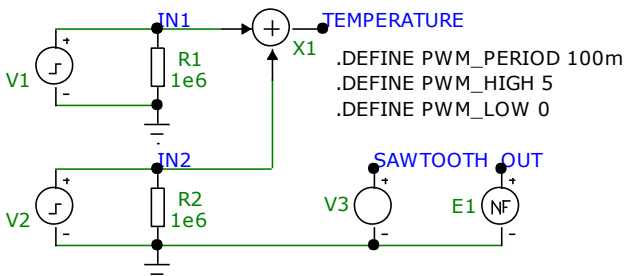


Рисунок 1 – Модель контуру зворотного зв'язку.

Модель побудовано на базі програмованих поведінкових елементів. Сума сигналів, згенерованих джерелами напруги V1 та V2 емулюють траєкторію зміни температури. Пропорційний від поточного значення температури сигнал перетворюється на напругу та порівнюється із значенням пилоподібного сигналу SAWTOOTH в елементі E1, який і продукує вихідну напругу ШІМ згідно логічної функції умовного переходу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сніжної, Г. В. Автоматизована установка для дослідження релаксаційних процесів і вольт-амперних характеристик у діелектриках і напівпровідниках / Г. В. Сніжної, А. В. Кондратьєв // Радіоелектроніка. Інформатика. Управління. – 1999. – № 2. – С. 44–45.

УДК 621.01:629.7..01

Томашевський О.В.¹, Сніжної Г.В.²

¹ доцент НУ «Запорізька політехніка»

² проф. НУ «Запорізька політехніка»

МОДЕЛЮВАННЯ КОЕФІЦІЄНТА ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Одним з найбільш ефективних способів вирішення завдання визначення ефективності експлуатації засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) є розробка їх математичної моделі експлуатації. З цією метою запроваджено показник ефективності K_{ef} , а також досліджено зв'язок K_{ef} з параметрами системи метрологічного обслуговування (МО) ЗВТ [1].

$$K_{ef} = K_T(T) \cdot P(T), \quad (1)$$

де K_T – коефіцієнтом готовності ЗВТ;

T – міжповірочний інтервал;

$P(T)$ – значення ймовірності безвідмовної роботи ЗВТ.

Згідно [1], показник готовності K_T , і відповідно, ефективності K_{ef} залежить від значень міжповірочного інтервалу T та часу знаходження ЗВТ на метрологічному обслуговуванні t_n . На значення t_n впливає стан ЗВТ та ряд виробничих факторів. Показник ефективності K_{ef} є випадковою величиною з певною функцією розподілу $W(K_{ef})$.

Для визначення функції розподілу $W(K_{ef})$ і відповідних статистичних характеристик використано метод комп'ютерного моделювання. Для одержання випадкових чисел з нормальним законом розподілу використовуємо метод Бокса-Мюллера. Ймовірність безвідмовної роботи $P(T)$ визначається не тільки T , а і інтенсивністю відмов λ конкретного ЗВТ, що зворотно пропорційно часу напрацювання цього ЗВТ. Для моделювання використано наступні значення параметрів метрологічного обслуговування: $T = 25\,920$ год., інтенсивність відмов $1/\lambda = 200\,000$ год., математичне очікування $\mu = 75$ і середньоквадратичне відхилення $\sigma = 20$ часу знаходження

ЗВТ на метрологічному обслуговуванні. Після моделювання зроблена статистична обробка одержаних результатів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Томашевський, О. В. Дослідження впливу на надійність засобів вимірювальної техніки параметрів системи метрологічного обслуговування / О. В. Томашевський, В. У. Ігнаткін, Г. В. Сніжної // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – 2018. – № 8 (152). – С. 118–121.

УДК 004.93

Alexey Kolodka¹, Gennadii Snizhnoi², Valentin Pogosov²

¹ consultant “Easy Online Solutions” LTD

² professor NU “Zaporizhzhia Polytechnic”

INNOVATION CLUSTERS FOR PROCESSING AND STORING DATA

Clusters can have different hardware and virtualized solutions with various operating systems and custom software configurations solving a wide range of tasks [1]. The level of cluster performance is highly dependent on the software used for its build. The proposed structure of a highly loaded cluster is using only free software and widely distributed hardware components.

The cluster structure includes networking and balancing systems, a compute module, a database, and data storage subsystems. The networking systems (LAN, VRRP) provide connection of all components within the cluster and its connection with the world via the Internet. The balancing system is represented by two nodes based on Keepalived software connected to each other in Linux Virtual Server (LVS) at the 4th level of the OSI network model to provide a high level of performance and the VRRP monitoring protocol to ensure fault tolerance in case of failure of one of the balancing nodes. The computing system is represented by nodes with Nginx software to provide the ability of information transfer at level 7 of the OSI network model to compute blocks. The database subsystem is represented by multiple nodes configured with the MySQL Galera Cluster software solution. The data storage system is represented by multiple nodes configured as a software object storage network with a CEPH software solution. While the testing were used: Arista 7050T-64 switch, 64 ports with a speed of 10 Gbit/s; 2 balancing nodes with configuration: Dual Intel (R) Xeon® CPU E5-2620 v2, 12 cores, 24 threads; 32G RAM; CentOS Version 7 x86_64; 10 compute nodes with

configuration: Dual Intel (R) Xeon® CPU E5-2690 v2, 20 cores, 40 threads; 64G RAM

; CentOS Version 7 x86_64.

The test results indicate a high level of performance and redundancy of the deployed cluster. Due to the usage of the same configuration of nodes in each of the systems, cluster configuration, internal parameters and tasks can be variously changed and easily automated.

REFERENCES

1. Shakhovska, N. Big data processing technologies in distributed information / N. Shakhovska, N. Boyko, Y. Zasoba, E. Benova // Procedia Computer Science. – 2019. – No. 160. – P. 561–566.

УДК 621.01:629.7.01

Степаненко С.М.¹, Середа Т.М.²

¹канд. техн. наук, доцент НУ «Запорізька політехніка»

²студентка гр. РТз-419м НУ «Запорізька політехніка»

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ АВІАЦІЙНИХ ДВИГУНІВ

Система управління якістю (СУЯ), яка побудована на принципах процесного підходу, вважається сьогодні найбільш ефективною моделлю для більшості підприємств різних галузей промисловості. Відповідно до стандарту ДСТУ ISO 9001:2015, процесний підхід включає в себе систематичне визначення і управління процесами і їх взаємодією таким чином, щоб досягати намічених результатів відповідно до політики в області якості і стратегічних напрямків підприємства. Управління процесами і системою як єдиним цілим повинно здійснюватися спільно з особливою увагою до ризик-орієнтованого мислення, для оптимального використання можливостей і запобігання отриманню небажаних результатів.

СУЯ, безпосередньо пов'язана з процесом проектування авіаційних двигунів, для проведення постійного моніторингу включає в себе такі підпроцеси, як «планування», «проектування», «управління конфігурацією», «аналіз ризиків» та інші. Для кожного з цих процесів визначаються характерні показники діяльності та встановлюються критерії для оцінки їх результативності.

Кількісними показниками процесу проектування можуть бути: «Виконання пунктів тематичних планів проектування авіаційних двигунів з

терміном виконання в звітному місяці», «Кількість конструкторських документів, розроблених за контрольний час (тиждень, місяць)», «Виконання поставлених на контроль пунктів тематичних планів, терміни виконання яких переносилися», «Коефіцієнт якості випущеної конструкторської документації», тощо.

В якості прикладу оцінки результативності розглянемо «Кількість конструкторських документів, розроблених за контрольний час». Аналіз результативності за цим показником проведемо на основі представлення процесу у вигляді направленого графа. Група вихідних вершин графа буде складатися з конструкторських підрозділів, що беруть участь у проектуванні, а групу кінцевих вершин будуть складати проекти, по яких ведеться проектування. Ребрами графа виступають кількості розробленої документації кожним підрозділом по кожному проекту.

Розглядаючи різні способи формалізованого представлення моделі графа, можна відзначити, що графічний вигляд є найбільш наочним, проте він не може бути використаний для вирішення завдань аналізу. Суттєві переваги має форма, в якій граф представляється за допомогою сукупності матриць. В теорії графів розрізняють матрицю суміжності вершин, матрицю інцидентності, матрицю суміжності ребер.

Побудуємо матрицю інцидентності графа, в якій у заголовках стовпчиків напишемо назви підрозділів, що беруть участь у проектуванні (KB1, ..., KB7), а у заголовках рядків – назви проектів, по яких ведеться проектування (Пр1, ..., Пр10). У перехрестях стовпчиків і рядків записується кількість розробленої документації (КД) кожним підрозділом по кожному проекту. Така матриця придатна для аналізу. Якщо в кожному стовпчику матриці поділити КД на кількість конструкторів підрозділу і на норму випуску КД за встановлений час, отримаємо значення, які показують частку ресурсу підрозділу, який був витрачений на кожний проект, а сума цих часток дає показник загальної завантаженості підрозділів у процесі проектування.

У таблиці 1 наведено фрагмент загального аналізу результативності процесу проектування авіаційних двигунів по критерію «Кількість конструкторських документів, розроблених за контрольний час».

Висновок. Представлений аналіз результативності процесу проектування авіаційних двигунів за критерієм «Кількість конструкторських документів, розроблених за контрольний час» дозволяє керівництву оцінювати поточний стан завантаження підрозділів завданнями по виконанню проектів, а досвід по СУЯ у підрозділах, які усталено показують

високий рівень загальної зайнятості у процесі проектування, розповсюджувати на всі підрозділи, що зайняті у цьому процесі.

Таблиця 1

Проекти \ Підрозділи	КВ1	КВ2	КВ3	КВ4	КВ5	КВ6	КВ7
Пр1				0,26	0,16	0,06	
Пр2		0,24	0,16		0,07	0,12	0,24
Пр3		0,10		0,12	0,20	0,16	
Пр4					0,29		
Пр5		0,03		0,08	0,23	0,11	
Пр6	0,12		0,09			0,13	0,11
Пр7		0,40	0,07	0,22		0,47	
Пр8	0,21	0,05				0,10	
Пр9			0,27				
Пр10	0,13		0,10				
Усього	0,46	0,82	0,69	0,68	0,95	1,15	0,35

УДК 006.91

Курбацький В.П.¹, Погосов В.В.², Коротун А.В.¹

¹канд. фіз.-мат. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

²д-р фіз.-мат. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

ОЦІНКА ГРАНИЧНОЇ ЧУТЛИВОСТІ СКВІДА

Гранична чутливість приладів з джозефсонівськими контактами визначається шумами. Для СКВІДів дуже важливо усунути зовнішні шуми, які можуть генеруватися електричними машинами, а також флуктуаціями магнітного поля Землі. Це звичайно досягається ретельним екрануванням кріостату, що вміщує СКВІД, а також як можливо більш жорстким монтажем самого приладу, оскільки найменші рухи навіть в слабкому магнітному полі можуть спричинити відносно великі сигнали. Радіозавади, які наводяться на електричні вводи у кріостат, також можуть стати проблемою і повинні бути усунути належною фільтрацією. Оскільки шуми, які генеруються зовні, можуть бути усунені або подавлені, залишаються власні шуми джозефсонівського пристрою, а також шуми, що генеруються в пов'язаній з ним електронній схемі.

СКВІД уявляє собою надпровідне кільце, в яке включено один (ВЧ-СКВІД) або два (ПС-СКВІД) джозефсонівські контакти. Для складення моделі СКВІДа слід врахувати наступне. Індуктивність контакту завжди

набагато менша за індуктивність кільця L . Реальний джозефсонівський контакт має ємність, яка призводить до гістерезису вольт-амперної характеристики. Це небажане явище у таких пристроях, як СКВІД, і від нього позбавляються шляхом шунтування контакту підхідним резистором R [1]. Дробовим шумом струму, який протікає через контакт, можна знехтувати за умови, що тунельний струм малий у порівнянні із струмом, який тече через шунт. Тоді єдиним значним джерелом струму стають теплові флуктуації у шунті.

Еквівалентна схема для розрахунку шумів у СКВІДі наведена на рис. 1. *Гранична чутливість* СКВІДа визначається величиною магнітного потоку $\delta\Phi_{\min}$ через кільце, що викликає на виході вимірювальної схеми сигнал, рівний середньоквадратичній величині (середній амплітуді) шуму.

Середній квадрат флуктуацій квазічастинкового струму в кільці СКВІДа дорівнює

$$\overline{\delta I_n^2} = 4kT \operatorname{Re} \left(\frac{1}{Z(\omega)} \right) \delta\nu = \frac{4kTR}{R^2 + \omega^2 L^2} \delta\nu, \quad (1)$$

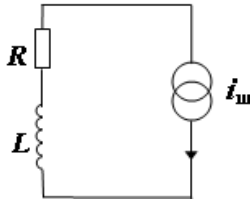


Рисунок 1 – Еквівалентна схема одноконтантного СКВІДа

де $Z(\omega)$ – імпеданс СКВІДа, $\delta\nu = \delta\omega/2\pi$ – смуга частот приладу, а середній квадрат флуктуацій потоку

$$\overline{\delta\Phi_n^2} = L^2 \overline{\delta I_n^2} = \frac{4kTRL^2}{R^2 + \omega^2 L^2} \delta\nu. \quad (2)$$

Найбільша чутливість СКВІДа має місце при низьких частотах $\omega \ll L/R$

$$\delta\Phi_{\min} = \sqrt{\overline{\delta\Phi_n^2}} = L\sqrt{4kT\delta\nu/R}. \quad (3)$$

Цей вираз уявляє собою так звану класичну межу для мінімального магнітного потоку, який може бути виявлений. При типових значеннях $T = 4 \text{ К}$, $R = 5 \text{ Ом}$, $L = 10^{-10} \text{ Гн}$ маємо:

$$\delta\Phi_{\min} / \delta V^{1/2} = 6.7 \cdot 10^{-22} \text{ Вб/Гц}^{-1/2} = 3 \cdot 10^{-7} \Phi_0 / \text{Гц}^{-1/2}. \quad (4)$$

Отримана величина на кілька порядків менша за досягнуту у реальних пристроях, оскільки існує низка інших механізмів, які дають внесок у власний шум пристрою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. **Лихарев, К.К.** Системы с джозефсоновскими контактами [Текст] / К.К. Лихарев, Б.Т. Ульрих. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – 256 с.

СЕКЦІЯ «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ»

УДК 004.942

Шевченко О.С.¹, Шило Г.М.², Куляба-Харитоновна Т.І.³, Огренич Є.В.⁴,
Дейдей В.С.⁵

¹ асп., старший викладач НУ «Запорізька політехніка»

² д-р техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

³ старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

⁴ канд. техн. наук, старший викладач НУ «Запорізька політехніка»

⁵ студ. гр. РТз-519м НУ «Запорізька політехніка»

ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИВЧЕННІ CAD/CAM/CAE СИСТЕМ

В системі сучасної освіти досить вагоме місце займає дистанційне навчання, що розширює можливість сучасної молоді до самоосвіти та реалізації у професійній діяльності. Одним із ключових моментів підготовки студентів інженерного напрямку є отримання ними сучасних компетенцій з автоматизованого проектування, необхідних для ринку праці. В цих умовах, одним із актуальних рішень вивчення САПР є використання хмарних технологій. Такі системи розроблені за принципом «програмне забезпечення, як послуга» (SaaS). Хмарні САПР працюють через браузер (немає необхідності встановлювати програмне забезпечення на комп'ютер) або використовується клієнт, з мінімальними вимогами до апаратного забезпечення. Дані про тривимірну модель зберігаються у хмарі, а не на локальному комп'ютері. Цей підхід полегшує обмін даними і управління ними при паралельному проектуванні та роботі у команді [1]. Нарешті, ці системи мають безкоштовну ліцензію для використання в освітніх цілях у повному робочому функціоналі, або з мінімальним обмеженням інструментів та надають доступ до змістовної бази навчальних матеріалів [2]. Найбільш поширеними та популярними в даний час серед підприємств малого та середнього бізнесу є продукти Fusion 360 (Autodesk) [3] та Onshape [4]. Вищенаведені хмарні сервіси надають можливість не лише використовувати всі переваги хмарних технологій, а й мати швидкий доступ до інноваційних рішень і інструментів в проектуванні. Основний принцип роботи в таких системах «від ідеї до прототипу». Тому, в хмарних САПР впроваджена підтримка роботи з інструментами, необхідними для подальшої реалізації технологій «Індустрії 4.0», наприклад 3D-сканування, 3D-друк, «цифрові

близнюки». Але, системи Fusion 360 та Onshape мають не лише спільні риси, а також і значні відмінності, які в першу чергу стосуються організації доступу до програмного продукту, налаштування інтерфейсу та нових можливостей параметризації тривимірних моделей. Основні відмінності систем наведені в таблиці 1. Розширення можливостей параметризації реалізовано у різних напрямках. Компанія Onshape впровадила термін «Параметричне моделювання 2.0», що містить у собі всі існуючі способи параметризації та вдосконалює їх в деяких нових напрямках. Наприклад, програмування нових функцій користувача на мові «FeatureScript», що надає можливість користувачу створювати інструменти для зручного проектування в певній галузі [5].

Таблиця 1 – Характеристики хмарних САПР

Критерій	Onshape	Fusion 360
Реалізація платформи	Робота в браузері, тільки online	Інсталяція клієнта, можливість роботи offline
Операційні системи	Будь яка, з інтернет-браузерами: Google Chrome, Mozilla Firefox, Safari (mac os only), Opera, Microsoft Edge. Застосунок для Android та iOS.	Windows 8.1; Windows 10; MacOS не нижче High Sierra 10.13
CAM/CAE модулі	Тільки сторонніх розробників	Вбудовані та сторонніх розробників
Налаштування Multi-CAD підтримки інтерфейсу	Присутня	Присутня
Розширені можливості параметризації	Присутня	Присутня

Таким чином, впровадження хмарних технологій у вивченні CAD/CAM/CAE систем надасть можливість не лише підвищити ефективність навчання, налагодити командну роботу серед студентів та сформувати навички роботи з PDM, а й забезпечити їм доступ до найсучасніших технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. S. Junk and D. Spannbauer, "Use of Cloud-Based Computer Aided Design Software in Design Education," 2018 17th International Conference on

Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET), Olhao, 2018, pp. 1-6.

2. Education community [https://www.autodesk.com/education/home?](https://www.autodesk.com/education/home?mktvar004=ilt_wwm_amer_us_nc__Footer_SubscNSoftware_EDU)

3. Fusion 360 cloud-based 3D CAD/CAM software for students and educators <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/students-teachers-educators>

4. Speed Up Your Product Design <https://www.onshape.com/>

5. Jon Hirschtick “Introducing Parametric Modeling 2.0” <https://www.onshape.com/cad-blog/introducing-parametric-modeling-2.0>

УДК 621.391

Denys Romaniuk¹, Anastasiia Lebedieva-Dychko², Galina Shilo³, Andrii Pysarskyi⁴, Stanislav Shaptala⁵

¹ student of PT-516

² Head of LLC SIS-IT

³ Doctor of Technical Sciences, Docent, Zaporizhzhia Polytechnic National University

⁴ Senior Lecturer, Zaporizhzhia Polytechnic National University

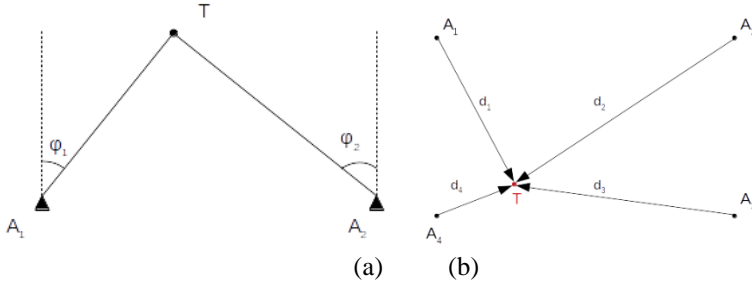
⁵ Postgraduate Student, Zaporizhzhia Polytechnic National University

INDOOR AND OUTDOOR POSITIONING TECHNOLOGY AT THE INDUSTRIAL ENTERPRISES

Modern positioning systems are often based on radio position technologies. These technologies usually use Wi-Fi or Bluetooth.

The angle of arrival concept uses the angle of arrival of signals from multiple anchors. Then using a triangulation method, a tracker's location is estimated, as shown in Fig. 1a.

The angle of arrival is determined by an antennas array, which measures the time difference of arrival. Some applications use an array of directed antennas as well. Such systems only need two measuring devices for two-dimensional positioning and three for three-dimensional. They also need large and complex hardware and are susceptible to multipath interference, that is when the signal reflects from multiple surfaces. Thus, this method is not ideal for indoor applications. Tests show that this approach may achieve an accuracy of up to 1 meter [1].



(a) – angle of arrival concept; (b) – trilateration principle.

Figure 1—Positioning principles, A_i are the anchor points with known position, T is the tracking device.

The time of flight (or time of arrival) concept is based on the amount of time it takes a signal to travel from a transmitter to a receiver. The value is measured and used to calculate the distance to an anchor. Measurements from at least three anchors are required to solve the problem in two-dimensional space and four for three-dimensional. And then, using known anchors' positions and the trilateration method, a tracker's location is estimated. Time of flight systems require a complicated time synchronization mechanism and also suffer from multipath interference, although various techniques exist to mitigate these issues. Decawave has coupled this concept with Ultrawideband technology for minimum interference with other radio devices and was able to reach a reported accuracy of several centimeters [2-3].

The relative signal strength concept is based on measuring the power level of the received signal. The value is then transformed into the distance to a signal emitter using inverse-square law or logarithmic distance path loss model. Similar to the time of flight concept, the trilateration method would give us an estimate of the tracker's position. Most of the consumer-grade devices like mobile phones and Wi-Fi or Bluetooth development boards like ESP32 provide a way to measure the relative signal strength. This makes them a perfect fit for implementing this concept. Implementation of this concept based on these wireless technologies may achieve an accuracy of up to 2 meters. This approach is one of the most cost-effective. However, Wi-Fi signal strength is extremely noisy and highly dependent on the antenna configuration. Any obstacles significantly decrease the accuracy of this method. Hence, various noise reduction and redundancy methods, as well as antenna configuration optimization and inertial movements compensation, must be used to deliver stable operation [4].

As shown in the paragraphs above, the time of flight and relative signal strength concepts seem to offer the most cost-effective solutions in the applications of indoor positioning and have to be further studied and improved.

REFERENCES

1. S. Wielandt, J. Goemaere and L. De Strycker, "Multipath-assisted angle of arrival indoor positioning system in the 2.4 GHz and 5 GHz band," 2016 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN), Alcalá de Henares, 2016, pp. 1-6.
2. P. Dabove, V. Di Pietra, M. Piras, A. A. Jabbar and S. A. Kazim, "Indoor positioning using Ultra-wide band (UWB) technologies: Positioning accuracies and sensors' performances," 2018 IEEE/ION Position, Location and Navigation Symposium (PLANS), Monterey, CA, 2018, pp. 175-184.
3. A. R. Jiménez Ruiz and F. Seco Granja, "Comparing Ubisense, BeSpoon, and DecaWave UWB Location Systems: Indoor Performance Analysis," in IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 66, no. 8, pp. 2106-2117, Aug. 2017.
4. Li, Guoquan & Geng, Enxu & Ye, Zhouyang & Xu, Yongjun & Lin, Jinzhao & Pang, Yu. (2018). Indoor Positioning Algorithm Based on the Improved RSSI Distance Model. Sensors. 18. 2820.

UDC 681.51

D.Tsapko¹, G.Shilo², L.Karpukov³, Y.Sobol⁴

¹ post-graduate, ITED Dpt. , Zaporizhzhia Polytechnic National University

² head of ITED Dpt., Zaporizhzhia Polytechnic National University,

D.Sc.(Engineering), prof.

³ head of ID Dpt., Zaporizhzhia Polytechnic National University,

D.Sc.(Engineering), prof.

⁴ head of FL Dpt., Zaporizhzhia Polytechnic National University, PhD (Philology), ass.prof.

FEATURES OF COMMUNICATION BETWEEN ROBOTS IN A GROUP UNDER CONDITIONS OF A LIMITED NUMBER OF CHANNELS

Recently, a number of robots or other automated systems are being used to solve a number of problems in industry and service. The interconnection among separate elements of these complex distributed systems is usually operated on the basis of wireless receivers operating at different frequencies with different

protocols and exchange speed depending on the required amount of transmitted information among the information elements. So, in the case of using a pre-selected principle of communication embedded in the robotic systems of the receiver group, there may appear a problem of channel failure. Therefore, there is a task of redistributing traffic among the elements of the robotics group with a limited number of channels, the priority of the transmitted information being taken into account.

In general, we have the following basic parameters of wireless communication in a group of robots:

- the number of channels (both frequency and temporary ones) that can be used by a group of robots;
- maximum boundary data exchange rate on each channel
- number of robots in the group;
- average amount of data transmitted by one element of the system per unit of time;
- the location of the separate elements (robots) relative to each other.

The problem will be considered without reference to the possible level of obstacles, assuming that a given maximum boundary speed is already set taking into account the obstacles in the area of robotics system operation.

In addition, it is necessary to consider such a parameter as the decision making center for the work of group elements, distinguish self-organized distributed systems and systems with the central element of decision making.

Given transmission delays, traffic can be divided into three categories:

- Real-time traffic that includes audio and video information critical to transmission delays.
- Transaction traffic, when transmitting this type of traffic delays should not exceed 1second.
- Data traffic, when transmitting this traffic category delays can have actually any value and can reach even few seconds.

The priority queue method is most commonly used to provide delays-sensitive temporary guarantees. There is no single standard for this method. Each manufacturer of network equipment implements its own queuing algorithms in its products. For example, the FIFO algorithm, where the router receives packets faster than it can send them through a given port, puts the packets in a queue. Then they are sent in the order of receipt, i.e. the principle of "first in, first out" is implemented.

Random Early Detection (RED) provides an alternative to FIFO queues. This method allows to mitigate the effect of packet loss even at very high loads.

Another priority queue is an algorithm in which multiple FIFO or RED queues form a single queue. In this case, traffic is sent in the order of strict priority: the first - high priority traffic, the second – medium priority, etc.

Weighted Fair Queuing (WFQ) is a special case of CBQ when classes correspond to independent threads. Currently the QoS technology is the most optimal one, and is quite widely used in various telecommunication networks.

Thus, an effective way of ensuring the necessary traffic parameters in the network of a group of robots is to organize a dynamic system of priorities, depending on its load.

A method of supporting QoS in mobile networks of transmission systems of grouped robotic systems based on variable traffic priority is proposed. It provides for the allocation of flows based on the required resources and assigns such priorities that flows can be selectively dropped or diverted during congestion. Nodes independently monitor the levels of high-priority processes and signal corrective mechanisms when these values go beyond specified limits.

REFERENCES

1. Dean A. Gratton. Developing Practical Wireless Applications. Digital Press, 2007. 278p.
2. Taylor & Francis Group. Wireless mesh networking. Auerbach Publications, 2007. 144p.
3. Vijay K. Garg. Wireless communications and networking. MK, 2007. 840p.

УДК 681.51

Анікін П.С.¹, Шило Г.М.²

¹аспірант, НУ «Запорізька політехніка»

²д-р.техн. наук, завідувач каф. ІТЕЗ НУ «Запорізька політехніка»

ПОРІВНЯЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТИПІВ 3D-ДРУКУ ТА МОЖЛИВОСТІ ЇХ СИМУЛЯЦІЙ У САЕ АВАQUS

Адитивне виробництво - це відповідна назва для опису технологій, що створюють 3D-об'єкти. Процес створення відбувається за допомогою накладання шарів. Технології такого виробництва знаходяться у постійному оновленні та вдосконаленні з 1980х років[1]. В наші ж дні, адитивне виробництво, що також називається 3D-друком, може бути порівняно зі швидкою розробкою прототипів, проте маючи за кінцеву мету такого

процесу отримання готового продукту, а не самого прототипу. Основними перевагами 3D-друку є можливість відсторонення від створення складного технологічного процесу задля виготовлення великої кількості деталей і зосередження на створенні одного екземпляру [2]. Це надає можливість зменшити витрати на створення продукту, а також розробляти компоненти та моделі без наявності великих промислових підприємств. Адитивне виробництво покращило можливість отримання складних форм, не обмежуючись традиційними методами виробництва та їх параметрами. Прикладами використання 3D друку є навіть форсунки для реактивних двигунів зі складними каналами, легкі зважені кронштейни в літаках, деталі з решіткою для гоночних автомобілів тощо.

ASTM International (American Society for Testing and Materials) - американська міжнародна добровільна організація, яка розробляє і видає різні технічні нормативи і стандарти для великого діапазону матеріалів, виробів, послуг і систем, класифікує адитивні технології на сім категорій:

- порошкові;
- розпилювання фіксуєчого матеріалу;
- пряме підведення енергії у місце забудови;
- видавлювання матеріалу;
- ламінація
- фотополімеризація;
- розпилювання матеріалу.

Кожна з представлених технологій спрямована на вирішення конкретного завдання, що стоїть перед підприємством, і має свої технологічні особливості. Однією з таких особливостей є, наприклад, форма матеріалу, що використовується для друку. Це може бути порошок, дріт, матеріал твердого та рідкого типів або навіть чорнила. В свою чергу приклад типом матеріалу який буде брати безпосередню участь у процесі є пластик, метал, композитний матеріал або папір.

Для аналізу процесу виробництва деталей за допомогою адитивного виробництва використовуються програми симуляції [3]. Прикладом таких, може бути програмне забезпечення Abaqus, що має безкоштовну версію для студентів та учбових закладів. З можливостей процесу симуляції можна виділити: калібрування властивостей матеріалу, що надає отримати впевненість у виборі властивостей сировини для друку та оцінити фазові перетворення, щоб зрозуміти фактичні показники матеріалу; моделювання процесу аби зрозуміти залишкові напруги та спотворення та мінімізувати розрив між розробленою та виготовленою частиною за допомогою оптимізації процесу; продуктивність роботи, що оцінює, як виготовлена деталь буде працювати в реалістичних умовах навантаження.

Основними кроками під час симуляції можна виділити: вибір матеріалів з яких буде виготовлено деталь, задавання топології згідно з якою будуть накладатися шари, визначення параметрів друку, введення даних про температурні показники, на базі яких у подальшому можна буде дізнатися про залишкові напруги та спотворення.

Процес симуляції для адитивного виробництва надає можливість оптимізувати виготовлення, зменшити кошторис виготовлення деталі та покращити її якісні показники. Відкалібрувати матеріал та геометричну форму майбутнього виробу, скоротити розрив між розробленою формою та кінцевим виробленим продуктом. Провести аналіз деталі на міцність за допомогою тестів напруги та деформації. Дізнатися про фізичні властивості новоствореного виробу, підібрати необхідні матеріали та скорегувати процес виготовлення з огляду на конструктивні вимоги до виробу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1 Narain S. Applications of additive manufacturing - A review. / Narain S., Vipul G. // International Journal of Engineering Research & Technology. – 2019. – № 8.– С. 829–833.

2 Satish Prakash K. Additive Manufacturing Techniques in Manufacturing - An Overview. / Nancharaih T., Subba Rao V. // Materials today: proceedings. – 2018. № 5.– С. 3873–3882.

3. Jayanath S. A Computationally Efficient Finite Element Framework to Simulate Additive Manufacturing Processes / Achuthan A. // Journal of Manufacturing Science and Engineering – 2018. – № 140.– С. 1–13.

УДК 621.372.8

Фарафонов О.Ю.¹, Фурманова Н.І.¹

¹канд. техн. наук, доц., доцент каф ІТЕЗ НУ «Запорізька політехніка»

ЗАСТОСУВАННЯ НЕОДНОРІДНИХ ЛІНІЙ В ЗАДАЧАХ СИНТЕЗУ МІКРОСМУЖКОВИХ СПРЯМОВАНИХ ВІДГАЛУЖУВАЧІВ

У мікросмужковій техніці одним із базових елементів є відрізок зв'язаних ліній, що має широке застосування у фільтрах та відгалужувачах. Але топологія відгалужувачів на зв'язаних мікросмужкових лініях з бічним зв'язком, як недолік, має низьку спрямованість. Поліпшення характеристик зводиться до конструктивних методів компенсації фазових швидкостей парної та непарної хвилі, що також відображено у коефіцієнтах ефективної

діелектричної проникності для парної та непарної хвилі. Відомими варіантами конструктивних рішень є застосування пілкоподібної форми зазору [1], або отвору в екрануючому шарі [2].

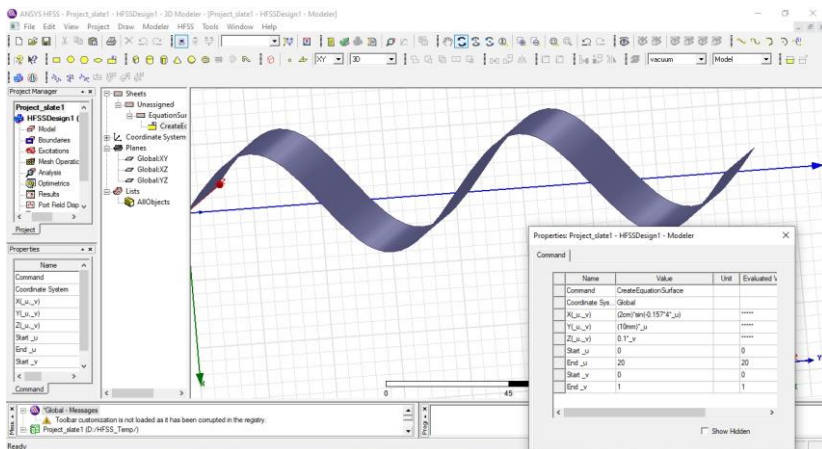


Рисунок 1 – Отримання поверхні відгалужувача на зв'язаних лініях з бічним зв'язком.

Також, у мікросмужковій техніці одним із конструктивних напрямків розвитку, є застосування нерегулярних ліній, що дають змогу уникнути паразитних викидів частотної характеристики. Викиди найчастіше пов'язані із кратними до довжини хвилі розмірами елементів топології [3]. Використання систем електродинамічного аналізу з елементами вбудованої оптимізації дає змогу отримувати значно поліпшені частотні характеристики пристроїв та виявити нові резонансні властивості [4].

Ріст обчислювальних можливостей та розвиток систем електродинамічного моделювання призвів до можливості проводити не тільки аналіз та оптимізацію, але і синтез мікросмужкових пристроїв [5].

Тому у роботі пропонується використання системи електродинамічного аналізу HFSS для синтезу мікросмужкових спрямованих відгалужувачів із бічним зв'язком, у яких зазор виконується за допомогою поверхонь, що задаються функцією синусу (рис. 1). Таким чином змінними параметрами для синтезу є розмах синусоїди та кількість напівперіодів. Зміною довжини зв'язаних ліній можна знехтувати, встановивши середнє значення відповідно до діелектричних проникностей та потрібної частоти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Метод проектирования микрополосковых направленных ответвителей на основе пилообразных связанных линий / А. А. Шауэрман // Вестник СибГУТИ. – 2013. – № 2.
2. Синтез микрополосковых полосовых фильтров на связанных линиях с отверстиями в экране [Текст] / А. Ю. Фарафонов, А. Ю. Воропай, Л. М. Карпуков, С. Н. Романенко // Радіоелектроніка. Інформатика. Управління. – 2009. – № 1. – С. 41-44.
3. Фарафонов, О. Ю. Проектування мікросмужкових фільтрів на основі нерегулярної лінії [Текст] / О. Ю. Фарафонов, Т. Л. Матюніна // Тиждень науки. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2013. – Т. 1. – С. 169-170.
4. Фурманова, Н.І. Математичне та програмне забезпечення автоматизованого синтезу топологій мікросмужкових фільтрів НВЧ [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.12: захищена 03.07.15 / Фурманова Наталія Іванівна. — Львів, 2015.
5. Фарафонов, О. Ю. Розробка програми автоматичного редагування та аналізу топології для систем електродинамічного синтезу НВЧ пристроїв [Текст] / О. Ю. Фарафонов, О. С. Пеньков // Тиждень науки - 2014. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2014. – Т. 2. – С. 48-49.

УДК 004.9

Малий О.Ю.¹, Гарачук С.А.²

¹Канд. техн. наук, доц. каф. ІТЕЗ НУ «Запорізька політехніка»

²Аспірант каф. ІТЕЗ НУ «Запорізька політехніка»

ГЕНЕТИЧНИЙ АЛГОРИТМ ДЛЯ ГРУПОВОГО УПРАВЛІННЯ АВТОНОМНИХ ПІДВОДНИХ РОБОТІВ, ВИКОНУЮЧИХ КОЛЕКТИВНУ РОБОТУ В ПЕВНОМУ МІСЦІ ПІДВОДНОГО ПРОСТОРУ

Розширення масштабів океанографічних досліджень і прикладних підводних робіт різного призначення призводить до необхідності створення автоматизованих розподілених систем взаємодіючих між собою нерухомих і рухомих платформ у всьому мінливому різноманітті підводного середовища. Подібні автономні мережі океанологічних вимірювань (АМОВ) здатні забезпечити ефективний моніторинг значних районів океану, а також проводити вимірювання в заданій акваторії з високою роздільною здатністю як в часі, так і в просторі [1].

Координація взаємодії автономних незаселених підводних апаратів (АНПА) потрібна при здійсненні вимірювань в районі того чи іншого океанського процесу. При вивченні груп АНПА необхідно враховувати, що апарати таких системах діють в реальному підводному середовищі, для якої характерні апріорна невизначеність зовнішніх умов і неточність інформації, одержуваної від вимірювальних пристроїв. Методи і підходи, які використовуються в групах автономних динамічних об'єктів, досить успішно застосовуються в управлінні космічними, літальними, мобільними та іншими апаратами.

При груповій роботі апаратів, що виконують колективну задачу, можливі два варіанти організації угруповання:

- угруповання виконує завдання "вахтовим" методом в незмінному складі;
- в обстежуваному районі створюється постійно діюча угруповання зі змінним складом.

У загальному випадку завдання для угруповання повинна включати в себе наступні елементи:

- опис досліджуваної акваторії, її детальну карту;
- опис угруповання (кількість використовуваних апаратів);
- опис предмета пошуку;
- опис дій угруповання при виявленні потрібного об'єкта;
- інші дані, необхідні для формалізації задачі [2].

В якості методу вирішення поставленого завдання був обраний генетичний алгоритм (ГА), що відповідає таким вимогам, як придатність методу для розв'язання задач великої комбінаторної складності, можливість використання накопиченої бази знань для перепланування в умовах, що змінилися. Послідовність роботи ГА можна представити наступною блок-схемою (рис. 1).

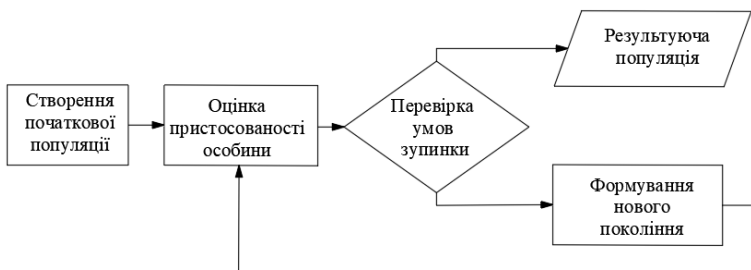


Рисунок 1 – Блок-схема генетичного алгоритму

Суть генетичного алгоритму полягає в тому, щоб вибрати порядок обходу цілей по заданій цільовій функції. Хромосома в даному випадку являє собою сукупність маршрутів всіх апаратів в групі.

Початкова популяція генерується випадковим чином з урахуванням обмеження на енергоємність апаратів. Для отриманих хромосом проводиться оцінка всієї популяції в цілому і кожної особини окремо, після чого рішення перевіряється на виконання умов зупинки: це може бути досягнуто кращою особиною певного значення, вичерпання числа поколінь, відпущених на еволюцію, або

вичерпання часового ліміту на роботу алгоритму. Якщо умови зупинки не були виконані, запускається механізм формування нового покоління

В даний час проблеми організації колективних дій АНПА перейшли зі сфери теоретичних побудов в сферу практичних розробок. В рамках ситуаційного управління групою апаратів необхідно вирішувати широкий комплекс завдань з вибору сценаріїв, оцінці ситуацій, взаємодії, планування маршрутів в умовах суттєвих обмежень і невизначеності середовища.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Агеев М.Д. Создание автоматизированной сети океанографических измерений на основе АНПА с солнечной энергетикой// Подводные исследования и робототехника. 2006. №2. с. 5-12.

2. Ситуационное управление группировкой автономных подводных роботов на основе генетических алгоритмов// Подводные исследования и робототехника. 2009. № 2(8). – с. 35-43.

УДК 004.9

Малий О.Ю.¹, Піроженко О.О.²

¹канд. техн. наук, доц. каф. ІТЕЗ НУ «Запорізька політехніка»

²аспірант каф. ІТЕЗ НУ «Запорізька політехніка»

ВІДНОСНА ОЦІНКА ПОЗИЦІЙ І МАРШРУТУ ПЕРЕСУВАННЯ РОБОТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ОДОМЕТРІЙ

Проблема групового керування - це глобальна проблема, актуальна для багатьох сфер життя. Скрізь, де існує деяка група живих або технічних об'єктів, які повинні спільними зусиллями виконувати деяку роботу або вирішувати деяку задачу, виникає проблема групового управління або групової взаємодії. При груповому використанні роботів різного призначення

виникає ряд дуже складних завдань, в першу чергу, пов'язаних з проблемою управління ними та організацією взаємодії роботів групи між собою для найбільш ефективного досягнення мети, поставленої перед групою. Особливо ця проблема стосується інтелектуальним мобільним роботам з автономною системою пересування і навігації [1]. При використанні системи з декількома роботами, в якій роботи повинні виконувати спільну задачу, виникають дві типові проблеми позиціонування: надійна оцінка позиції для кожного робота та оцінка відносного положення інших членів групи [2]. Ці проблеми можна вирішити за допомогою одометрії.

Використання одометрії для оцінки позиціонування і переміщення роботів має такі переваги:

- Достатня точність вимірювань і оцінки положення робота;
- Незалежність від систем глобального позиціонування (таких як GPS, Galileo, ГЛОНАСС, Бейдоу, тощо);
- Можливість адаптації і побудова карт навіть в невідомій місцевості (метод SLAM).

Для ефективної оцінки позиції і маршруту пересування роботів за допомогою одометрії необхідно:

- Ввести «початкову точку» або орієнтир для початку роботи та для створення локальної системи координат;
- Забезпечити достатнє зчеплення коліс з поверхнею та забезпечити відсутність «прослизання» коліс;
- Використання додаткових датчиків для збільшення точності розрахунку кута повороту (датчик кута повороту, компас, тощо);
- Експериментальне підстроювання кожного окремого робота.

Для оцінки пройденої відстані роботом (рис. 1, а) необхідно знати діаметр колеса, виміряну кількість імпульсів датчика та кількість імпульсів датчика на оборот.

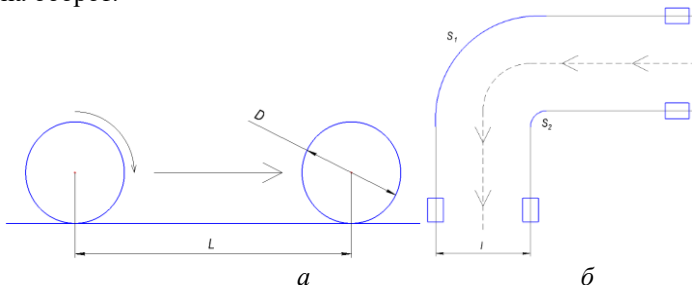


Рисунок 1 – Вимірювання за допомогою одометрії:
а – пройденої відстані, б – розрахунок кута повороту

Пройдену відстань можна розрахувати за допомогою формули:

$$L = D \times \pi \times \frac{N_e}{N_c}, \quad (1)$$

де L – загальна пройдена відстань, см;

D – діаметр коліс, см;

π – постійна для розрахунку периметру коліс,

N_e – виміряна кількість імпульсів датчика,

N_c – кількість імпульсів датчика на оборот.

Зазвичай у автономних роботів є тільки два колеса, які не повертаються.

У таких випадках поворот виконується за рахунок:

– Руху одного колеса в необхідному напрямку та зупинки іншого (Рис. 1, б);

– Руху обох коліс в різні напрямки (поворот на місці).

Для розрахунку кута повороту робота необхідно знати пройдену відстань кожним колесом. Кут повороту розраховується наступною формулою:

$$\varphi = \frac{S_2}{S_1} \times 360^\circ, \quad (2)$$

де φ – кут повороту в градусах,

S_1 – більша пройдена відстань колесом, см;

S_2 – менша пройдена відстань колесом, см.

Також метод одометрії можна застосовувати для підводних роботів. Оцінка позиції і переміщення роботів в підводному середовищі є дуже перспективною, зокрема, через відсутність зв'язку з системами глобального позиціонування і низькою прямою видимістю (забруднення води мулом, водорості, відсутність освітлення і т.д.).

Існує два основні методи оцінки пройденої відстані:

– За допомогою датчика з крильчаткою, який рахує кількість обертів гвинта, подібно наземному методу;

– За допомогою манометра (трубка Піто), який обчислює тиск води на трубку при русі і перетворює це в швидкість і пройдену відстань.

Недоліком оцінки положення та переміщення є необхідність використання більшої кількості та точності датчиків через переміщення у тривимірній системі координат.

Таким чином відносна оцінка положення та маршруту пересування роботів за допомогою одометрії є дуже перспективною. Особливо це

актуально для виконання задач по дослідженню площі та формування карт місцевості.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Каляев И. А., Капустян С. Г., Гайдук А. Р./ "Самоорганизующиеся распределенные системы управления группами интеллектуальных роботов, построенные на основе сетевой модели" // Управление большими системами: сборник трудов, №. 30-1, 2010, С. 605-639.

2. Mark Moors, Relative position estimation in a group of robots/ Mark Moors, Frank Schneider, Dennis Wildermuth // – 2003. С. 983-990.

УДК 62 (076)

Фурманова Н.І.¹, Поспеева І.С.², Фарафонов О.Ю.¹

¹канд. техн. наук, доц., доцент каф ІТЕЗ НУ «Запорізька політехніка»

ДІЛОВІ ІГРИ ЯК ФОРМА АКТИВНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ

В нинішніх умовах, коли наука та техніка розвиваються все стрімкіше, а суспільство потребує все більш досконалих технічних засобів, вимоги до освітньої і професійної підготовки майбутніх технічних спеціалістів суттєво зростають, і традиційний валовий підхід до навчання вже не в змозі їх задовольнити. Слід якнайширше впроваджувати у навчальний процес нові креативні методи, спрямовані на розвиток творчих здібностей студентів та індивідуальний підхід до кожного особисто. До таких методів відносяться, у першу чергу, різноманітні активні методи навчання, однією з характерніших форм яких є ділові ігри. Ділові ігри дозволяють активізувати мислення студентів і внести в навчання дух творчості та конкуренції.

На кафедрі "Інтелектуальні технології електронних засобів" ділові ігри у навчальному процесі застосовуються вже багато років, але постійні зміни у суспільстві та, як слідство, в процесі навчання потребують також змін і у їх змісті та структурі.

Останнім часом викладачі кафедри розробили ряд коротких динамічних ділових ігор, які дозволять студентам не тільки краще засвоїти теоретичний матеріал, але й попрактикуватися в умінні швидко застосовувати отриманні знання на практиці. Правила таких ігор можуть варіюватися від дуже простих до більш ускладнених, а можливість легкої та швидкої заміни наповненості дозволяє використовувати їх у багатьох дисциплінах.

Так, на кафедрі вже розроблені та впроваджені у навчальний процес перші варіанти ділових ігор для дисциплін "Основи технології електронних

апаратів" (викладачі Фурманова Н.І, Фарафонов О.Ю.) та "Основи проектування електронних апаратів" (викладачі Поспеева І.Є., Фурманова Н.І.). У стадії розробки знаходяться ділові ігри для дисциплін "Зовнішні впливи на РЕА і засоби захисту" (викладач Поспеева І.Є.) та "Технології та конструкції мікросхем і мікрозбірок" (викладач Фурманова Н.І.).

Важливою особливістю таких ігор є те, що варіантів відповідей на кожне запитання може бути декілька, і серед них треба знайти найбільш оптимальні. Але при цьому можуть враховуватися і альтернативні варіанти.

Такі ігри не тільки сприяють засвоєнню матеріалу, але й можуть використовуватися під час рубіжного або семестрового контролю знань.

Так, наприкінці кожної гри за рішенням журі члени команди-переможця отримують бали, які можуть бути зараховані під час заліку або іспиту з цієї дисципліни. Крім того, оскільки запропоновані ігри базуються на пошуках правильних відповідей на поставлені запитання з декількох запропонованих варіантів, вони можуть також виступати у ролі самих тестів при проведенні заліку або іспиту та використовуватись при оцінюванні як індивідуальних знань кожного студента, так і уміння працювати у складі команди (групи). Перевагою саме такої форми оцінювання над звичайними тестами є те, що вона є більш об'єктивною.

У тестах серед відповідей зазвичай тільки одна правильна; при цьому будь-який студент, навіть знаючи правильну відповідь, може випадково помилитися, і навпаки, студент, який не знає правильної відповіді, може випадково обрати потрібний варіант.

Але у реальних ситуаціях найчастіше не буває однозначно правильної відповіді, завжди можливі варіанти, серед яких є більш та менш оптимальні. Під час гри викладач має можливість спостерігати за процесом пошуку відповідей командами та окремими студентами і таким чином корегувати кінцевий результат, враховуючи не тільки самі відповіді, але й процес їх пошуку, а також вміння кожного студента відстоювати свою точку зору.

Такі ігри можна проводити під час аудиторних занять або у режимі онлайн з використанням різних інтернет-ресурсів.

Деякими з готових ресурсів, які можна використати для дещо спрощених варіантів ігор, можуть бути google forms, які є додатком у браузері Google Chrome, або тестові форми на moodle.zp.edu.ua.

Наприклад, у google forms є шаблон "Тестирование", де, обравши варіант питання з декількома правильними відповідями, можна сформулювати питання для усіх варіантів гри, а результат підраховувати вигляді суми балів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Дьяконова О.О., Букатов В.М. Из истории дидактики: эдьютейнмент в образовании взрослых и интерактивные технологии обучения в современной школе // *European Social Science Journal*.— 2014. № 11-1 (50).— С. 279-288.
2. De Vary Sh. Educational Gaming. Interactive Edutainment. Distance learning // *For Educators, Trainers and Leaders*. — 2008. — Vol. 5. — Iss. 3. — Number 3. — Boston, Information Age Publishing. — P. 35—44.
3. The Gamification of Learning and Instruction Fieldbook: Ideas into Practice / Karl Kapp, Lucas Blair, and Rich Mesch, Co-Editors. John Wiley & Sons (2014)

УДК 62 (076)

Фурманова Н.І.¹, Поспеева І.С.², Фарафонов О.Ю.¹

¹канд. техн. наук, доц., доцент каф ІТЕЗ НУ «Запорізька політехніка»

ЗАСТОСУВАННЯ ІГРОВОГО ПІДХОДУ ПРИ ВИВЧЕННІ ДИСЦИПЛІНИ "ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ЕА"

На кафедрі "Інтелектуальні технології електронних засобів" розроблено ряд коротких динамічних ділових ігор, які мають подібну структуру та шляхом швидкої заміни наповнення можуть застосовуватися при вивченні різних дисциплін.

Один з варіантів такої ділової гри застосовується у дисципліні "Основи проектування електронних апаратів" (ОПЕА) при вивченні змістового модулю "Технічні вимоги до конструкції РЕА".

До складу гри входять: картки з назвами різноманітних виробів РЕА (від 20 до 60 штук в залежності від чисельності групи), відповідні їм картки з правильними відповідями, які знаходяться у членів журі, та набір ігрових полів.

Гра складається з двох етапів, які можуть проводитися послідовно протягом одного заняття або бути розділені у часі і проходити у різні дні.

Група поділяється на команди з 4-5 осіб, після чого кожній команді пропонується по черзі вибрати по 8-10 карток з назвами виробів РЕА. Ці картки рівномірно розподіляються між членами команд, але їх зміст повинен залишатися скритим.

Порядок ходів серед команд та серед членів кожної команди визначається за допомогою жеребкування.

На першому етапі гри для заданих виробів РЕА в залежності від їх призначення та передбачуваних умов експлуатації слід визначити по три

найбільш пріоритетні технічні вимоги. При цьому застосовується ігрове поле, наведене на рис. 1.

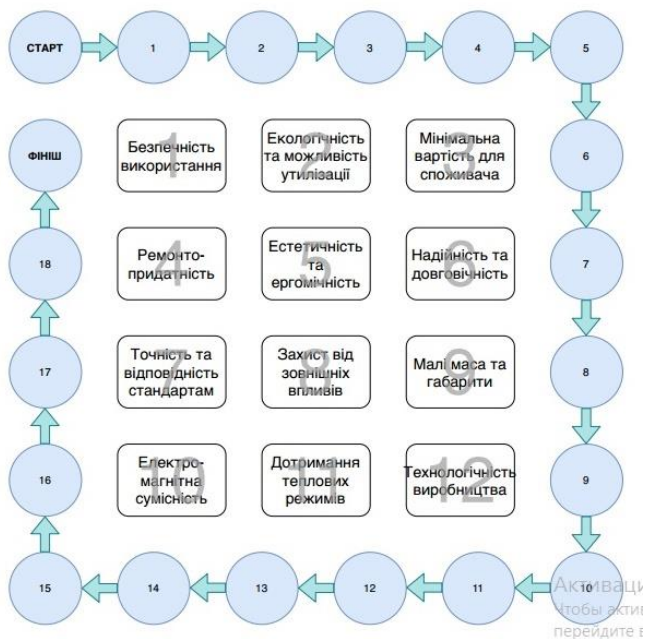


Рисунок 1 - Ігрове поле для ділової гри з дисципліни ОПЕА

Гравець, який починає гру, відкриває першу картку, після чого повинен вибрати на ігровому полі три пункти з вимогами, які, на його думку, є пріоритетними для виробу, зазначеного на картці. На це йому дається 1-2 хвилини, під час яких він може порадитися з іншими членами своєї команди, але остаточне рішення залишається за ним. Коли вибір зроблено, члени журі пред'являють картку з правильною відповіддю. Якщо варіант гравця повністю співпадає, він робить два кроки вперед. Якщо серед відповідей гравця правильні дві, він рухається вперед на один крок, якщо одна - залишається на місці, а якщо всі відповіді невірні, він повертається на крок назад. Але при цьому гравець може опротестувати рішення журі, та якщо зуміє переконати у правильності свого вибору, воно може бути змінене.

Після цього у гру вступає перший гравець другої команди. Коли всі перші гравці команд зробили свої кроки, у гру вступають другі гравці і так далі по черзі. Гра продовжується, поки одна з команд не дійде до фінішу. Як

варіант, гра може закінчитися через заданий інтервал часу (наприклад, академічну пару), а переможцем стає команда, яка на той момент просунулась на ігровому полі якнайдалі.

Задачею другого етапу є визначення найбільш оптимальних засобів та технічних рішень, спрямованих на забезпечення визначених раніше технічних вимог для обраних виробів РЕА.

Для проведення гри на цьому етапі можна застосовувати те ж саме ігрове поле та додатковий набір з 12 карток, на кожній з яких наведені по 9-12 можливих засобів забезпечення конкретної технічної вимоги з попереднього списку.

Етап починається з того, що кожен учасник гри жеребкуванням вибирає одну картку з назвою виробу, отриману на першому етапі, а також набір технічних вимог до нього, визначений на першому етапі.

Гравець, що робить перший хід, пред'являє картку з засобами забезпечення однієї з технічних вимог для свого виробу та пропонує три найбільш оптимальні, з його точки зору, варіанти.

Далі гра проводиться аналогічно першому етапу за винятком того, що зміст карток змінюється для кожного гравця.

Наприкінці гри за рішенням журі члени команди-переможця отримують бали, які можуть бути зараховані під час заліку або іспиту з цієї дисципліни.

Ця гра може проводитися під час аудиторних занять або у режимі онлайн з забезпеченням різних інтернет-ресурсів.

Одним з готових ресурсів, який можна використати для дещо спрощеного варіанту гри, можуть бути google forms, які є додатком у браузері Google Chrome.

Технічна вимога	Вибір
<input type="checkbox"/> Малі габарити та маса	X
<input type="checkbox"/> Естетичність та ергономічність	X
<input type="checkbox"/> Захист від зовнішніх впливів	X
<input type="checkbox"/> Мінімальна вартість для споживача	X
<input type="checkbox"/> Безпечність використання	X
<input type="checkbox"/> Екологічність та можливість утилізації	X
<input type="checkbox"/> Ремонтопридатність	X
<input type="checkbox"/> Надійність та довговічність	X
<input type="checkbox"/> Забезпечення теплових режимів	X
<input type="checkbox"/> Додати варіант або добавить вариант "Другое"	X

Рисунок 2 - Приклад тестового питання для ділової гри в google forms

На рисунку 2 наведено варіант заповненого питання для конкретного об'єкта - музичного центру - з правильними відповідями "Естетичність та ергономічність", "Мінімальна вартість для споживача" та "Безпечність використання".

УДК 004.946

Кохан О.В.¹, Шило А.П.², Калиниченко А.Р.³, Шило Г.М.⁴, Шевченко О.С.⁵

¹ студ. гр. РТ-519м НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. РТ-619 НУ «Запорізька політехніка»

³ студ. гр. РТ-519м НУ «Запорізька політехніка»

⁴ д-р техн.наук, доц., зав. каф. ІТЕЗ НУ «Запорізька політехніка»

⁵ ст. викл. НУ «Запорізька політехніка»

ТЕХНОЛОГІЇ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ОБСЛУГОВУВАННІ ТА РЕМОНТІ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ 3D-ДРУКУ

Розвиток технологій віртуальної, доповненої та змішаної реальності надає можливість не тільки підвищити ефективність та швидкість навчання нового технічного персоналу на підприємствах, а й забезпечити безперервну підтримку інтерактивною експлуатаційно-технічною документацією. Для створення інтерактивних систем обслуговування та ремонту з доповненою реальністю можна використовувати як мобільні пристрої так і спеціалізовані окуляри.

Інтерактивні системи з доповненою реальністю вирішують задачі: безперервного контролю якості виконання операцій; можливість підключення співробітників експертного центру; зниження впливу людського фактору; оптимізації процесів обслуговування та ремонту; автоматичний пошук неполадок в обладнанні. Ці задачі стають особливо актуальними під час експлуатації складного високотехнологічного обладнання на виробництві.

Зараз у всіх галузях виробництва все більше знаходить застосування 3D-друк. Обслуговування 3D-принтерів потребує знань в галузі електроніки, комп'ютерної техніки, а також матеріалознавства. Розробка інтерактивної системи обслуговування та ремонту таких принтерів надасть можливість розширити використання такого обладнання в малому та середньому бізнесі. Тривимірну модель 3D-принтеру Profi+ midi наведено на рис.1. Для

обслуговування такого принтеру необхідно вміти відрізняти причини відмов та можливості покращення якості друку.

Найчастіше, виникає необхідність налаштування або заміни у такого типу принтерів наступних модулів: екран для відображення інформації; нагрівальний стіл; хотенд і блок нагрівача; екструдер; системи переміщення по осям X, Y, Z. Для зручного налагодження цих модулів інтерактивна система відображає анімований опис процесу обслуговування з урахуванням складу виробу.

В існуючих SDK для створення програмного забезпечення з доповненою реальністю є можливість створення маркерів на основі зображень, 3D-об'єктів та 3D-моделей. Для системи обслуговування та ремонту 3D-принтерів було обрано створення цілей у вигляді реальних об'єктів. Програмне забезпечення розпізнає модель принтеру після аналізу форми об'єкта. Далі виконується підключення до тривимірного цифрового двійника об'єкта, що розміщено у хмарі. На пристрій AR завантажується необхідна інформація та накладається на відеозображення об'єкта в камері. При цьому користувач може бачити дані про напрацювання або робочі температури вузлів принтера, відео про процес заміни вузлів та елементів принтера. Система може допомагати керувати принтером за допомогою сенсорного екрану, голосом або жестами. При переміщенні мобільного пристрою розмір і орієнтація дисплея AR автоматично коригується, інформація поновлюється.

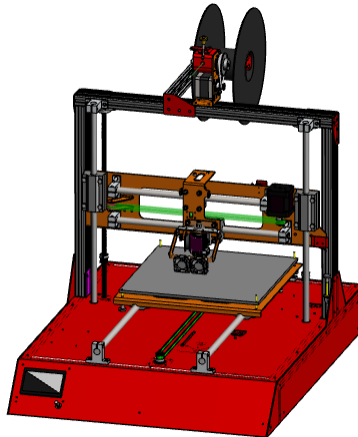


Рисунок 1 – Тривимірна модель 3D-принтеру Profi+ midi.

Тривимірна цифрова модель створюється або за допомогою САПР на етапі розробки об'єкта, або шляхом 3D-сканування даної моделі принтера. Для створення таких об'єктних цілей в Vuforia SDK можна використовувати Model Target Generator для генерації об'єктної цілі за існуючою тривимірною моделлю або Vuforia Object Scanner [1] для сканування реального об'єкта. Це програмне забезпечення генерує файл об'єктних даних (*.OD), який містить інформацію, необхідну для визначення цілей та накладання на них додаткових цифрових об'єктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Vuforia Object Scanner [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://library.vuforia.com/articles/Training/Vuforia-Object-Scanner-Users-Guide>.

Чухрай А.А.

студ. гр. РТ-518сп НУ «Запорізька політехніка»

РОЗВИТОК ЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В УМОВАХ КАРАНТИНУ

В умовах карантину знайшли застосування деякі електронні пристрої. Одні спостерігають, інші попереджують. Але всі вони допомагають при боротьбі з коронавірусом.

Щоб люди, що знаходяться під примусовим домашнім карантин, не виходили за межі своїх квартир, уряд Гонконгу випустив електронні браслети. Ось як працюють браслети. В аеропорту всім прибуваючим надається браслет, кожен з унікальним QR-кодом. Потім користувач завантажить додаток під назвою StayHomeSafe на свій телефон і сканує QR-код, щоб зв'язати браслет з додатком. Опинившись удома, вони повинні пройти по квартирі, щоб відкалібрувати браслет.

В браслеті і додатку використовується технологія геозон, яка відрізняється від відстежування місцеположення GPS. «Поки ви ходите по будинку, алгоритм в додатку буде відбирати сигнали з дому. Кожен будинок має унікальний набір комунікаційних сигналів, в тому числі власну мережу WiFi, сусідні WiFi, Bluetooth і сотові мережі. Коли користувач ходить по квартирі, додаток створює «складовий підпис дому». Якщо хтось намагається порушити карантин, виходячи з дому, додаток видає попередження і попереджає уряд.

На прикордонних контрольних пунктах функціонують спеціальні санітарно-карантинні підрозділи, прикордонні інспекційні пости, де проводять перевірку температури тіла пасажирів. Перевірку роблять безконтактним способом за допомогою спеціальних інфрачервоних термометрів, які вимірюють температуру за кілька секунд.

В Австралії розробили дрон для пошуку людей з COVID-19. Апарат використовує спеціальні датчики і комп'ютерний зір для пошуку людей з інфекційними респіраторними захворюваннями. Команда вибирає дистанційне зондування і комп'ютерні алгоритми для того, щоб з'ясувати, хто інфікований і наскільки широко поширене захворювання в тому або іншому регіоні. Новий дрон здатний контролювати температуру, частоту серцевих скорочень і частоту дихання. Він також може виявити чхання і кашель. Це працює навіть в натовпі, в тому числі в офісах, аеропортах, на круїзних лайнерах і в будинках для людей похилого віку.

У Китаї поліція використовує дрони з гучномовцями, щоб попереджати населення про коронавірус. За допомогою рації, яку прикріпили до квадрокоптера, поліція повідомляє населенню про небезпеку коронавірусу. Дрони підлітають до людей і закликають не виходити зайвий раз на вулицю і носити маски. Особливу увагу дрони звертають на людей без масок.

Уряди всього світу об'єднують технології і людські зусилля для забезпечення карантину, який вимагає, щоб люди, які зазнали впливу вірусу, залишалися в своїх будинках.

СЕКЦІЯ «ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ»

УДК 004.75:339.722

Бондаренко О.О.¹, Філобок Є.В.¹, Козіна Г.Л.²

¹ студ. гр. РТ-716 НУ «Запорізька політехніка»

² доц. НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ КИТАЙСЬКОГО СТАНДАРТУ ШИФРУВАННЯ SM4 ДЛЯ ЗАХИСТУ БЕЗДРОВОХИХ МЕРЕЖ

В даній роботі досліджено китайський стандарт шифрування для захисту бездротових мереж – алгоритм SM4 [1,2] в режимі шифрування CBC (Cipher Block Chaining). Цей режим підпорядковує розбиття відкритого тексту на блоки однакової довжини – 128 біт (рис.1). Для здійснення шифрування потрібні 128 – бітні синхропосилка та ключ відповідно.

Стандарт SM4 використовує 32 раунди для обробки одного блоку.

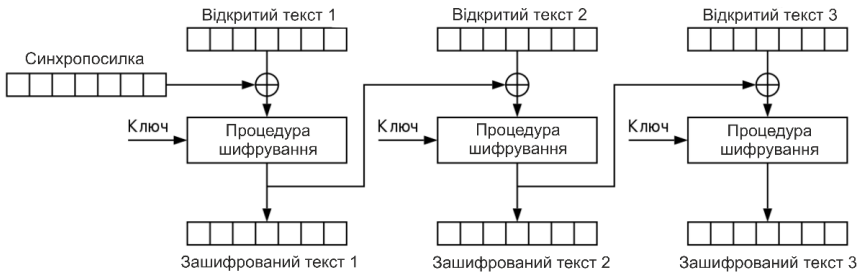


Рисунок 1 – Схема шифрування стандарту SM4 у режимі CBC

Для початку перша частина відкритого тексту складається за модулем 2 з синхропосилкою. Після цього починається процедура шифрування.

На рис. 2 зображено повний алгоритм для зашифровування одного блоку.

Вихідний блок та ключ діляться, кожен, на чотири 32 - бітних частини – «слова». Наступним етапом йде генерація раундових ключів, яка підпорядковує використання змішаної підстановки T’.

Після цього раундові ключі використовуються у процедурі шифрування. Також використовується змішана підстановка T, але з деякими відмінностями.

Алгоритм шифрування складається з 32 раундів. Відкритий 128-бітний блок даних розбивається на 4 блоки по 32 біта: (X_0, X_1, X_2, X_3) .

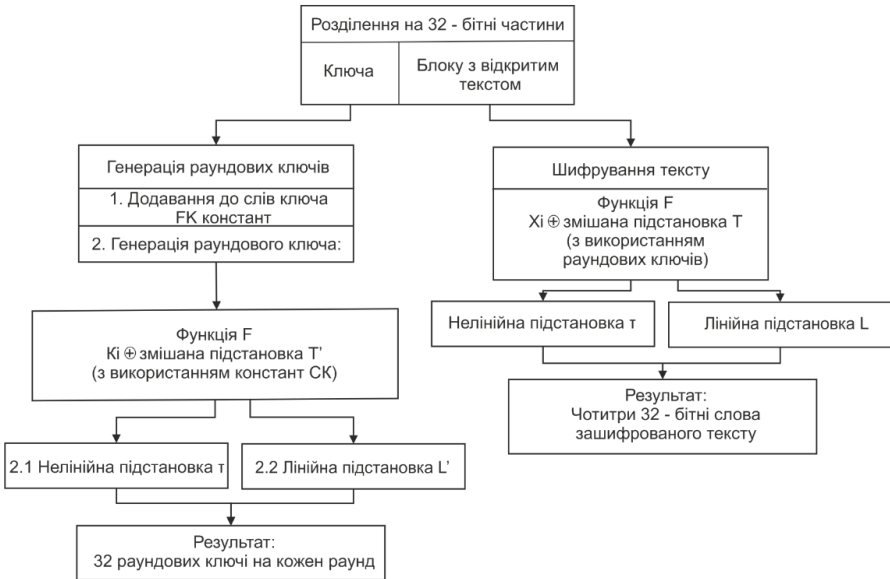


Рисунок 2 – Алгоритм шифрування стандарту SM4

Процес шифрування виконується таким чином:

$$X_{i+4} = X_i \oplus T(X_{i+1} \oplus X_{i+2} \oplus X_{i+3} \oplus rk_i), \quad i = 0, 1, \dots, 31.$$

Результатом шифрування є блок

$$(Y_0, Y_1, Y_2, Y_3) = (X_{35}, X_{34}, X_{33}, X_{32}).$$

Перетворення $T(\cdot)$ є суперпозицією нелінійної і лінійної заміни.

В результаті отримуємо новий зашифрований 128 - бітний блок, який надалі слугує у якості синхропосилки для другої частини відкритого тексту. Таким чином шифрується весь відкритий текст.

Для розшифрування шифртексту використовуються такі кроки.

Спочатку розшифровується перший шифрблок. Для розшифрування зашифрованого блоку відбувається той ж самий алгоритм, який відображено на рисунку 2 та в наданих формулах, але раундові ключі використовуються у зворотному напрямі. Потім для отримання першого блоку відкритого тексту результат розшифрування додається до синхропосилки.

Останні блоки розшифровуються аналогічно, тільки результат розшифрування шифрблок додається до попереднього шифрблоку.

Приклад шифрування:

Відкритий текст представлений у 16-ричній системі: 50 75 6E 69 73 68 6D 65 6E 74 20 67 69 76 65 73 .

Синхропосилка: 49 66 20 6F 6E 65 20 64 6F 65 73 20 6E 6F 74 20 .

Крок I – Складання відкритого тексту з синхропосилкою.

Результат: 19 13 4E 06 1D 0D 4D 01 01 11 53 47 07 19 11 53

Крок II – Ділення отриманого результату на чотири 32-бітні слова та генерація 32 раундових ключів.

Крок III – Проведення нелінійної підстановки T та лінійної підстановки L.

Як результат отримується 128-бітний блок зашифрованого тексту:

B2 FE 1D DA 6C D3 A3 BE CA D0 85 37 60 56 80 A4.

Слід зазначити, що оскільки в китайському стандарті використовуються тільки операції заміни, зсуву і складання по модулю 2, шифрування виконується дуже швидко.

Цей стандарт, який був відкритий в 2006 році, являє собою блискуче з'єднання переваг класичної мережі Фейстеля, яка робить однаковими алгоритми шифрування і розшифрування, і сучасних підходів, відображених в стандартах США (FIPS 197, тобто RIJNDAEL), України (ДСТУ 7624:2014) та інших.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. The SM4 Block Cipher Algorithm And Its Modes Of Operations [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://tools.ietf.org/id/draft-crypto-sm4-00.html#rfc.section.12>
2. SMS4 Encryption Algorithm for Wireless Networks [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eprint.iacr.org/2008/329.pdf>

КОНТРОЛЬ ЗА ВИДІЛЕНИМ ПРИМІЩЕННЯМ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИБОРУ RF CAPTURE

RF Capture [1] - це технологія, яка за допомогою Wi-Fi пристрою дозволяє дистанційно відстежувати рухомі предмети і людей, що знаходяться за стіною і закритими дверима, а також оцінювати їх зріст і масу. Відбитий радіосигнал, що надійшов до Wi-Fi-приймача, аналізується за особливим алгоритмом. Це дозволяє встановити, що та чи інша людина робить (стоїть, сидить або рухається за стіною). Це робиться відповідно до варіацій в її стилі та іншим параметрам.

RF Capture по суті є MIMO-пристроєм з трьома спрямованими антенами: дві антени використовуються для передачі сигналу в протифазі, і одна використовується для прийому.

Пристрій включає два основних компоненти. Перший компонент усуває «засвічування» від нерухомих предметів, виконуючи гасіння хвиль (MIMO nulling). Це дозволяє після програмної фільтрації враховувати тільки ті радіохвилі, які відбилися від рухомих об'єктів. Другий компонент відстежує об'єкт, що рухається, розглядаючи сам об'єкт як масив антен та використовуючи техніку зворотного радіолокаційного синтезування апертури.

Техніка працює наступним чином: коли об'єкт переміщується, він відображає сигнал з різних точок простору, що дозволяє думати про нього, як про рухому антену. Пристрій захоплює часову послідовність значень відбитого сигналу і розглядає їх послідовність просторових міток. Використовуючи стандартну антену, RF Capture здатний визначити відносний кут руху людини по відношенню до пристрою.

Різні частини тіла людини відображають сигнал по-різному в залежності від положення тіла щодо джерела випромінювання. Цей пристрій відстежує, як відбиті хвилі змінюються в залежності від рухів людини. Потім він збирає ці відображення і «склеює» їх в єдиний силует.

Таким чином, стає можливим негласний контроль за тим, що відбувається в приміщенні. Крім того, для використання таких пристроїв не потрібно отримувати будь-які додаткові дозволи, тому що використовується стандартний діапазон частот і потужності випромінювання.

На відміну від альтернативних методів візуалізації людини, в яких використовуються рентгенівські промені, світло, терагерцове

випромінювання або міліметрові хвилі; технологія RF-Capture використовує в роботі хвилі низьких частот (2,4-7,24 ГГц), які здатні проходити крізь стіни.

Інтенсивність радіосигналів, що проходять крізь стіни та відбиті від тіла людини, майже в 10 тисяч разів слабкіше сигналів, що транслюються стандартними стільниковими телефонами і в тисячу разів слабкіше, ніж сигнал Wi-Fi. Це робить його практично безпечним для людини та навколишнього середовища.

Серйозною перевагою технології стає можливість використання широко поширених і недорогих електронних компонентів, що робить технологію загальнодоступною.

Радіохвилі низькочастотного діапазону не дозволяють отримати на екрані деталізоване зображення, що сканується з образу. Разом з тим, можливості програмних алгоритмів RF-Capture дозволяють виділити конкретну людину з декількох, що перебувають в тому ж приміщенні. Для цієї мети потрібно попередньо ввести в базу даних ряд індивідуальних метричних характеристик, таких як зріст і контури тіла, які виконують роль своєрідного ідентифікатора. За результатами експерименту система RF-Capture дозволила з точністю до 95,7% ідентифікувати конкретну людину з 5-ти присутніх у тій ж кімнаті, і з точністю 88,2% - при збільшенні їх числа до 15.

На відстані "об'єкта" по ту сторону стіни в 3 м, рушійні фрагменти тіла розпізнаються з точністю 99,13%, а на відстані в 8 м - з точністю 76,4%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технология RF-Capture позволяет «видеть» сквозь стены. [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <https://habr.com/ru/company/icover/blog/386093/>

УДК 621.372.8.01

Романенко С.Н.¹, Шестопапов А.А.²

¹доц. НУ «Запорізька політехніка»

²студ. гр. РТ-817 НУ «Запорізька політехніка»

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛОСКОЙ СУПЕРЛИНЗЫ

В работе [1] была впервые теоретически исследована и обоснована возможность создания материалов с отрицательными значениями диэлектрической и магнитной проницаемостей. Такие материалы,

получившие название метаматериалов, обладают уникальными свойствами, которые отсутствуют у обычных природных веществ. Одно из свойств, отрицательный угол преломления, позволяет осуществить фокусировку поля плоским слоем метаматериала, что было показано в работе [2]. В работе [3] представлены результаты эксперимента, в котором с использованием плоского слоя метаматериала (названного суперлинзой) был впервые преодолен дифракционный предел, что получило название сверхразрешения.

Результаты моделирования

Суперлинза составлена из проволочных элементов в виде спиралей с разнонаправленной намоткой и линейных полуволновых отрезков, возбуждаемых соответственно магнитной и электрической компонентами поля. Расчеты проводились для размеров элементов структуры, использованных при экспериментальном исследовании в работе [3].

Структура расположена в ближней зоне излучения двух линейных вибраторов, расстояние между которыми может изменяться. На рис. 1 показана модель линзы и результаты расчета в виде 3D-распределения электрического поля в плоскости расположения вибратора-зонда.

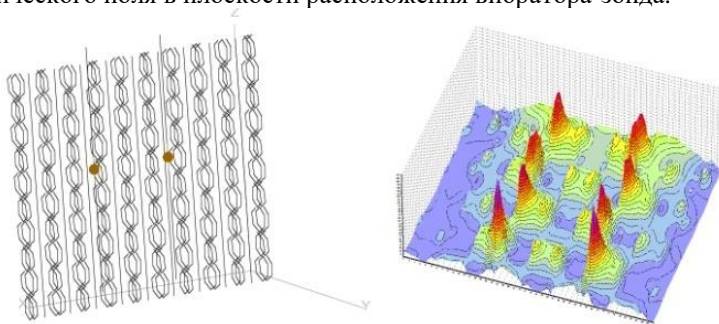


Рисунок 1 – Модель линзы (слева) и 3D-картина электрического поля

На рис. 2 представлен график распределения амплитуды z-компоненты электрического поля вдоль линии перемещения зонда.

Как видно, на рисунках 1 и 2 явно выделяются два максимума поля, а их положение соответствует координатам источников и с высокой точностью совпадает с экспериментом в [3]. При сближении источников максимумы поля сливаются и эффект сверхразрешения исчезает, что видно на рис. 3.

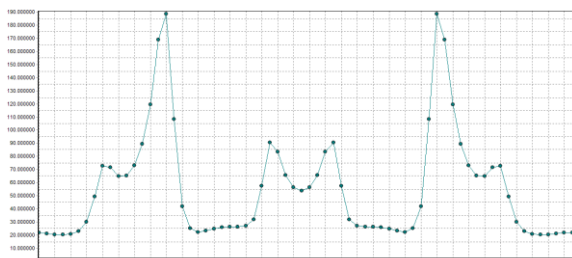


Рисунок 2 – Распределение z-компоненты поля вдоль линии перемещения зонда

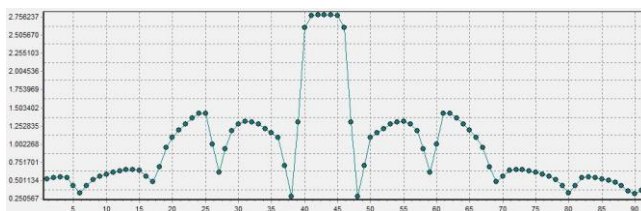


Рисунок 3 – Распределение поля при сближении источников

Заключение

В работе представлены результаты численного моделирования плоской линзы из метаматериала, состоящей из проволочных резонансных элементов в виде спиралей и линейных полуволновых отрезков. Показано, что структура обладает свойством фокусировки ближнего поля и позволяет преодолеть дифракционный предел. Результаты моделирования с высокой точностью согласуются с экспериментальными данными.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Veselago V.G. The Electrodynamics of Substances with Simultaneously Negative Values of ϵ and μ // Sov. Phys. Usp. 1968. vol. 10, P. 509.
2. Pendry J.B. Negative Refraction Makes a Perfect Lens // Phys. Rev. Lett. 2000. vol. 85. P. 3966.
3. Lagarkov F.N., Kissel V.N. Numerical and experimental investigation of the superresolution in a focusing system based on a plate of “left-handed” material // Proc. of the Symp. F, ICMAT 2003. P. 157-160.

РАССЕЯНИЕ ВОЛН СЛОЕМ МЕТАМАТЕРИАЛА

Многочисленные теоретические работы и экспериментальные исследования, проведенные в последние годы, подтвердили справедливость выводов о свойствах так называемых «левосторонних» сред, в которых диэлектрическая и магнитная проницаемости одновременно отрицательны [1]. Такие среды имеют уникальные свойства, которые отсутствуют у природных веществ и уже находят практические применения. В зарубежной литературе левосторонние среды получили название сред с отрицательной рефракцией (NR-среды “Negative Refraction”), LH-среды (left-handed), метасреды, метаматериалы.

В работе представлены результаты численного моделирования резонансных свойств слоя метаматериала, состоящего из периодически расположенных в пространстве проволочных спиралей разнонаправленной намотки.

Результаты моделирования

Моделирование проводилось на примере структуры, фрагмент которой показан на рис.1.

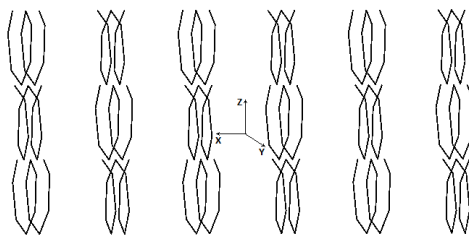
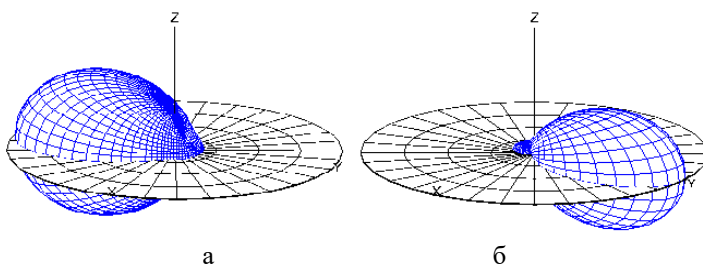


Рисунок 1 – Фрагмент слоя метаматериала

Слой метаматериала располагался в плоскости XOZ и возбуждался плоской волной, распространяющейся вдоль оси Y с электрическим полем, поляризованным вдоль оси Z . При моделировании использовались параметры структуры, которые в точности соответствуют экспериментально проверенным данным работы [2].

В результате моделирования на частоте $f=2$ ГГц выявлен эффект полного отражения, а на частоте $f=2.8$ ГГц – полного прохождения волны

(рис.2). На частоте $f=2.39$ ГГц зафиксировано явление отклонения направления распространения электромагнитной волны на 90° (рис. 3).



а – режим полного отражения; б – режим полного прохождения
Рисунок 2 – Режимы рассеяния волны на разных частотах

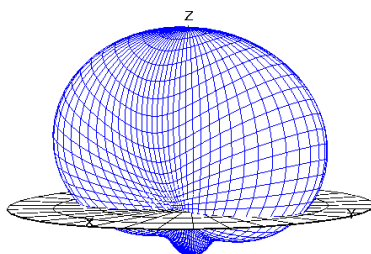


Рисунок 3 – Режим отклонения волны

Исследования показали, что электрофизические параметры рассмотренного слоя метаматериала носят тензорный характер. В частности, в режиме полного прохождения на частоте $f=2.8$ ГГц оценка величины относительной магнитной проницаемости дает значение $\mu_{xx} \approx 35$. При этом длина волны в слое составляет $\lambda_2 \approx 1,8$ см, а в свободном пространстве $\lambda_0 = 10,7$ см.

Заключение

При выбранных размерах спиралей и их взаимном расположении слой метаматериала на частоте $f=2$ ГГц полностью отражает падающую на него волну, а на частоте $f=2,8$ ГГц волна без отражения проходит сквозь слой. На частоте $f=2,39$ ГГц структура отклоняет падающую волну, что характерно для гиротропной магнитной среды. Полученные результаты подтверждают возможность создания искусственных материалов, позволяющих управлять свойствами рассеянных на них волн.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Veselago V.G. The Electrodynamics of Substances with Simultaneously Negative Values of ϵ and μ . *Sov. Phys. Usp.* 1968, vol. 10, P. 509.
2. Lagarkov A.N., Kissel V.N. Numerical and experimental investigation of the superresolution in a focusing system based on a plate of “left-handed” material. *Electromagnetic materials. Proc. of Symp. F, ICMAT 2003.* – World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. 2003, pp. 157-160.

УДК 621.391.63

Карпуков Л.М.¹, Щекотихін О.В.², Савченко Д.К.³

¹ проф. НУ «Запорізька політехніка»

² доц. НУ «Запорізька політехніка»

³ асп. НУ «Запорізька політехніка»

ПРО ИНТЕНСИВНІСТЬ ВИПРОМІНЮВАННЯ СВІТЛА З БОКОВОЇ ПОВЕРХНІ ОПТОВОЛОКНА

Незважаючи на високу захищеність оптоволокна від несанкціонованого доступу, існує принципова можливість створення каналів витоку інформації, що передається по оптоволоконних лініях зв'язку.

Для формування каналу витоку інформації з кабельної структури лінії зв'язку потрібен прямий фізичний контакт з оптоволоконном - носієм інформації. При розривному контакті здійснюється врізка у волокно пристроїв, відводящих частину оптичного випромінювання в канал витоку інформації. При нерозривній підключенні цілісність оптоволокна зберігається, а канали витоку інформації утворюються за рахунок реєстрації побічної розсіяного випромінювання.

Технічні канали витоку інформації характеризуються різною інтенсивністю виведеного сигналу.

В роботі визначені втрати на випромінювання з неоднорідностей в одномодовому оптоволоконні Corning SMF-28 з параметрами: $a = 4,1$ мк, $n_1 = 1,447$, $n_2 = 1,442$, $NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = 0,117$, $V = 2,283$ на довжині хвилі $\lambda = 1,32$ мкм [5]. Для розрахунку втрат використовувалися формули, наведені в [1-5].

Втрати на вигині. Розрахунок коефіцієнта загасання потужності через випромінювання на вигині з радіусом R дає наступні значення:

- при $R = 0,01$ м маємо $\alpha_3 = 1,25$ дБ/м; загальні втрати на довжині $L_1 = 0,0314$ м, що становить півколо, рівні $A_3 = 0,0393$ дБ;

- при $R = 0,005$ м маємо $\alpha_3 = 429,1$ дБ/м, загальні втрати на довжині $L_2 = 0,0157$ м, що становить півколо, рівне $A_3 = 6,740$ дБ.

Втрати на ділянці з деформацією. Для деформованого за синусоїдальним законом ділянки оптоволокна Corning SMF-28 кут максимального випромінювання $\theta_m = 6,3^\circ$. Цьому куту відповідає просторова частота деформацій $\Omega = 5,3 \cdot 10^4$ м⁻¹ і період деформацій $L_z = 1,2 \cdot 10^{-4}$ м. Коефіцієнт загасання потужності через випромінювання при амплітуді деформацій $\sigma_a = \lambda/20$ буде дорівнювати $\alpha_{\text{деф}} = 12,6$ дБ/м. Загальні втрати на довжині $L_1 = 0,0314$ м деформованої ділянки рівні $A_{\text{деф}} = 0,396$ дБ.

Втрати на малій неоднорідності. Нехай неоднорідність в серцевині оптоволокна є малий об'єм з поверхнею у вигляді півсфери, заповнений повітрям $n_v = 1$. Радіус півсфери $r_n = \lambda/20$. Неоднорідність розташована на кордоні серцевини з оболонкою $r_v = a$. Розрахунок втрат на випромінювання з неоднорідності об'ємом $2\pi r_n^3/4$ дає $\alpha_{\text{мн}} = 2,96 \cdot 10^{-7}$ дБ.

Якщо на довжині L_1 розташувати малі неоднорідності з періодом $L_z = 1,2 \cdot 10^{-4}$ м, то загальні втрати на випромінювання складуть $\alpha_{\text{мн}} = 0,035$ дБ.

Втрати на Релесівське розсіювання. Втрати світла в оптоволокну через випромінювання Релея складуть $\alpha_p = 2,63 \cdot 10^{-4}$ дБ/м. На довжині $L_1 = 0,0314$ м загальні втрати на випромінювання $8,28 \cdot 10^{-6}$ дБ.

Для того, щоб отримати такі ж втрати на випромінювання, як від вигину, необхідно зняти випромінювання Релея з 181 метра оптичного волокна.

Порівнюючи отримані чисельні значення втрат на випромінювання від різних джерел, можна зробити висновок, що найбільш простим, технологічним і ефективним способом отримання технічного каналу витоку інформації з оптоволокна є його вигин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Снайдер А. Теория оптических волноводов: Пер. с англ. Под ред. Е.М. Дианова, В.В. Шевченко. / Снайдер А., Лав Дж. – М.: Радио и связь, 1987. – 656 с.

2.Маркузе Д. Оптические волноводы: Пер. с англ. под ред В.В. Шевченко [текст] / Д. М Маркузе. – М.: Мир, 1974. - 576 с.

3.Marcuse D. Curvature loss formula for optical fibers. // Optical Society of America vol. 66, No. 3, March 1976 pp. 216-220.

4.Schermer R. T., Cole J. H. Improved Bend Loss Formula Verified for Optical Fiber by Simulation and Experiment //IEEE J. of Quantum Electronics vol. 43, No 10, Oktober 2007 pp.899-909.

УДК 004.056(075)

Матвейчук О.В.¹, Воскобойник В.О.²

¹ студ. гр. РТ-819м НУ «Запорізька політехніка»

² проф. НУ «Запорізька політехніка»

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ЗАХИСТУ КОМП'ЮТЕРІВ ВІД НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ДОСТУПУ

Метою даної роботи є аналіз методів захисту інформації від несанкціонованого доступу. Як правило, використовуються такі методи як ідентифікація, автентифікація, управління доступом і технічні засоби. Біометрична автентифікація заснована на унікальності певних антропометричних характеристик людини. В області інформаційних технологій поняття біометрія застосовується в значенні технології ідентифікації особистості. Біометричний захист більш ефективний ніж такі методи, як використання смарт-карт, паролів, PIN-кодів. Найчастіше використовуються: параметри голосу, візерунок райдужної оболонки ока і карта сітківки ока, форма долоні, відбитки пальців, форма і спосіб особистого підпису та риси обличчя.

Для вирішення задач біометричної автентифікації використовуються штучні нейронні мережі (ШНМ). Це паралельно розподілена система обробки інформації, утворена тісно зв'язаними простими обчислювальними вузлами (однотипними або різними), що має властивість накопичувати експериментальні знання, узагальнювати їх і робити доступними для користувача у формі, зручній для інтерпретації й прийняття рішень.

Розпізнавання образів (зображень, текстів, звуку, мови тощо) є тією галуззю, де найбільш яскраво виявляються переваги ШНМ. Найбільш придатною для розпізнавання зображень і їх класифікації є архітектура згорткових нейронних мереж (ЗНМ). Вона обробляє дані не цілком, а фрагментами, але при цьому дані не дробляться на частини, а здійснюється послідовний прогін. Потім дані передаються далі по верствам. З її допомогою

можливо розпаралелювання обчислень, і, як наслідок, використання графічних процесорів. Однак ця архітектура потребує налаштування великої кількості варійованих параметрів, таких як кількість шарів, кількість ядер в кожному шарі, функції активації кожного нейрона і багато інших.

Для рішення задачі верифікації буде використовуватися ЗНМ, а саме попередньо навчена нейронна мережа ResNet. Для навчання ЗНМ використовується алгоритм зворотного поширення помилки з обмеженням на ваги. Від мережі відрізаються шари, що відповідають за класифікацію, і залишаються тільки згорткові шари, які витягують ключові ознаки з зображення. Результат роботи - набір чисел, який називається дескриптором. Дескриптор – ідентифікатор особливої точки (вектор), який робить її унікальною щодо інших особливих точок. Такі дескриптори будуть знайдені з фотографій, одна з яких попередньо завантажена в програму, а інша завантажується з web-камери.

Мережа навчена спеціальним чином так, щоб дескриптори фотографій однієї людини перебували поруч один з одним, а різних людей - далеко один від одного. Щоб оцінити близькість дескрипторів в `dlib` використовується Евклідова відстань. Якщо значення Евклідової відстані між дескрипторами менше 0.6, то вважається, що на фотографіях одна й та сама людина. Попередньо навчений метод виявлення орієнтирів особи в бібліотеці `dlib` використовується для оцінки місця розташування 68 (x, y) - координат, які співставляються з лицьовими структурами.

Якщо витягувати дескриптор з фотографії повернутого обличчя, не знаходячи ключових точок, він може сильно відрізнитися від дескриптора фотографії особи в фас. Щоб вирішити цю проблему, `dlib` використовує афінне перетворення фотографії з використанням ключових точок. Проводиться перенесення ключових точок в таку позицію, як нібито людина дивиться прямо в камеру. Дескриптори витягуються тільки після афінного перетворення зображення.

Розроблене ПЗ може застосовуватися в різних сферах діяльності, задачах забезпечення безпеки інформаційної діяльності з використанням методів автентифікації та верифікації. Дане ПЗ може застосовуватися в банківській сфері для автентифікації співробітника або клієнта. Для співробітника, - це може використовуватись для доступу в систему на робочому комп'ютері, а для клієнта - верифікації, наприклад, при пред'явленні паспорта (що буде завантаженою фотографією) і фотографією з web-камери для, наприклад, доступу до своїх даних або для обліку клієнтів співробітниками банку. Також ця програма може бути застосована на пропускних контролях підприємства разом із використанням пропуску або

замість нього. Попередньо в базу даних будуть внесені фотографії кожного із співробітників, і ШНМ визначатиме, співробітник чи це і який саме, дозволяючи або забороняючи певний тип доступу або доступ взагалі. Також на підприємствах за допомогою даного ПЗ може проводитися автентифікація при доступі до робочого комп'ютера, що також підвищить безпеку підприємства.

УДК 004.056(075)

Воскобойник В.О.

проф. НУ «Запорізька політехніка»

ЗАСТОСУВАННЯ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ

Через велику кількість вхідних та вихідних даних в сучасних системах обробки інформації, а також різних факторах що впливають на систему, виникає необхідність автоматизації обробки даних, а це призводить до створення експертної системи.

У процесі оцінювання стану забезпечення інформаційної безпеки і тенденцій її зміни, як правило, проводиться аналіз впливу суттєвих факторів на результати оцінки. Слід зазначити, що необхідність такого аналізу ускладнює вимоги до експертної системи. Якщо зупинитися тільки на процедурах оцінки стану забезпечення інформаційної безпеки і збору даних, то досить було б розробити базу даних і програми розрахунку показників. Однак на практиці необхідно не тільки оцінити стан забезпечення інформаційної безпеки, але і встановити чинники, зміна яких дозволить підвищити захищеність інформаційних систем від негативних впливів.

Цей аналіз можливо проводити за допомогою багаторазових розрахунків показників оцінки забезпечення інформаційної безпеки за розробленими аналітичним співвідношенням, однак при цьому необхідно здійснювати варіювання великої кількості одиничних показників, які використовуються при розрахунках комплексних показників ефективності. Важливу роль при оцінюванні стану забезпечення інформаційної безпеки відіграє призначення вагових коефіцієнтів для показників всіх рівнів, яке проводиться, як правило, з використанням метода експертного опитування, що призводить до відхилень в результатах оцінки і необхідності коригування вагових значень показників.

Експертна система має являти собою спеціалізований програмний продукт, який буде встановлюється на автоматизовані робочі місця як

персоналу, що відповідає за забезпечення інформаційної безпеки, так і керівників організації.

Результати експертної оцінки багато в чому залежать від застосовуваного методу, але в будь-якому випадку ці процедури є досить рутинними. При наявності неповних або нечітких вихідних даних результати раніше проведених аналізів стану забезпечення інформаційної безпеки можуть виявитися важливими, але трудомісткі процедури порівняння численних вихідних даних вкрай ускладнюють використання прямих методів розрахунку показників в інтересах такого аналізу.

Експертна система має забезпечувати можливість проведення оцінки ефективності захисту інформації на перед проектної стадії створення систем захисту інформації при проведенні внутрішньої чи зовнішньої перевірки інформаційної безпеки для визначення відповідності інформаційних систем що до вимог безпеки інформації.

Робота по проведенню оцінки ефективності захисту інформації здійснюється шляхом виконання наступних процедур: підготовка вихідних даних; проведення контролю реалізації вимог; розрахунок комплексних показників оцінки стану системи захисту інформації.

Запропонований підхід надає можливість оцінити наявні вимоги щодо забезпечення інформаційної безпеки та оцінити їх стан для подальшого використання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Экспертная система оценки эффективности защиты информации [Электронный ресурс] / Андрей Николаевич Люльченко - Режим доступа: <https://docplayer.ru/44883515-Ekspertnaya-sistema-ocenki-effektivnosti-zashchity-informacii.html>

2. Современные тенденции оценки защиты информации [Электронный ресурс] / Зюзин Александр Сергеевич - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-tendentsii-otsenki-zashchity-informatsii>

3. Применение экспертных систем для анализа и оценки информационной безопасности [Электронный ресурс] / Чернышов Александр Владимирович - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-ekspertnyh-sistem-dlya-analiza-i-otsenki-informatsionnoy-bezopasnosti.pdf>

ЗАХИСТ КОНФІДЕНЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ ЛІНІЯХ ЗВ'ЯЗКУ

Поставлена задача підвищення захищеності вирішується тим, що виконується маскувannya інформаційного сигналу перед передачею по волоконно-оптичній лінії зв'язку, тобто забезпечується однакова форма заповнення кожної частини тактового інтервалу T як при передачі двійкового нуля, так і при передачі двійкової одиниці, а на приймальній стороні виконуються зворотні перетворювальні дії. Перед передаванням інформації вона проходить етап маскувannya, інформацію, яку треба захистити, розподіляють за кодом RZ-1/4, а на виході приймача отримується інформація в коді NRZ.

Запропонований спосіб захисту інформаційного сигналу від несанкціонованого доступу у волоконно-оптичних лініях зв'язку дозволяє передавати інформаційні сигнали як двійкових нулів, так і двійкових одиниць в однаковій формі. При цьому досягається позитивний технічний результат - надійне маскувannya інформації, що передається у волоконно-оптичних лініях зв'язку та чітке її розпізнавання на приймальній стороні.

В основу поставлено задачу розробки пристрою захисту інформації у волоконно-оптичних лініях зв'язку від несанкціонованого доступу з підвищеною захищеністю, надійністю та з покращеною якістю інформаційного сигналу на приймальній стороні, які досягаються шляхом технічних удосконалень.

Поставлена задача вирішується тим, що виконується маскувannya інформаційного сигналу перед передачею по волоконно-оптичній лінії зв'язку шляхом додавання в схему генератора маскуючих сигналів, оптичних ліній затримки, мультиплексора та демультиплексора, а на приймальній стороні маскувальний сигнал відкидається та виконуються зворотні перетворювальні дії.

Пристрій дозволяє передавати інформаційні сигнали як двійкових нулів, так і двійкових одиниць в однаковій формі. При цьому досягається позитивний технічний результат – надійне маскувannya інформації, що передається у волоконно-оптичних лініях зв'язку та чітке її розпізнавання на приймальній стороні.

Недоліком відомого способу є те, що при використанні вузько хвильових фільтрів, налаштованих перший на хвилю нуля, а другий на хвилю одиниці, інформація може бути розшифрована.

Вирішення задачі досягається маскуванням захищеної інформації по лінії зв'язку як при передаванні одиниці, так і нулів, шляхом використання технології щільного спектрального мультиплексування WDM, довжина хвиль з захищеною інформацією постійно змінюється за рівні інтервали часу. А також при маскуванні інформації частини часу змінюються кожного разу за нерівні інтервали по випадковому закону. Наявність постійної зміни довжини хвиль, на якій передається захищена інформація, суттєво підвищує її захищеність від НЗІ.

Запропонований спосіб захисту інформаційного сигналу дозволяє передавати інформаційні сигнали як двійкових нулів, так і двійкових одиниць в однаковій формі і постійно змінювати довжини хвиль, на яких передається захищена інформація. При цьому досягається позитивний технічний результат - надійне маскування інформації, що передається у волоконно-оптичних лініях зв'язку та чітке її розпізнавання на приймальній стороні.

При маскуванні та передачі інформаційних у волоконно-оптичних лініях зв'язку за рівні проміжки часу спосіб працює наступним чином. Передача замаскованих двійкових одиниць та нулів відбувається обов'язково на двох сусідніх довжинах хвиль стандартного частотного плану WDM, які мультиплексуються та передаються одночасно на довжинах хвиль λ_n та λ_m . Частотний план WDM поділяється на рівні частини. За рівні частини часу t_1, t_2, \dots, t_n передаються сумісні пари частот λ_n та λ_m . На кожній новій частині часу t_n змінюються довжини хвиль λ_n та λ_m по псевдовипадковому закону. Після проходження інформації крізь лінію зв'язку на прийальному боці виконуються зворотні дії, які розшифровують захищену інформацію. При маскуванні та передачі інформаційних сигналів у волоконно-оптичних лініях зв'язку за нерівні проміжки часу спосіб працює наступним чином. Передача замаскованих двійкових одиниць та нулів відбувається обов'язково на двох сусідніх довжинах хвиль стандартного частотного плану WDM, які мультиплексуються та передаються одночасно на довжинах хвиль λ_n та λ_m . Для подальшого захисту інформації шляхом її маскування частотний план WDM поділяється на нерівні частини шляхом зміни частини часу t_1, t_2, \dots, t_n на нерівні частини. Кожного разу пакети інформації на хвилях λ_1 та λ_2 великі, наступні пакети інформації на хвилях λ_5 та λ_6 малі, пакети інформації на хвилях λ_n та λ_m надто великі, пакети інформації на хвилях λ_3 та λ_4 дуже малі і т.д. Після проходження інформації крізь лінію зв'язку на

приймальному боці виконуються зворотні дії, які розшифровують захищену інформацію.

УДК 621.391.63

Карпуков Л.М.¹, Щекотихін О.В.², Савченко Д.К.³, Старченко М.І.⁴

¹ проф. НУ «Запорізька політехніка»

² доц. НУ «Запорізька політехніка»

³ асп. НУ «Запорізька політехніка»

⁴ студ. гр. РТ-817 НУ «Запорізька політехніка»

УДОСКОНАЛЕНИЙ СПОСІБ ЗАХИСТУ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ МАСКУВАННЯ НУЛЯ

Метою роботи є розробка більш надійного способу передачі конфіденційної інформації в волоконно-оптичній лінії зв'язку для ефективного захисту від несанкціонованого доступу шляхом впровадження додаткового маскування лінійного коду перед його передачею та демаскування на приймальному боці.

Поставлена задача підвищення захищеності вирішується тим, що виконується маскування інформаційного сигналу перед передачею по волоконно-оптичній лінії зв'язку, тобто забезпечується однакова форма заповнення кожної частини тактового інтервалу T як при передачі двійкового нуля, так і при передачі двійкової одиниці, а на приймальній стороні виконуються зворотні перетворювальні дії. При цьому виконують наступні перетворювальні дії. Перед передаванням інформації вона проходить етап маскування, а саме, інформацію, яку треба захистити, розподіляють за кодом RZ-1/4, тобто на чотири частини тактового інтервалу T , причому двійкова одиниця передається однією чвертю тактового інтервалу T на його початку, затримується на час, рівний $1/2$ частині тактового інтервалу, та передається як на початку тактового інтервалу, так і у третій його чверті разом протягом кожного тактового інтервалу T , маскування інформації виконується також при передачі двійкового нуля, передавання якого відбувається заміною відсутнього в тактовому інтервалі T нульового посилення на посилення імпульсів відповідних двійковій одиниці, та виконуються такі ж перетворювальні дії як для двійкових одиниць, Передача замаскованих двійкових одиниць та нуля відбувається на двох обов'язково сусідніх довжинах хвиль стандартного частотного плану WDM, які мультиплексуються і передаються одночасно, На приймальному боці після

демультиплексування інформація маскованих двійкових нулів відкидається, а двійкових одиниць передається для подальшої обробки, в процесі якої інформація на $1/4$ та $3/4$ частинах кожного тактового інтервалу T коду RZ- $1/4$ затримується на час, що дорівнює $1/4$ частині тактового інтервалу, відповідно інформація відображається на $2/4$ та $4/4$ частинах у кожному тактовому інтервалі при передаванні двійкової одиниці, а на виході приймача отримується інформація в коді NRZ.

Спосіб працює наступним чином. Виконуються наступні перетворювальні дії. Отримуємо інформацію у вигляді інформаційних сигналів, у коді RZ- $1/4$ на певній довжині хвилі Л1. Наступним кроком отримані у коді RZ- $1/4$ інформаційні сигнали затримуються на час, що дорівнює половині такто-вого інтервалу, що для коду RZ- $1/4$ представляє собою чотири окремих частини, тобто на час, рівний $T-1/2$, та поєднуються з першою його чвертю, що передається за час $T-1/4$, в результаті чого у кожному тактовому інтервалі T передаються сигнали на довжині хвилі Л1 при передачі двійкової одиниці у часі $T-1/4$ та $T-3/4$, а при передачі двійкових нулів інформаційні сигнали відсутні. Для забезпечення більш високої захищеності переданих сигналів переходимо до етапу маскування інформаційних сигналів двійкових нулів, де допоміжний маскований сигнал, що генерується на сусідній довжині хвилі частотного плану WDM, тобто на довжині хвилі Л2 при передачі двійкового нуля, передається на першій чверті тактового інтервалу $T-1/4$, далі затримується на час, рівний $T-1/2$, та відображається у третій чверті тактового інтервалу, тобто у часі $T-3/4$, та поєднується з першою його чвертю, що передається за час $T-1/4$.

Отримані сигнали мультиплексуються, в результаті чого у кожному тактовому інтервалі T передаються сигнали на довжині хвилі Л1 та Л2 при передачі як двійкової одиниці, так і двійкового нуля у часі $T-1/4$ та $T-3/4$ рівномірно протягом кожного тактового інтервалу T , тобто інформаційний та маскований сигнали передаються у вигляді суцільного потоку даних коду RZ- $1/4$, що унеможливає зрозуміти перехоплювачеві, де нуль, а де одиниця. На приймальному боці після демультиплексування допоміжні масковані сигнали при передачі двійкового нуля відкидаються і залишаються лише інформаційні сигнали при передачі двійкової одиниці в моменти часу $T-1/4$ і $T-3/4$, які затримуються у часі на $1/4$ тактового інтервалу та передаються відповідно у моменти часу $T-2/4$ і $T-4/4$. Усі отримані чотири інформаційні сигнали у кожній частині тактового інтервалу $T-1/4$, $T-2/4$, $T-3/4$, $T-4/4$ підсумовуються, в результаті чого виходить сигнал чітко переданий протягом всього тактового інтервалу T при отриманні двійкової одиниці. Так як допоміжні масковані сигнали при передачі двійкового нуля відкинуті, то у

відповідних чвертях тактового інтервалу відсутні інформаційні сигнали і на приймальному боці потрапляє інформація у чітко розрізняваному форматі коду NRZ.

Розроблено новий спосіб захисту інформації, який полягає у маскуванні нуля при передачі по лініях зв'язку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пат. 123836 Україна, МПК H04K 1/10 (2006.01), H04B 10/25 (2013.01). Спосіб захисту інформації у волоконно-оптичних лініях зв'язку від несанкціонованого доступу / О.В. Щекотихін, Л.М. Карпуков, Д.К. Савченко, Т.В. Литовка. – № u2017 09443, заявл. 29.09.2017, опубл. 12.03.2018, Бюл.№ 5, 2018 р. – 4 с.

УДК:004.4

Орловський Д.І.¹, Неласа Г.В.²

¹ студ. гр. РТ-818 НУ «Запорізька політехніка»

² проф. НУ «Запорізька політехніка»

ТЕХНІКА РОЗВІДКИ ЗА ВІДКРИТИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ІНФОРМАЦІЇ. ТЕХНОЛОГІЇ OSINT. ВИВЧЕННЯ ПРОТОКОЛУ BIT-TORRENT ЗАСОБАМИ OSINT

Open source intelligence (OSINT) – концепція добування і використання інформації із відкритих та загальнодоступних джерел. Суттєво відрізняється від інших типів розвідувальної діяльності законністю та доступністю для будь-якого громадянина.

Джерелом OSINT є: ЗМІ, форуми, соціальні мережі, блоги; публічні звіти, спостереження (супутникові знімки); академічні або професійні статі, звіти, доповіді, тощо.

В Україні тема OSINT стала відома завдяки діяльності журналістських спілок «Миротворець», InformNapalm, Bellingcat, які доводять факти російської агресії, а саме: військові частини Російської Федерації, які приймали участь у бойових діях проти України на Донбасі та в АР Криму; інформація про збиття Boeing 777 біля Донецьку, тощо.

Data Scraping – технологія отримання даних з комп'ютерної середи у зрозумілому для людини форматі.

Поділяється на декілька видів: запис екрану; веб-скрапінг («взяття» інформації з HTML або JSON); комп'ютерно-програмний звіт (інформації з показів центрального процесору, оперативної пам'яті, жорсткого диску).

Отже, **метою** проекту є практика OSINT з використанням технології Data Scraping, а саме вивчення платформи для аналізу BitTorrent протоколу для реалізації мети автори ставить наступні завдання:

Розробка веб-інтерфейсу, на якому відображається інформація про завантажений контент певною IP-адресою з сигналізуванням наявності забороненого контенту.

Створення бази даних, з даними про IP-адреси та скачуванні файли.

Створення загальнодоступного API для інтерфейсів (боти, тощо)

Розробка системи аутентифікації користувачів на платформі.

Опрацювання CSV файлів(потокowego внесення даних таблицею).

Реалізація адмін-панелі з доступом до бази.

Поставлена мета реалізується засобами програмування JavaScript, а саме:

Платформа «Node JS(Express)»;

База даних – «MongoDB»;

Парсер веб-сторінки – Cheerio;

Сайт з інформацією - iknowwhatyoudownload.com

Одна з особливостей, яку необхідно донести, полягає в тому, що не в умовах динамічної IP-адресації наявність скачаного контенту з однієї IP-адресу не є підставою звинувачувати людину, а є натяком на можливість аудиту цієї адреси.

На фінальному етапі проекту була виконана мета і був створений загальнодоступний веб-сайт: <https://scrambleproject.herokuapp.com>.

Автори планують розвивати свій проект за допомогою таких нововведень:

Перенесення інтерфейсу на React JS (швидкість інтерфейсу)

Доведення до кінця адмін-панелі.

Додавання іншого функціоналу із практики OSINT. Наприклад: пошук людей за нік-неймом у мережі, аналіз мобільних номерів через платформу OLCX, тощо.

Таким чином, завдяки принципу OSINT, можливо отримати інформацію про завантаження файлів у BitTorrent протоколі певною людиною, зробити аналіз наявності порушення законодавства тощо. З іншого боку, наявність у відкритому доступі значної кількості компрометуючої інформації спонукає захищати персональні дані, користуватись VPN, TOR, вивчати правила веб-гігієни, тощо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. OSINT. Що це? -<https://ru.wikipedia.org/wiki/OSINT>

2. Документація NODE.JS - <https://nodejs.org/uk/docs/>
3. MongoDB Guide - <https://docs.mongodb.com/guides/>
4. PassportJS(аутентифікація) - <http://www.passportjs.org/docs/>

УДК:004.4

Ребриков М. М.¹, Неласа Г.В.²

¹ студ. гр. РТ-818 НУ «Запорізька політехніка»

² проф. НУ «Запорізька політехніка»

РОЗРОБКА TELEGRAM-БОТА ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ДАНИХ КОРИСТУВАЧА ЗА ДОПОМОГОЮ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ NODE.JS ТА СУБД MONGODB

На даний час є велика кількість веб-сайтів і додатків, кожен з яких вимагає від користувача реєстрації в системі. Щоб виключити ймовірність злому свого логіна, користувачеві необхідно використовувати складні паролі, які відрізняються один від одного. Внаслідок цього виникає потреба запам'ятовувати велику кількість паролів, що доволі складно.

Надійним рішенням зберігати паролі є використання менеджера паролів. Деякі з них виконані у вигляді десктопних, мобільних або веб додатків, таких як, 1Password, KeePass, LastPass, RoboForm та багато інших. Більшість подібних сервісів є пропрієтарними, тобто користувач не може побачити початковий код і зрозуміти, чи є методи шифрування і зберігання даних, який використовує той чи інший сервіс не застарілим або безпечним.

Так як останнім часом дуже багато людей користуються месенджером telegram, виникла ідея знайти аналоги десктопних і мобільних додатків для нього. Під час досліджень було знайдено вже готового telegram бота (@PasswordWizardBot), але відкритим залишилось питання безпеки обробки та збереження даних користувачів. Так як не було знайдено відкритий репозиторій, в якому могли б зберігатися файли з вихідним кодом даного сервісу, переконатися в його безпеці не є можливим. Тому було прийняте рішення розробити власний telegram-бота для зберігання паролів.

Основні поставлені завдання такі:

- зберігання паролів в зашифрованому вигляді в базі даних;
- можливість додавати, редагувати і видаляти паролі;
- захист бази даних і доступу до неї;
- перевірка паролів на унікальність і вразливість;
- генерація паролів з заданими користувачем параметрами;

На даний момент реалізовано зберігання паролів в зашифрованому вигляді в базі даних. Також в базі даних зберігається унікальний ідентифікатор користувача, за яким і здійснюється доступ до полів з паролями в базі даних, при цьому для отримання відповіді від сервера і подальшим виведенням всіх паролів даного користувача, йому необхідно ввести генеральний пароль, який він вказує при реєстрації в чат боті. Також створено функціонал для генерації нового пароля.

Важливим моментом проекту є те, що на стадії розгортання бота на віддаленому сервері, його вихідний код буде перебувати у відкритому доступі, тому будь-хто може побачити початковий код розробленого бота і переконатися в його безпеці, запропонувати правки і поліпшення щодо коду програми. При цьому всі дані конфігурації проекту, включаючи і ключі шифрування, винесені в окремі файли, які не потраплять у відкритий репозиторій.

Для покращення роботи та швидкодії бота були проведені тести за результатами яких знайдений кращий в даному випадку метод шифрування даних.

Незабаром планується доробка користувацького інтерфейсу, додавання функціоналу для перевірки електронної пошти користувача на факт злому її на будь-яких сторонніх сайтах, розміщення сайту на віддаленому сервері і, можливо, додавання функціоналу для шифрування і зберігання в зашифрованому вигляді текстових повідомлень і різних файлів. Також планується розробити захист від «ін'єкцій» в базу даних.

Так як обмежені можливості месенджера telegram, а саме взаємодія користувача і інтерфейсу чат-бота, не дозволяють реалізувати деякий функціонал, в подальшому планується створення десктопного, мобільного та веб-додатків з допомогою таких фреймворків для Node, як React і React Native.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Node.js [Електронний ресурс] – <https://nodejs.org>
2. Express.js [Електронний ресурс] – <https://expressjs.com>
3. MongoDB [Електронний ресурс] – <https://www.mongodb.com>
4. Telegram Bot Api [Електронний ресурс] – <https://core.telegram.org/bots/api>
5. node-telegram-bot-api [Електронний ресурс] – <https://github.com/yagop/node-telegram-bot-api>
6. crypto-js [Електронний ресурс] – <https://www.npmjs.com/package/crypto-js>

ЗАХИСТ ПЕРСОНАЛЬНИХ ДАНИХ КОРИСТУВАЧА НА ВЕБ-САЙТІ З ВИКОРИСТАННЯМ JWT

JSON Web Token (JWT) – це відкритий стандарт (RFC 7519) який визначає компактний і автономний спосіб безпечної передачі інформації між сторонами в якості об'єкта JSON. Ця інформація може бути перевірена і довірена, тому що вона має цифровий підпис. JWTs може бути підписаний з допомогою секрету (з допомогою алгоритму HMAC) або пари відкритого та закритого ключів з використанням RSA або ECDSA.

Хоча JWTs може бути зашифрований, щоб забезпечити секретність між сторонами, ми зосередимося на підписаний жетони. Підписані токени можуть підтвердити цілісність з тверджень, що містяться в ньому, в той час як зашифровані маркери приховати це претензії з боку інших сторін. Коли токени підписуються з допомогою пар відкритого та закритого ключів, підпис також засвідчує, що тільки сторона, що володіє закритим ключем, підписала його.

Ось деякі сценарії, де веб-маркери JSON корисні:

1. Авторизація: Це найбільш поширений сценарій для використання JWT. Після того, як користувач увійшов в систему, кожний наступний запит буде включати JWT, дозволяючи користувачеві отримати доступ до маршрутів, службам і ресурсів, які можна з цим маркером. Єдиний вхід-це функція, яка широко використовує JWT в даний час, із-за його невеликих накладних витрат і його здатності легко використовуватися в різних доменах.

2. Обмін інформацією: Веб-маркери JSON є хорошим способом безпечної передачі інформації між учасниками. Оскільки JWTs може бути укладено, наприклад, з допомогою пар відкритого та закритого ключів—ви можете бути впевнені, що відправники є тими, за кого він себе видає. Крім того, оскільки підпис обчислюється з використанням заголовка і корисних даних, можна також перевірити, що вміст не було змінено.

У своїй компактній формі веб-маркери JSON складаються з трьох частин, розділених крапками (.), які є:

Заголовок

Корисне навантаження

Підпис

Тому JWT зазвичай виглядає наступним чином.

xxxxx.yyyyy.zzzzz

Заголовок зазвичай складається з двох частин: тип сертифіката, який є JWT, і використовуваний алгоритм підпису, такий як HMAC SHA256 або RSA.

Друга частина маркера-це корисні дані, які містять твердження. Затвердження-це інструкції про сутність (як правило, користувач) і додаткових даних. Існує три типи претензій: зареєстровані, публічні та приватні претензії.

Зареєстровані претензії: це набір попередньо визначених претензій, які не є обов'язковими, але рекомендуються для забезпечення набору корисних, взаємозамінних претензій. Деякі з них: iss (емітент), exp (строк дії), sub (суб'єкт), aud (аудиторія) та інші.

Публічні претензії: вони можуть бути визначені за бажанням тими, хто використовує JWTs. Але щоб уникнути конфліктів, вони повинні бути визначені в реєстрі веб-маркерів IANA JSON або визначені як URI, що містить стійкий до конфліктів простір імен.

Приватні твердження: це користувальницькі твердження, створені для обміну інформацією між сторонами, які згодні їх використовувати і не є зареєстрованими або публічними твердженнями.

Щоб створити частина підпису, ви повинні взяти закодований заголовок, закодоване корисне навантаження, секрет, алгоритм, зазначений у заголовку, і підписати його.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. JSON Web Token введення – jwt.io [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://jwt.io/introduction/>.

2. П'ять простих кроків для розуміння JSON Web Tokens (JWT) [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://habr.com/ru/post/340146/>.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ОЦІНКИ РИЗИКІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ

Аналізу інформаційних ризиків в нашій країні традиційно не приділяли належної уваги до прийняття рішення «Про Доктрину інформаційної безпеки України» в 2017 році [1]. Проте, за останні роки проблематика за цією темою активно досліджується і деякі рішення впроваджуються на практиці фахівцями в області інформаційної безпеки (ІБ). При цьому особлива увага приділяється практичному застосуванню існуючих методологій аналізу ризиків та їх вдосконаленню.

На сьогоднішній день в наявності є безліч методик аналізу ризиків. Деякі з них засновані на досить простих табличних методах і не припускають використання спеціалізованого програмного інструментарію, інші, навпаки, активно його застосовують. Незважаючи на підвищення інтересу до управління ризиками, методики, що використовуються в даний час, відносно неефективні, оскільки цей процес у багатьох організаціях здійснюється кожним підрозділом незалежно. Централізований контроль над їхніми діями часто відсутній, що виключає можливість реалізації єдиного і цілісного підходу до управління ризиками у всій організації.

Для розв'язання задачі оцінки ризиків інформаційної безпеки в даний час найбільш часто використовуються наступні програмні комплекси: CSTA Risk Analysis and Management Method (CRAMM), розроблений агентством з комп'ютерів і телекомунікацій Великобританії (Central Computer and Telecommunications Agency); Facilitated Risk Analysis Process (FRAP); RiskWatch; Microsoft Security Assessment Tool (MSAT); ГРИФ; CORAS; Operationally Critical Threat, Asset and Vulnerability Evaluation (OCTAVE); Oracle Crystal Ball; SecureWatch; Information Security Risk Analysis Method (ISRAM) і ряд інших [2, 3]. Всі відомі методики можна розділити на три групи:

- методики, що використовують оцінку ризику на якісному рівні (наприклад, за шкалою «високий», «середній», «низький»), до таких методик, зокрема, відносяться CRAMM, FRAP, MSAT, CORAS;
- кількісні методики (ризик оцінюється через числове значення, наприклад, розмір очікуваних річних втрат), до цього класу належать методики Oracle Crystal Ball, SecureWatch, ISRAM;

– методики, що використовують змішані оцінки (такий підхід використовується в RiskWatch, OCTAVE, та ГРИФ).

Для оцінки та порівняння представлених методів аналізу та управління ІТ-ризиками використовується стандарт «Control Objectives for Information and Related Technologies» (COBIT) [4] – пакет документів, що описують універсальну модель управління інформаційними технологіями. В COBIT детально описані цілі і принципи управління, об'єкти управління, чітко визначені всі ІТ-процеси (завдання), що протікають в компанії, і вимоги до них, описаний можливий інструментарій (практики) для їх реалізації. В описі ІТ-процесів також приведені практичні рекомендації по управлінню ІТ-безпекою.

Аналіз представлених методів показав ряд недоліків: відсутні механізми управління ризиками залишкового рівня, а також не проводиться оцінка якості процесу реагування на інциденти в області інформаційної безпеки. Крім того, жоден з методів не дає докладних рекомендацій стосовно періодичності проведення оцінок ІТ-ризиків.

У тих випадках, коли потрібно виконати тільки разову оцінку рівня ризиків в організації середнього розміру, доцільно рекомендувати використання методики CORAS. Для управління ризиками на базі періодичних оцінок на технічному рівні найкраще підходить CRAMM. Методики MSAT і RiskWatch кращі для використання у великих організаціях, де передбачається впровадження управління ризиками ІБ на базі регулярних оцінок, на рівні не нижче організаційного і потрібна розробка обґрунтованого плану заходів щодо їх зниження.

До прийняття рішення про впровадження тієї чи іншої методики управління ризиками ІБ слід переконатися, що вона досить повно враховує бізнес-потреби організації, її масштаби, а також відповідає кращим світовим практикам і має ґрунтовний опис процесів і необхідних дій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 29 грудня 2016 року «Про Доктрину інформаційної безпеки України»: Указ Президента України від 25.02.2017 р. № 47/2017. Дата оновлення: 28.02.2017. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/47/2017> (дата звернення: 12.04.2020).
2. Agrawal V. A Comparative Study on Information Security Risk Analysis Methods. Journal of Computers. 2017. Vol. 12, No. 1. P. 57–67.
3. Баранова Е.К. Методики и программное обеспечение для оценки рисков в сфере информационной безопасности // Управление риском. 2009. № 1(49). С. 15–26.

4. Метод COBIT. URL: <https://www.isaca.org/resources/cobit> (дата звернення: 12.04.2020).

УДК 004.77:004.931

Семерюк Т.М.¹, Неласа Г.В.²

¹асп. НУ «Запорізька політехніка»

²проф. НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ВИЯВЛЕННЯ МЕРЕЖЕВИХ АТАК

В даний час існує досить багато способів і можливостей отримати управління чужим комп'ютеризованим робочим місцем. Написано безліч наукових праць, в яких розглянуті питання виявлення і класифікації атак із застосуванням різних методів. Представляється можливим розділити системи виявлення атак на локальні і мережеві. Виходячи з того, до якого виду належить атака, приймається рішення, який програмний продукт доцільно застосувати в тій чи іншій ситуації. Для мережевих систем виявлення атак характерним є контроль і аналіз трафіку, що циркулює в локальній мережі.

Типова структура інформаційної атаки має комплексну складну організацію, виявлення і розпізнання якої простим способом буває неможливо. В свою чергу в мережевому середовищі кожен проаналізований пакет буде давати деяку корисну частину (порцію) інформації, яку аналітична система виявлення атак може використовувати для оцінки контролю над поточною ситуацією в мережевому середовищі, прогнозування комп'ютерних загроз з метою їх запобігання, можливості припинення дій порушника за результатами виявлених слідів або спроб вчинення зловмисних дій порушника [1].

Для виявлення комплексних атак необхідний аналіз різного роду джерел інформації і пошуку взаємозв'язку між виявленими простими атаками. Як засіб захисту автоматизованих інформаційних систем виступає система виявлення атак (СВА). В якості підстави для формування ознак виявлення атак може бути застосована політика безпеки автоматизованих інформаційних систем. З огляду на особливості таких систем, політика безпеки як описує модель внутрішнього порушника і внутрішніх загроз в мережі, так і містить зовнішній ресурс для інформаційних систем - модель зовнішніх загроз і поведінковий характер автоматизованої інформаційної системи в цілому.

Приватні політики, які входять до складу політики безпеки, описують параметри і критерії безпеки класів ресурсів автоматизованої інформаційної системи, підлягають захисту. Політика безпеки являє інформацію, потрібну для формування ознак виявлення простих атак, враховуючи при цьому особливості автоматизованих інформаційних систем.

Для досягнення поставлених цілей виникають завдання формалізації ознак виявлення атак, які можуть бути отримані з положень політики безпеки, розробки алгоритму виявлення комплексних атак на основі цих ознак. Для вирішення проблеми виявлення мережевих атак можна використовувати такі методи: агентний підхід, розробку спеціального програмного забезпечення, використання штучного інтелекту, впровадження імунних інформаційних моделей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.Selin R.N., Churilov S.A. Prognosis method for computer attacks explication // Известия ЮФУ. Технические науки.-2011.-№2 (115). – С. 233-237.

СЕКЦІЯ «ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА»

УДК 539.371

Анпілогов Д.І.

доц. НУ «Запорізька політехніка»

ПОСТУПАЛЬНА СКЛАДОВА РУХУ СТЕРЖНЯ ПРИ ПОЗДОВЖНЬОМУ УДАРІ

Розглядається крайова задача

$$\begin{cases} u'' = \frac{1}{c^2} \ddot{u} \\ u(x, 0) = 0, \dot{u}(x, 0) = 0, \quad x \in [0, L] \\ u'(0, t) = -\frac{F_0}{ES} f(t), \quad u'(L, t) = 0, \quad t \in [0, +\infty) \end{cases}, \quad (1)$$

яка описує рух стержня при поздовжньому ударі силою $F(t) = F_0 f(t)$ з фактором $f(t) = \frac{t}{T} e^{-\frac{t}{T}}$, $cT < L$. Аналіз розв'язку, отриманого методом характеристик [1], виявляє наявність «накопичувального ефекту»: коливання u відбувається навколо положення рівноваги, яке за рахунок відсутності фактору стримування при $x = L$ в результаті силового впливу набуває поступального руху в напрямку осі Ox . Метою роботи є обчислення швидкості цього руху.

Заміною $u(x, t) = v(x, t) - \frac{(L-x)^2}{2L} \cdot \frac{F_0}{ES} f(t)$ граничні умови зводяться до однорідних:

$$\begin{cases} v'' = \frac{1}{c^2} \ddot{v} + \Phi(x, t) \\ v(x, 0) = 0, \dot{v}(x, 0) = b(x), \quad x \in [0, L], \\ v'(0, t) = v'(L, t) = 0, \quad t \in [0, +\infty) \end{cases} \quad (2)$$

$$\Phi(x, t) = \frac{F_0}{ESL} f(t) - \frac{(L-x)^2}{2L} \cdot \frac{F_0}{ESc^2} f''(t), \quad b(x) = -\frac{(L-x)^2}{2L} \cdot \frac{F_0}{EST}. \quad (3)$$

Розв'язок, який задовольняє граничні умови, має вигляд

$$v(x, t) = A_0(t) + \sum_{n=1}^{+\infty} A_n(t) \cos \frac{\pi n x}{L}. \quad (4)$$

Розкладаючи в ряд Фур'є за косинусами функцію $\Phi(x, t)$, отримуємо звичайні диференціальні рівняння для шуканих функцій $A_n(t)$, а функцію $b(x)$ – відповідні початкові умови задачі Коші. Зокрема, для нульової гармоніки маємо задачу Коші:

$$\begin{cases} A_0''(t) = -c^2 \Phi(x, t) \\ A_0(0) = 0, \quad A_0'(0) = b_0 \end{cases} \quad (5)$$

де коефіцієнт Фур'є $b_0 = \frac{1}{L} \int_0^L b(x) dx = -\frac{F_0 L}{6ESL}$.

Одноразово інтегруючи, неважко отримати:

$$A_0'(t) = \frac{F_0}{ESL} \left(\frac{L^2}{6} \cdot \frac{t-T}{T^2} - c^2(t+T) \right) e^{-\frac{t}{T}} + \frac{F_0 c^2 T}{ESL}. \quad (6)$$

Очевидно, після закінчення перехідного процесу отримаємо:

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} A_0'(t) = \frac{F_0 c^2 T}{ESL} = \frac{F_0 T}{\rho SL}, \quad (7)$$

де врахували відомий вираз $c^2 = \frac{E}{\rho}$ для швидкості поздовжніх хвиль.

Доведемо, що цей вираз збігається з виразом для швидкості V_C центру мас після завершення удару. Для цього достатньо записати закон збереження імпульсу в інтегральному (за часом) вигляді

$$\int_0^{+\infty} F(t) dt = m V_C, \quad (8)$$

де $m = \rho SL$ – маса стержня. Залишається обчислити цей інтеграл.

Ефекту «накопичення» переміщення u вдалось позбавитись, здійснюючи кінематичне перетворення Галілея і приймаючи швидкість V_C в якості переносної: $\tilde{u} = u - V_C t$.

Метод характеристик на кожному кроці дозволяє одночасно обчислювати як шукану функцію, так і її перші частинні похідні. Потрібно зауважити, що часова похідна підлягає перетворенню Галілея: $\tilde{u}' = \dot{u} - V_C$, в той час як просторова похідна залишається інваріантом: $\tilde{u}' = u'$. Ця остання,

власне, і становить інтерес з точки зору аналізу напружено-деформованого стану.

Висновки. В роботі в одновимірній постановці сформульовано і розв'язано динамічну задачу про розповсюдження в стержні хвилі деформації при поздовжньому імпульсному впливі. Показано, що переміщення характеризуються «накопичувальним ефектом». Його можна позбавитись при переході до η -системи відліку. Доведено, що переносна швидкість, отримувана при розв'язку крайової задачі методом Фур'є, узгоджується з законом збереження імпульсу в інтегральному (за часом) формулюванні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Крылов, В.И. Вычислительные методы / В.И. Крылов, В.В. Бобков, П.И. Монастырный. – М. : Наука, 1977. – 400 с.

УДК 539.371

Анпілогов Д.І.¹, Мастиновський Ю.В.²

¹ доц. НУ «Запорізька політехніка»

² проф. НУ «Запорізька політехніка»

РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ХВИЛЬ У В'ЯЗКО-ПРУЖНОМУ СТЕРЖНІ

Інтерес до питань в'язко-пружної поведінки тіл пов'язаний з широким застосуванням пластиків, полімерів і резиноподібних матеріалів у техніці і при будівництві різних споруд. Багато конструкційних матеріалів, включаючи метали і їх сплави, можуть вважатись пружними за умови, що діючі на них навантаження не перевищують певної критичної величини. Під впливом сил більшої інтенсивності (наприклад, якщо зовнішнє навантаження викликано вибуховою ударною хвилею) матеріали виявляють помітні в'язкі властивості [1, 2]. В цих випадках для отримання достовірних даних про поведінку конструкцій необхідно враховувати вказані ефекти. Обмежимося розгляданням одновимірних систем з використанням модифікованого закону Гука, який враховує в'язкі властивості на основі моделі Максвела [1, 2]. Згідно до цієї моделі деформація

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2, \quad (1)$$

де ε_1 і ε_2 – відповідно пружна і в'язка складові деформації, причому $\varepsilon_1 = \frac{\sigma}{E}$,

$\frac{d\sigma}{dt} = E \frac{d\varepsilon_1}{dt}$, $\sigma = \kappa \frac{d\varepsilon_2}{dt}$, σ – напруга, E – модуль пружності, t – час, κ – коефіцієнт згасання (має розмірність коефіцієнта в'язкості в теорії в'язкої рідини), дивись рис. 1.

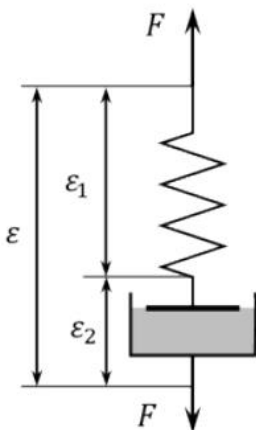


Рисунок 1 – До моделі Максвела.

Тоді

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{d\varepsilon_1}{dt} + \frac{d\varepsilon_2}{dt} = \frac{1}{E} \frac{d\sigma}{dt} + \frac{\sigma}{\kappa}. \quad (2)$$

Підставляючи відповідні залежності (2) між напругою і деформаціями до рівняння поздовжнього руху стержня

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial \sigma}{\partial x}, \quad (3)$$

отримаємо

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{\rho}{E} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \right) = \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\rho}{\kappa} \frac{\partial u}{\partial t} \right). \quad (4)$$

Нехай рух стержня починається зі стану спокою. Тоді з останнього виразу отримуємо хвильове рівняння, яке визначає переміщення в стержні Максвелла

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{1}{\gamma} \frac{\partial u}{\partial t}, \quad (5)$$

$$\text{де } c^2 = \frac{E}{\rho}, \quad \gamma = \beta c^2, \quad \beta = \frac{\kappa}{E}.$$

Величина β є часом релаксації. Таке саме рівняння, як і (5), можна отримати для напруги σ у в'язко-пружному стержні, якщо рівняння (2) продиференціювати за часом, рівняння (3) – за координатою x , а далі з отриманих виразів виключити деформацію.

Для напівнескінченного стержня (5) з умовами

$$\begin{cases} u = 0, \frac{\partial u}{\partial t} = 0, & t = 0, 0 \leq x < \infty; \\ \frac{\partial u}{\partial t} = V_0, \sigma = -\rho c V_0, & t > 0, x = 0 \end{cases}, \quad (6)$$

розв'язок отримано за допомогою перетворення Лапласа [1, 2].

В безрозмірному вигляді рівняння (5) з умовами (6) має вигляд

$$\frac{\partial^2 U}{\partial \xi^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial \tau^2} = \frac{\partial U}{\partial \tau}, \quad (7)$$

$$\begin{cases} U = 0, \frac{\partial U}{\partial \tau} = 0, & \tau = 0, 0 \leq \xi < \infty; \\ \frac{\partial U}{\partial \tau} = V, \tilde{\sigma} = V, & \tau > 0, \xi = 0. \end{cases}, \quad (8)$$

Зв'язок безрозмірних і розмірних величин здійснюється за формулами:

$$V = \frac{V_0}{c} \text{ – стала імпульсна швидкість, } \xi = \frac{x}{\beta c}, \quad U = \frac{u}{\beta c}, \quad \tau = \frac{t}{\beta}, \quad \tilde{\sigma} = \frac{\sigma}{E}.$$

Розв'язок задачі (7)-(8) за допомогою перетворення Лапласа визначається наступним виразом для напруги

$$\tilde{\sigma}(\xi, \tau) = -V \cdot Y_0 \left(\frac{1}{2} \sqrt{\tau^2 - \xi^2} \right) \cdot H(\tau - \xi) e^{-\tau/2}, \quad (9)$$

де Y_0 – функція Бесселя нульового порядку першого роду уявного аргументу, $Y_0(y) = J_0(iy)$;

$$H(\tau) - \text{функція Хевісайда, } H(\tau) = \begin{cases} 0, & \tau < 0; \\ 1, & \tau > 0. \end{cases}$$

В даній роботі задача (7)-(8) розв'язується чисельно з використанням методу характеристик [2, 3]. Рівняння характеристик і диференціальні умови на них мають вигляд

$$\frac{d\tau}{d\xi} = \pm 1, \quad d \left(\frac{\partial U}{\partial \tau} \right) \mp d \left(\frac{\partial U}{\partial \xi} \right) \pm \frac{\partial U}{\partial \tau} d\xi = 0. \quad (10)$$

Отримані залежності напруги від координати для різних моментів часу добре узгоджуються з даними, отримуваними за формулою (9). Високу ефективність застосування використаної тут методики чисельного розв'язку слід очікувати при розв'язуванні задач дослідження перехідних процесів у складених стержневих конструкціях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сагомонян, А.Я. Волны напряжения в сплошных средах / А.Я. Сагомонян. – учеб. пособие. – М. : изд-во Моск. ун-та, 1985. – 416 с.
2. Гольдсмит, В. Удар. Теория и физические свойства соударяемых тел / В. Гольдсмит. – М. : изд-во лит. по строит., 1965. – 448 с.
3. Чоу, Мортимер Решение одномерных задач о распространении упругих волн методом характеристик / Мортимер Чоу// Прикладная механика. Труды американского общества инженеров-механиков (русский перевод). – 1967. – №3. – С. 308-315.

РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ХВИЛЬ В ПРУЖНОМУ ЦИЛІНДРІ ПІД ДІЄЮ ВНУТРІШНЬОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Циліндричні оболонки, як конструктивні елементи, знаходять широке застосування при створенні машин і споруд (трубопроводи, хімічне обладнання – реактори, автоклави і т.п., підводні апарати і конструкції). При різних аварійних ситуаціях вони піддаються ударно-хвильовим впливам. Часто такі короткочасні, високої інтенсивності навантаження носять характер вибуху.

Розглядається динамічна реакція порожнистого пружного циліндра кінцевої довжини, який вставлений в жорстку циліндричну порожнину, на внутрішній тиск, що різко змінюється.

Двовимірна динамічна задача розв'язується чисельно з використанням методу просторових характеристик.

Напружено-деформований стан пружного циліндра описується системою рівнянь гіперболічного типу, яка має в якості своїх характеристичних поверхонь два кругових конуса. Зовнішні конуси відповідають поздовжнім хвилям, внутрішні конуси відповідають поперечним хвилям.

За допомогою стандартної процедури отримуються співвідношення на зовнішньому і внутрішньому конусах відповідно. Інтегруючи їх уздовж чотирьох біхарактеристик, отримуємо систему восьми рівнянь для прирощень. Доповнюючи її співвідношеннями, отриманими інтегруванням вихідної системи рівнянь уздовж осі конусів, отримуємо незалежні рівняння для визначення всіх невідомих функцій.

Розрахунки проводилися з різними умовами на торцях і зовнішньої поверхні циліндра. Аналіз отриманих результатів для циліндра з вільними торцями показує, що відсутність склеювання зовнішньої поверхні циліндра з оболонкою призводить до значного збільшення швидкостей точок циліндра. Під дією внутрішнього тиску торці розсуваються, що призводить до значного збільшення радіальних швидкостей внутрішнього каналу.

У випадку жорсткого скріплення торця з пластиною картина напружено-деформованого стану, що вільно вставлений в жорстку оболонку циліндра, мало відрізняється від жорстко з'єднаного з оболонкою циліндра,

проте обрана залежність тиску від координати стала причиною появи зон «відшарування» поверхні циліндра від порожнини.

УДК 519.8

Козирева Є.О.¹, Мізерна О. Л.²

¹ студ. гр. ФЕУ-618 НУ «Запорізька політехніка»

² старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Фінансова стійкість підприємства – це властивість підприємства, яка відображає в процесі взаємодії зовнішніх і внутрішніх факторів впливу досягнення стану фінансової рівноваги і здатність не лише утримувати на відповідному рівні протягом деякого часу основні характеристики діяльності підприємства, але й функціонувати та розвиватися.

Фінансово стійким можна вважати таке підприємство, яке спроможне за рахунок власних та позикових коштів забезпечити поточну виробничу діяльність та інвестиційно-інноваційний розвиток, зберігаючи темпи збільшення власного капіталу, платоспроможність та кредитоспроможність.

В науковій літературі не існує уніфікованого науково-методичного підходу до оцінювання фінансової стійкості підприємства. Вважають, що аналіз фінансової стійкості об'єкту дослідження може здійснюватись за допомогою використання основних методів фінансового аналізу підприємства (аналізу коефіцієнтів), а узагальнення отриманої картини фінансового стану підприємства – інтегральної оцінки фінансової стійкості.

В економічно розвинених країнах є багато методик інтегральної оцінки рівня фінансової стійкості, але їх використання не дає можливості зробити коректні висновки, які б адекватно відображали фінансовий стан вітчизняних підприємств. Задля усунення основних недоліків наявних методик оцінювання фінансової стійкості пропонується формування інтегрального показника на основі таксонометричного підходу, який є одним з найбільш ефективних інструментів багаторівневого аналізу. Цей підхід передбачає розрахунок за кілька кроків узагальнюючого показника на основі зіставлення фактичних показників з відповідними характеристиками деякого еталонного показника. Інтегральний показник дає змогу надати більш об'єктивну оцінку ступеня фінансової стійкості. Таким чином, для оцінювання рівня фінансової стійкості підприємства за певний період часу можна об'єднати значення

кількох показників, що характеризують фінансовий стан підприємства протягом кількох років, а потім розрахувати таксономічний показник розвитку для підприємства та здійснити прогнозування показників фінансової стійкості. Такий підхід до формування узагальнюючого показника дає можливість запобігти суб'єктивному оцінюванню ваги або значущості окремих показників у процес становлення результату.

У ринковій економіці фінансова стійкість підприємства є головною умовою життєдіяльності і основою стабільності стану підприємства. Для інтегральної оцінки фінансової підприємства рекомендовано застосувати алгоритм класичного варіанта побудови таксономічного показника.

УДК 519.8

Мельник О. М.¹, Мізерна О. Л.²

¹ студ. гр. ФЕУ-618 НУ «Запорізька політехніка»

² старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

ТЕОРЕМИ ДВОЇСТОСТІ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В ЕКОНОМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Теорію двоїстості у лінійному програмуванні було розроблено академіком Л. В. Канторовичем у 1933 р. У 1975 р. Л. В. Канторович та американський математик Г. Купманс за відкриття теорії двоїстості та її застосування в економічних дослідженнях отримали Нобелівську премію з економіки.

Кожній задачі лінійного програмування відповідає двоїста, яка формується за допомогою певних правил безпосередньо з умов прямої задачі. Зв'язок між оптимальними розв'язками прямої та двоїстої задач встановлюють теореми двоїстості. Існує загалом три теореми.

Перша теорема двоїстості використовується в економічних дослідженнях. Максимальний прибуток Z_{\max} підприємство може отримати за умови виробництва продукції за оптимальним планом $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$. Однак таку суму грошей $Z_{\max} = F_{\min}$ воно може мати, реалізувавши ресурси за оптимальними цінами $Y = (y_1, y_2, \dots, y_m)$. За умов використання інших відмінних від оптимального планів можна стверджувати, що прибутки від реалізації продукції будуть завжди менші, ніж витрати на її виробництво.

Друга теорема двоїстості має широке поширення в економічних дослідженнях. Існування двоїстих змінних уможливило зрівнювання витрат на виробництво і цін на продукцію, на підставі чого обґрунтовується

висновок про доцільність чи недоцільність виробництва кожного виду продукції. Стосовно оптимального плану X прямої задачі: якщо для виготовлення всієї продукції в обсязі, що визначається оптимальним планом, витрати одного i -го ресурсу строго менші, ніж його загальний обсяг, то відповідна оцінка такого ресурсу (компонента оптимального плану двоїстої задачі) буде дорівнювати нулю, тобто такий ресурс за даних умов є «нецінним» (недефіцитним). Якщо ж витрати ресурсу дорівнюють його наявному обсягові, тобто його використано повністю, то він є «цінним» (дефіцитним) для виробництва, і його оцінка буде строго більшою від нуля.

Стосовно оптимального плану Y двоїстої задачі: у разі, коли деяке j -те обмеження виконується як нерівність, тобто всі витрати на виробництво одиниці j -го виду продукції перевищують її ціну, виробництво такого виду продукції є недоцільним, і в оптимальному плані прямої задачі обсяг такої продукції дорівнює нулю. Якщо витрати на виробництво j -го виду продукції дорівнюють ціні одиниці продукції, то її необхідно виготовляти в обсязі, який визначає оптимальний план прямої задачі.

Двоїсті оцінки – це унікальний інструмент, що дає змогу в економічних дослідженнях порівнювати непорівнянні речі. Наприклад, як змінюватиметься значення цільової функції (може вимірюватися у грошових одиницях) стосовно зміни обсягів різних ресурсів (можуть вимірюватися в тонах, m^2 , люд/год і т.д.).

Отже, теореми двоїстості досить широко використовуються в сучасних економічних дослідженнях, допомагаючи оптимізувати виробництво.

УДК 330.4

Селіверстова А.В.¹, Мізерна О.Л.²

¹ студ. гр. ФЕУ-618 НУ «Запорізька політехніка»

² старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

ВИКОРИСТАННЯ ДВОЇСТИХ ОЦІНОК ДЛЯ ОБҐРУНТУВАННЯ ЦІН НА РЕСУРСИ І ПРОДУКЦІЮ

Розглянемо модель виробничої системи з погляду цінності наявних у підприємства ресурсів. Ресурси, які в оптимальному плані не використовуються повністю, не має сенсу нарощувати навіть при порівняно невеликих витратах на збільшення їх запасів, тому говорять, що вони мають для виробничої системи низьку цінність. Найбільшу цінність матимуть ті ресурси, які повністю витрачаються в оптимальному плані і тому обмежують

випуск продукції, а, отже, і дохід; на збільшення запасу цих ресурсів підприємство згідно нести значні витрати. У зв'язку з цим можна вважати, що кожен вид ресурсу має певну «тіньову ціну», яка визначає цінність відповідного ресурсу для підприємства з погляду доходу від реалізації продукції, що випускається і залежить від наявного запасу цього ресурсу і потреби в ньому для випуску продукції. Оптимальному стану виробничої системи відповідає вектор оптимальних тіньових цін наявного запасу ресурсів. Оптимальні тіньові ціни називають об'єктивно зумовленими оцінками, або оптимальними двоїстими оцінками ресурсів.

Для визначення оптимальних двоїстих оцінок ресурсів (оптимальних оцінок) складається задача лінійного програмування, двоїста до вихідної. Змінні двоїстої задачі і є двоїстими оцінками, або тіньовими цінами.

Припустимо, що з певних причин підприємство відмовляється від виробництва даної продукції і вирішує продати свої ресурси іншій організації. Виникає проблема встановлення об'єктивно обумовлених цін на ці ресурси. Якщо ціни будуть позначати змінні двоїстої задачі, то цільова функція буде виражати інтереси фірми, що купує ресурси (найменша вартість ресурсів), а функціональні обмеження – інтереси підприємства. Підприємство не стане продавати ресурси, якщо прибуток від цього продажу буде менше прибутку від реалізації продукції, виробленої за допомогою цих ресурсів.

Отже, економічний сенс двоїстості такий: план виробництва і набір оцінок ресурсів виявляються оптимальними тоді і тільки тоді, коли прибуток від реалізації продукції, визначений при відомих заздалегідь цінах продукції, дорівнює витратам на ресурси по «внутрішнім» цінам ресурсів; оцінки виступають як інструмент збалансування витрат і результатів; оцінки виступають як міра дефіцитності ресурсів і продукції; ефективність випуску продукції.

УДК 330.4

Басарукіна В. О.¹, Шишканова Г. А.²

¹ студ. гр. БАД-417 НУ «Запорізька політехніка»

² доц. НУ «Запорізька політехніка»

ПОБУДОВА ЕКОНОМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ «ПОПИТ-ЦІНА-ПРИБУТОК»

При формуванні ціни підприємці стикаються з багатьма проблемами. Коли вони знижують ціни, попит споживачів може зростати, але це не приносить прибуток. Та навпаки, збільшуючи ціну товару – попит падає. Як

ми бачимо, існує сильна залежність між ціною, попитом та прибутком. За допомогою еластичності і можемо знайти оптимальне відношення вартості та кількості продаж, що збільшить прибуток. Бачимо, що ціна є балансуєчим фактором між очікуваним попитом та прибутком, та для визначення оптимальної ціни на товар треба шукати комплексний підхід.

Необхідно визначитись з періодом для аналізу відношення ціни на попит. Для прикладу візьмемо півроку, при розрахунках це нам дозволить мінімізувати ризики інфляції та інших зовнішніх коливань ринку. Для аналізу беремо товари зі стабільним попитом та відслідковуємо коливання попиту в залежності від ціни.

Побудувавши графік, помістивши продажі товару на вертикальну вісь, ціну товару- на горизонтальну, можна побачити, що точки продаж на графіку згрупувались відносно осі X за зміною ціни. Далі визначаємо середню кількість продаж в кожній групі і виключаємо із аналізу всі одиничні продажі, як недостовірні. Отримані точки середніх продаж для кожної цінової групи можна розмістити на графіку, який покаже наявність тренду.

Далі побудуємо модель залежності прибутку від ціни товару, для цього нам потрібно визначити залежність маржі від ціни. Прибуток дорівнює залежності продаж помноженої на маржу від ціни. Тобто залежність прибутку від ціни вважаємо квадратичною регресією та побудуємо, для прикладу, її графік (рис. 1). По вертикалі – прибуток за день. По горизонталі – ціна товару. Графік починає будуватись з точки ціни без націнки, в ній отриманий прибуток рівний 0. Знаходимо точку на графіку, в якій отриманий прибуток буде максимальним і визначаємо значення оптимальної ціни.

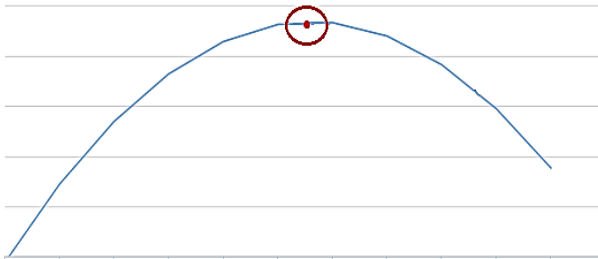


Рисунок 1 – Залежність прибутку від ціни.

Модель може показати рекомендації по зниженню ціни від поточної до оптимальної, що принесе додатковий прибуток за рахунок збільшення кількості продаж за день. Розглядати можливість підвищення ціни до

оптимальної ми не будемо, тому що при формуванні ціни необхідно враховувати багато зовнішніх факторів: ціну конкурентів, цінову політику мережі, державні рекомендації та обмеження.

Запропонований підхід по визначенню оптимальної ціни є наближеним до практики і реального стану справ у торгівлі, виключає ризики класичного підходу до цінової еластичності, який використовує тільки два показники, не враховує сезонність та інші фактори. Дана модель враховує часовий фактор, частоту, кількість і стабільність продаж. Дає можливість для самостійного аналізу за допомогою візуалізації історичних даних зміни ціни і попиту.

УДК 330.4

Тиха А. Д.¹, Мізерна О. Л.²

¹ студ. гр. ФЕУ-618 НУ «Запорізька політехніка»

² старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

АНАЛІЗ ПАКЕТІВ ПРИКЛАДНИХ ПРОГРАМ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ І ПРОЦЕСІВ

Для дослідження було взято пакети програм ProjectExpert та AuditExpert компанії Expert Systems.

Project Expert використовується для розробки, аналізу й вибору оптимального плану розвитку бізнесу, створення й аналізу фінансових планів та інвестиційних проектів. Вона дозволяє моделювати діяльність підприємств будь-якої галузі, масштабу.

Основний перелік програмних продуктів Project Expert відповідає різним масштабам підприємств і різним рівням складності завдань планування їх розвитку. Вона має декілька версій, що орієнтовані на різні види підприємств. Project Expert дає змогу підготувати бізнес-план інвестиційного проекту, який відповідає міжнародним стандартам; розрахувати різні варіанти проекту і порівняти їх між собою; провести всебічний аналіз проекту: його загальної ефективності, чутливості й ефективності для окремих його учасників; провести аналіз проекту з урахуванням неточності початкових даних із застосуванням методу статистичного аналізу Монте-Карло; побудувати інтегровані фінансові потоки для групи проектів; оцінити ефективність діяльності компанії, яка реалізує комплекс різних проектів; скласти бюджет для групи проектів; контролювати виконання проектів, порівнюючи проектні та реальні грошові потоки.

Audit Expert – аналітична система діагностики, оцінки та моніторингу фінансового стану одного або групи підприємств на основі даних фінансової і управлінської, в тому числі консолідованої, звітності. Audit Expert орієнтована на фінансово-економічні служби великих компаній, банки та аудиторські фірми, держоргани, що контролюють фінансове становище підвідомчих організацій. Audit Expert випускається у версіях Standard і Premium. Програма слугує для спрощення приведення фінансової звітності минулих років до єдиного міжнародного стандарту; аналізу минулої діяльності і поточного фінансового стану підприємства; переоцінки балансу. Вона дозволяє перетворити дані фінансової звітності підприємств за різні роки в аналітичні таблиці: баланс, звіт про прибутки і збитки, звіт про рух грошових коштів.

УДК 539.3

Левицька Т.І.¹, Пожуєва І.С.²

¹ доц. НУ «Запорізька політехніка»

² доц. НУ «Запорізька політехніка»

РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ТЕРМОПРУЖНОСТІ З КВАДРАТИЧНИМ РОЗПОДІЛОМ ТЕМПЕРАТУР ДЛЯ ОБОЛОНОК ОБЕРТАННЯ

В техніці досить часто використовуються складені замкнені оболонки обертання. Якщо оболонка знаходиться під дією температури, то розрахунок її пружного стану є складною задачею. При цьому доводиться проводити спряження розв'язків для окремих секцій, які можуть бути досить довгими. Будемо припускати, що розподіл температур по товщині має квадратичну залежність. Для знаходження пружно-деформованого стану складеної оболонки було застосовано метод, який використовує суперелементи.

Локальні матриці жорсткостей їх знаходяться за допомогою розв'язання систем диференціальних рівнянь методом Годунова з підвищеною точністю розв'язку. У цьому методі проводиться ортогоналізація проміжних рішень. Це дозволяє знаходити локальні матриці жорсткостей для протяжних секцій, які є достатньо довгими ділянками оболонок обертання.

Побудова локальної матриці жорсткості складається з таких етапів. Спочатку слід вирішити послідовність крайових двоточкових задач для однорідної системи. Таким чином заповнюється локальна матриця жорсткості суперелементів.

Далі розв'язується неоднорідна задача при нульових граничних умовах для знаходження вектора зусиль, яких діє на лівому та на правому краях у локальній системі координат цих країв.

Потім формується глобальна матриця жорсткості та векторів силових навантажень. При цьому будуються локальні матриці жорсткості та зусиль у вузлах в глобальній системі координат.

Внаслідок того, що матриця жорсткості отримана в глобальній системі координат, тому зручно задавати переміщення, паралельні осям координат $0x$ та $0y$.

Задаючи переміщення та кути повороту у відповідних вузлах, отримаємо єдиний розв'язок. Таким чином цей розв'язок дає переміщення в місцях стику в глобальній системі координат.

Пружний стан суперелемента знаходиться після перерахування переміщень з глобальної в локальну систему координат.

УДК 519.852.61

Пожуєва І.С.¹, Пестов О.Д.²

¹ доц. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. КНТ-519 НУ «Запорізька політехніка»

ЗАСТОСУВАННЯ СИМПЛЕКС-МЕТОДУ В ОПТИМІЗАЦІЙНИХ ЗАДАЧАХ ЕКОНОМІКИ

Симплекс-метод є універсальним аналітичним методом рішення задач лінійного програмування. В економіці проблема пошуку оптимального плану витрачання ресурсів для отримання максимального прибутку завжди була і буде актуальною. Симплекс-метод в свою чергу дозволяє знайти такий план відносно простим алгоритмом.

В даній роботі було розроблено програмний продукт для розрахунку оптимального плану витрат симплекс-методом з виводом усіх побудованих симплекс-таблиць.

За допомогою цієї програми заради наочності було вирішено наступну задачу: “Пекарні на виготовлення 1 порції домашнього хлібу потрібно 325 г борошна, 11 г дріжджів, 15 г солі та 42 г олії, а 1 порції хлібу «Чіабата» - 425 г борошна, 3 г дріжджів, 39 г олії та 8 г солі. Ціна домашнього хлібу 42 грн., а хлібу «Чіабата» - 35 грн. У наявності 20 кг = 20000 г борошна, 400 г дріжджів, 2000 г олії та 10 кг = 10000 г солі. Знайти оптимальний план витрат та максимальний прибуток.”

Нехай x_1 - кількість виготовленого домашнього хлібу, x_2 - кількість виготовленого хлібу «Чіабата». Побудуємо математичну модель, та напишемо формулу прибутку з продажу F та систему обмежень:

$$F = 42x_1 + 35x_2, \quad (1)$$

$$\begin{cases} 325x_1 + 425x_2 \leq 20000 \\ 11x_1 + 3x_2 \leq 400 \\ 42x_1 + 39x_2 \leq 2000 \\ 15x_1 + 8x_2 \leq 10000 \end{cases}, \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \quad (2)$$

Зведемо задачу до канонічного вигляду, виразимо базисні змінні і цільову функцію через вільні змінні:

$$F = 0 - (-42x_1 - 35x_2). \quad (3)$$

$$\begin{cases} x_3 = 20000 - (325x_1 + 425x_2) \\ x_4 = 400 - (11x_1 + 3x_2) \\ x_5 = 2000 - (42x_1 + 39x_2) \\ x_6 = 10000 - (15x_1 + 8x_2) \end{cases}, \quad x_i \geq 0 \ (i = 1, 2, \dots, 6). \quad (4)$$

У програму вводяться вільні члени та коефіцієнти при вільних змінних, з яких будується симплексна таблиця. Визначається провідний стовпець – той, у якому міститься найменший від’ємний коефіцієнт при вільній змінній у рівнянні функції F . Заповнюється стовпець симплексних відношень. Визначається провідний рядок – той, що містить найменше невід’ємне симплексне відношення. На перетині провідних стовпця і рядку знаходиться провідний елемент.

Будується нова симплексна таблиця: змінні при провідних рядку та стовпцю міняються місцями; на місці провідного елементу ставиться обернений до нього, елементи провідного рядку діляться на провідний елемент; елементи провідного стовпця діляться на протилежний провідному елементу; інші елементи таблиці рахуються за правилом прямокутника (при цьому елементи рядку F рахуються першими, за ними – елементи при початкових вільних змінних).

Кожна нова таблиця будується таким же чином на основі попередньої, доки у рядку F присутні від'ємні елементи (таблиця 1).

Таблиця 1 – Симплекс-таблиці розв'язку задачі

№	Базисні змінні	Вільні члени	Вільні змінні		Симплексне відношення
			X1	X2	
1	X3	20000	325	425	61.54
	X4	400	11	3	36.36
	X5	2000	42	39	47.62
	X6	10000	15	8	666.67
	F	0	-42	-35	-
			X4	X2	
2	X3	8181.82	-29.55	336.36	24.32
	X1	36.36	0,09	0.27	133.33
	X5	472.73	-3.82	27.55	17.16
	X6	9454.55	-1.36	3.91	2418.60
	F	1527.27	3.82	-23.55	-
			X4	X5	
3	X3				
	X1	31.68			
	X2	17.16			
	X6				
	F	1931.35	0.55	0.85	-

У останній таблиці містяться порожні клітини, оскільки усі елементи рядка F невід'ємні, отже план оптимальний і наступну таблицю будувати не потрібно. З отриманих значень x_1 та x_2 візьмемо лише цілу частину, оскільки кількість виготовленого хліба – ціле число. Знайдений оптимальний план розподілу ресурсів для отримання максимального прибутку з продукції: 31 порція домашнього хлібу, 17 порцій хлібу «Чіабата». Прибуток складає

$$F = 42 * 31 + 35 * 17 = 1897 \text{ грн.} \quad (5)$$

Перевагами симплекс-методу є проста автоматизація та універсальність. Розроблений програмний продукт може бути застосований будь-яким підприємством для вирішення будь-якої задачі подібного типу.

УДК 519.642

Пожуєва І.С.¹, Слонев М.А.²

¹ доц. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. КНТ-519 НУ «Запорізька політехніка»

АНАЛІЗ ЧИСЕЛЬНИХ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ВИЗНАЧЕНИХ ІНТЕГРАЛІВ

На практиці досить велике число завдань зводиться до обчислення значення визначеного інтеграла деякої функції: для встановлення площ або обсягів різних фігур і тіл; шляху, пройденого точкою в умовах нерівномірного руху; визначення центрів тяжіння та інерції тіл; роботи виробленої деякими силами.

Досить часто первісну $F(x)$ неможливо виразити через елементарні функції. Крім цього, функція $f(x)$ може задаватися не у вигляді безперервної функції, а у вигляді таблиці її значень на фіксованому кінцевому безлічі точок. У цьому випадку поняття первісної втрачає сенс, тому для обчислення інтеграла застосовують чисельні методи. Завдання чисельного інтегрування полягає у знаходженні наближеного значення визначеного інтеграла за допомогою деякої наближеною формули через відомі значення підінтегральної функції $f(x)$ в заданих точках. Похибка обчислення інтеграла залежить від того, наскільки точно контур запропонованої фігури повторює контур вихідної криволінійної трапеції.

Метод середніх прямокутників – це найпростіший метод наближеного обчислення визначеного інтеграла. Функція $y=f(x)$ інтегрується на сегменті $[a,b]$, який розбивається на n рівних між собою частин за допомогою точок:

$x_1, x_2, \dots, x_k, \dots, x_{n-1}$. За висоти прямокутників тут приймаються значення функції, обчислені в серединях відрізків (рис.1), і в загальному вигляді формула наближених обчислень запишеться наступним чином

$$\int_a^b f(x) dx \approx h * [f(x_0 + \frac{h}{2}) + f(x_1 + \frac{h}{2}) + f(x_2 + \frac{h}{2}) + \dots + f(x_{n-1} + \frac{h}{2})], \quad (1)$$

де $h = \frac{b-a}{n}$ - крок розбиття.

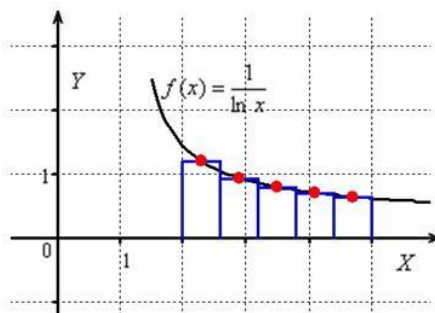


Рисунок 1 – Метод середніх прямокутників.

Метод трапецій – відрізок інтегрування розбивається на кілька відрізків, і графік підінтегральної функції наближається ламаною лінією (рис.2).

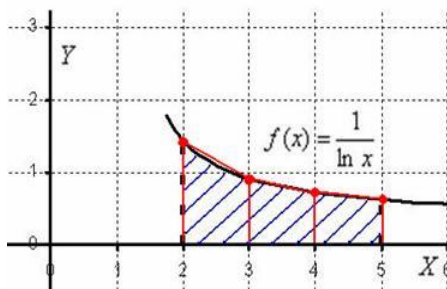


Рисунок 2 – Метод трапецій

Шуканий інтеграл, який дорівнює площі криволінійної фігури, замінюється на площу трапецій

$$\int_a^b f(x) dx \approx \frac{b-a}{n} * \left[\frac{f(x_0) + f(x_n)}{2} + f(x_1) + f(x_2) + \dots + f(x_{n-1}) \right], (2)$$

Метод Сімпсона – заснований на заміні фігури «під графіком функції» безліччю криволінійних трапецій. Верхні сторони трапецій є частинами парабол, які перетинають графік підінтегральної функції в точках x_i (рис. 3).

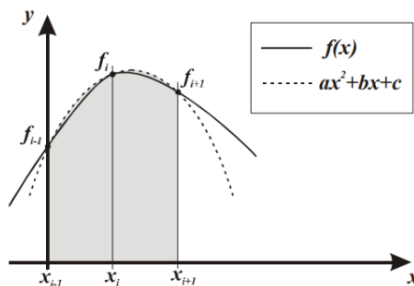


Рисунок 3 – Метод Сімпсона.

Іншими словами, метод заснований на використанні інтерполяції параболоми функції $f(x)$, що задана у табличному вигляді і обчисленні інтегралів від функцій - парабол, що інтерполуються

$$\int_a^b f(x) dx \approx \frac{h}{3} [f(x_0) + f(x_{2n}) + 2(f(x_2) + f(x_4) + \dots + f(x_{2n-2})) + 4(f(x_1) + f(x_3) + \dots + f(x_{2n-1}))], (3)$$

Для обчислення визначених інтегралів трьома методами була написана програма на C ++, в якій можна задавати межі інтегрування і кількість інтервалів розбиття. Для розрахунків взято функції $\sin(x)^2$, \sqrt{x} , $(1 - \cos x)^{2/3}$

межею інтегрування $[0,1000]$, а також $\log_{10} x$, $\frac{1}{x^2}$ з межею $[1,1000]$. Кількість інтервалів - 1000. Для визначення точності методів були знайдені інтеграли даних функцій аналітично за формулою Ньютона-Лейбніца. Результати розрахунків зведені в таблицю 1.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз аналітичного і чисельних методів обчислення визначених інтегралів

	$\sin(x)^2$	$\log_{10} x$	\sqrt{x}	$\frac{1}{x^2}$	$(1 - \cos x)^2$
Аналітично	499,76749	2566,13981	21081,85107	0,999	1498,57875
Прямокутників	499.72369	2566.15701	21081.91129	0.934	1498.55158
Трапецій	499.85071	2566.10471	21081.64449	1.144	1498.63570
Сімпсона	499.76603	2566.13958	21081.82236	1.004	1498.57962

Аналіз отриманих даних свідчить про те, що найточнішого результату розв’язування визначених інтегралів можна досягти за допомогою методу Сімпсона. Однак, якщо немає необхідності у великій точності відповіді, слід скористатися методом середніх прямокутників, оскільки він, у порівнянні з іншими методами, має найпростіший алгоритм і потребує менше обчислювальних ресурсів. При цьому, у разі потреби, для підвищення точності можливо збільшити кількість інтервалів розбиття.

УДК 314.116

Пожуєва І.С.¹, Петрик А.В.²

¹ доц. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. КНТ-519 НУ «Запорізька політехніка»

ВИКОРИСТАННЯ МАТРИЦЬ У ПРОГНОЗУВАННІ ВІКОВОГО СКЛАДУ НАСЕЛЕННЯ ВІДНОСНО ЧАСУ

Досліджуючи зміни чисельності вікових груп, можна робити прогнози і виробляти шляхи можливого впливу на змінення ситуації у майбутньому. Розглянемо використання матриць у прогнозуванні вікового складу населення.

Розділимо все населення на рік з номером t на $N+1$ вікову групу $S_i(t)$ (по одному році в кожній групі). Тут $S_0(t)$ – число народжених протягом року з номером t і тих, хто залишився в живих. Дослідним шляхом визначаються коефіцієнти P_i дожиття в кожній з виділених груп, тобто коефіцієнти пересування з вікової групи з віком i років у групу з віком $i+1$ років. Також визначаються коефіцієнти F_i ймовірності народжуваності всередині кожної групи певного віку.

З використанням введених коефіцієнтів легко вивести наступні рівності.

Група нульового віку $S_0(t+1)$ утворюється з числа дітей, які народилися в кожній віковій групі. Безумовно, коефіцієнти народжуваності F_i дорівнюють нулю для деякої кількості молодших і старших вікових груп

$$S_0(t+1) = F_0 * S_0(t) + F_1 * S_1(t) + \dots + F_N * S_N(t). \quad (1)$$

Всі проміжні вікові групи виходять з груп попереднього віку $S_{i-1}(t)$ множенням на коефіцієнт дожиття P_{i-1}

$$S_i(t+1) = P_{i-1} * S_{i-1}(t), \quad (i = 1, 2, \dots, N-1). \quad (2)$$

Найстарша вікова група $S_N(t+1)$ складається з людей даної групи, що дожили до нового року, і людей, що перейшли з групи попереднього віку

$$S_N(t+1) = P_{N-1} * S_{N-1}(t) + P_N * S_N(t). \quad (3)$$

Для зручності введемо наступні об'єкти - вектор-рядок $\sigma(t)$ стану вікових груп в році t

$$\sigma(t) = [S_0(t), S_1(t), \dots, S_N(t)], \quad (4)$$

та матрицю коефіцієнтів переходу π

$$\pi = \begin{bmatrix} F_0 & P_0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ F_1 & 0 & P_1 & 0 & \dots & 0 \\ F_2 & 0 & 0 & P_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ F_{N-1} & 0 & 0 & 0 & \dots & P_{N-1} \\ F_N & 0 & 0 & 0 & \dots & P_N \end{bmatrix}. \quad (5)$$

Тоді вікову ситуацію через рік можна визначити рівністю

$$\sigma(t+1) = \sigma(t) * \pi. \quad (6)$$

А через k років –

$$\sigma(t+1) = \sigma(t) * \pi^k. \quad (7)$$

Якщо розділити населення на більш крупні групи, то прийдеться ввести ще коефіцієнт Q_i – кількість людей, що вижили в даній віковій групі протягом року; і матриця набуде вигляду

$$\pi = \begin{bmatrix} F_0 & P_0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ F_1 & Q_1 & P_1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ F_2 & 0 & Q_2 & P_2 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ F_{N-2} & 0 & 0 & 0 & \dots & P_{N-2} & 0 \\ F_{N-1} & 0 & 0 & 0 & \dots & Q_{N-1} & P_{N-1} \\ F_N & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & Q_N \end{bmatrix}. \quad (8)$$

Тепер кількість людей в певній віковій групі виходить як сума тих, хто перейшов з попередньої групи, і тих, хто вижив в даній групі, але не перейшли в наступну

$$S_i(t+1) = P_{i-1} * S_{i-1}(t) + Q_i * S_i(t), \quad i = 1, 2, \dots, N-1. \quad (9)$$

Розглянемо наступний приклад: нехай все населення розподілене на п'ять груп - до року, від року до 24, від 25 до 44, від 45 до 64 і старше 65 років. Візьмемо за основу статистичні данні на 1 січня 2015 року по Запорізькій області, тоді

$$\sigma(0) = [18586, 412131, 537932, 508332, 288146].$$

$$\pi = \begin{bmatrix} 0 & 0.95 & 0 & 0 & 0 \\ 0.025 & 0.95 & 0.055 & 0 & 0 \\ 0.013 & 0 & 0.95 & 0.08 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.9 & 0.31 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.47 \end{bmatrix}. \quad (10)$$

А через рік (1 січня 2016 року) ми отримаємо наступну демографічну ситуацію

$$\sigma(1) = [18586, 412131, 537932, 508332, 288146] * \begin{bmatrix} 0 & 0.95 & 0 & 0 & 0 \\ 0.025 & 0.95 & 0.055 & 0 & 0 \\ 0.013 & 0 & 0.95 & 0.08 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.9 & 0.31 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.47 \end{bmatrix} = [17296, 409181, 533703, 500533, 293011] \quad (11)$$

На 1 січня 2017 року: $\sigma(2) = [15632, 405153, 529523, 493176, 292880]$,
на 1 січня 2018 року: $\sigma(3) = [14155, 399746, 525330, 486220, 290538]$, на
1 січня 2019 року: $\sigma(4) = [12708, 393206, 521050, 479624, 287281]$, на
1 січня 2020 року: $\sigma(5) = [11543, 385618, 516624, 473346, 283706]$.

З приведеного прикладу видно, що при зменшенні кількості народжуваності йде поступове зниження кількості людей по вікових групам.

Так як коефіцієнти в матриці підібрані випадковим чином, так щоб загальна кількість людей в році збігалася зі статистичними даними за цей рік, то результати мають наближені значення. Тому даний приклад лише показує застосовність матриць при прогнозуванні зміни вікових груп населення. Якщо припустити, що чисельність населення буде змінюватися по розглянутій схемі, тоді з часом кількість молодих мешканців буде зменшуватися відносно більш дорослого населення, що говорить про старіння нації.

Цей метод дозволяє робити прогноз на найближчі роки і показує проблеми у майбутньому.

Наукове електронне видання
комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та
мережному режимах

ТИЖДЕНЬ НАУКИ-2020.

Факультет радіоелектроніки та телекомунікацій

Збірник тез доповідей щорічної
науково-практичної конференції серед студентів,
викладачів, науковців, молодих учених і аспірантів
13–17 квітня 2020 року

Один електронний оптичний диск (DVD-ROM);
супровідна документація.
Тираж 100 прим. Зам. № 539

Видавець і виготовлювач
Національний університет «Запорізька політехніка»
Україна, 69063, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 64
Тел.: (061) 769–82–96, 220–12–14

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи 6952 від 22.10.2019
ISBN 978-617-529-263-1