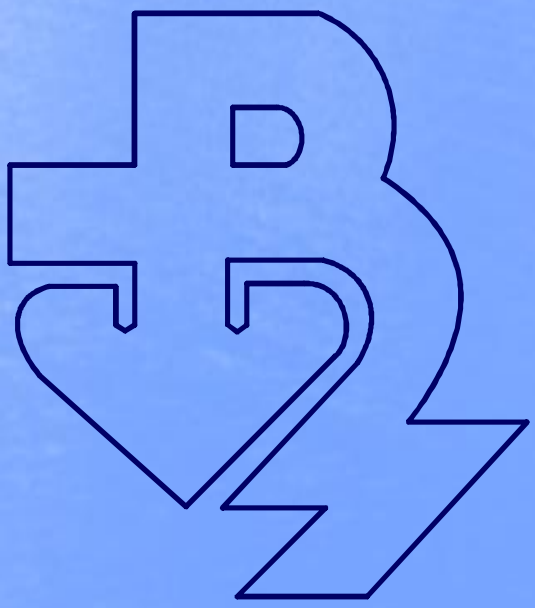
ГОДИШНИК

НА ТЕХНИЧЕСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ

във Варна

том II



ВАРНА
2010

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

Председател: *доц. д-р инж. Слава Харизанова*

доц.д-р инж. Димитър Кънев
доц. д-р инж. Андрей Андреев
доц. д-р инж. Огнян Железов
доц. д-р инж. Кирил Георгиев
доц. д-р инж. Павлина Тотева
доц. д-р инж. Варвара Веселинова
ст. пр. Валя Мавродиева
Секретар: *маг. инж. Снежина Иванова*

Издател: Технически университет-Варна
ISSN:1311- 896X

УВАЖАЕМИ ЧИТАТЕЛИ!

Пред Вас са научните трудове на академичния състав на Технически университет-Варна, разработени през 2010 г. Те отразяват, в концентриран вид, активната научноизследователска дейност на колектива и постигнатите резултати. От съдържанието на сборника може да се добие представа за широкия спектър на изследванията, провеждани в университета, както в традиционните, така и в областта на новите, модерни научни направления.

Изложената научна продукция очаква оценката на обществото и времето.

Използвам случая да благодаря на авторите за положения творчески труд и им пожелая още по-големи бъдещи успехи.

РЕКТОР НА ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ-ВАРНА:

декември 2010 г. ***/доц. д-р инж. О. А. Фархи/***
Варна

ТОМ I

СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ С АЛГЕБРИЧНО LIE-ДИФЕРЕНЦИРАНЕ И АНИХИЛАТОРИ
CONTROL SYSTEMS WITH A ALGEBRAIC LIE-DIFFERENTIATION AND ANNIHILATORS
Е. Николов.....5

СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ С ПРИБЛИЖЕНА РАЗМЕРНОСТ НА ПРОСТРАНСТВЕНАТА РАЗПРЕДЕЛЕНОСТ
CONTROL SYSTEMS WITH A APPROXIMATED DIMENSION OF THE SPATIAL DISTRIBUTION
Е. Николов, Н. Николова.....15

СИНТЕЗ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОСАДКИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА КОРАБЕЛЬНОГО БАЗИРОВАНИЯ ПРИ МОРСКОМ ВОЛНЕНИИ
THE SYNTHESIS OF THE AUTOMATIC LANDING SYSTEM OF SHIP BASING AIRCRAFT
А. Кабанов.....21

СИНТЕЗ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ГРУППИРОВКОЙ CTD-ЗОНДОВ ВЫПОЛНЯЮЩИХ ПРОФИЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ОКЕАНСКОЙ СРЕДЫ
SYNTHESIS OF CONTROL ALGORITHM FOR CTD-PROBES THAT PERFORM PROFILE MEASUREMENTS OF THE OCEAN ENVIRONMENT
В. Альчаков.....30

МЕТОДЫ ПОЛИНОМИАЛЬНОГО АНАЛИЗА В ЗАДАЧАХ ИССЛЕДОВАНИЯ АВТОКОЛЕБАНИЙ
METHODS OF POLYNOMIAL ANALYSIS IN PROBLEMS OF AUTO-OSCILLATIONS INVESTIGATION
А. Барабанов, Д. Старинская.....35

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ АЛГОРИТМ ФАДДЕЕВА-ЛЕВЕРРЬЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СТАБИЛИЗИРУЮЩЕГО РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ РИККАТИ В ЗАДАЧЕ ЛИНЕЙНО-КВАДРАТИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ
MODIFIED FADDEEV-LEVERRIER ALGORITHM FOR CONSTRUCTION OF THE STABILIZING SOLUTION OF RICCATI EQUATION ON THE PROBLEM OF LINEAR QUADRATIC OPTIMIZATION
А. Барабанов, А. Балабанов.....40

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО ПОЛИНОМИАЛЬНОГО АНАЛИЗА ЧАСТОТНЫХ КРИТЕРИЕВ АБСОЛЮТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ В ЗАДАЧЕ ПОСТРОЕНИЯ АЛГОРИТМОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
A CONSTRUCTION OF AUTOMATED ABSOLUTE STABILITY ALGORITHMS USING REAL POLYNOMIAL ANALYSIS OF FREQUENCY DOMAIN CRITERIONS
А. Барабанов, А. Лисогурский.....44

ИЗМЕРЕНИЕ РАССТОЯНИЯ ПРИ ПОМОЩИ СТЕРЕОЗРЕНИЯ
DISTANCE MEASURING USING STEREOVISION
К. Варламов, П. Светличный.....50

АСИМПТОТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СИНТЕЗА КОГНИТИВНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
ASYMPTOTIC METHODS OF SYNTHESIS OF COGNETIVE CONTROL SYSTEM
С. Дубовик.....55

РАЗРАБОТВАНЕ НА НЕЛИНЕЕН МАТЕМАТИЧЕН МОДЕЛ НА ПРОЕКТИРАН АВТОНОМЕН БЕЗПИЛОТЕН ЛЕТАТЕЛЕН АПАРАТ
DEVELOPMENT OF NONLINEAR MATHEMATICAL MODEL OF DESIGN RULE UNMANNED AIRCRAFT
Ст. Билидеров, М. Камбушев.....59

ИМИТАЦИОННО МОДЕЛИРАНЕ НА ТРАЕКТОРНОТО ДВИЖЕНИЕ НА ПРОЕКТИРАН АВТОНОМЕН БЕЗПИЛОТЕН ЛЕТАТЕЛЕН АПАРАТ
SIMULATION MODELING OF TRAJECTORY DESIGN MOVEMENT RULE UNMANNED AIRCRAFT
Ст. Билидеров, М. Камбушев.....65

ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ ПОЛИНОМИАЛЬНОГО ЦИФРОВОГО ФИЛЬТРА ПЕРВОГО ПОРЯДКА НА СВОЙСТВА АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ
COEFFICIENTS OF THE POLYNOMIAL FIRST ORDER DIGITAL FILTER AND THEIR INFLUENCE ON THE AMPLITUDE-FREQUENCY CHARACTERISTIC'S PROPERTIES
В. Ситников, А. Швец, А. Сильчук.....71

БАЗОВО БАКАЛАВЪРСКО ОБУЧЕНИЕ ПО ТЕОРИЯ НА УПРАВЛЕНИЕТО
BASIC BACHELOR EDUCATION IN CONTROL THEORY
К. Ищев, Н. Атанасов, А. Ищев.....75

ПРИЛОЖЕНИЕ НА КРИТЕРИИТЕ ЗА УСТОЙЧИВОСТ ПРИ СИНТЕЗ НА МОДАЛНИ РЕГУЛАТОРИ
MODAL CONTROLLERS SYNTHESIS BASED ON USAGE OF STABILITY CRITERIONS
М. Александрова, Н. Николов, В. Димитров.....81

АДАПТИВЕН АЛГОРИТЪМ ЗА МОДАЛЕН РЕГУЛАТОР НА СЪСТОЯНИЕТО СЪС СПИРАНЕ НА РЕКУРЕНТНОТО ОЦЕНЯВАНЕ
ADAPTIVE ALGORITHM FOR MODAL STATE CONTROLLER WITH SUSPENSION RECURRENT ESTIMATION
Н. Николов, М. Александрова, В. Димитров.....86

ПАРАМЕТРИЧНА ИДЕНТИФИКАЦИЯ НА ДИНАМИЧНИ ОБЕКТИ ПОСРЕДСТВОМ ИЗМЕСТЕНИ ОРТОГОНАЛНИ ФУНКЦИИ НА ХААР
PARAMETER IDENTIFICATION OF DYNAMIC OBJECTS USING SHIFTED ORTHOGONAL HAAR FUNCTIONS
М. Тодорова.....92

СИНТЕЗ АНАЛИТИЧЕСКОГО РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА
SYNTHESIS OF ANALYTICAL CONTROLLER FOR DC MOTORS
Л. Краснодубец, В. Крамарь, А.Туманов.....98

АНАЛИТИЧЕСКОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ АДАПТИВНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИЙ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ ДИНАМИКИ И ЛОКАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ
ANALYTICAL CONSTRUCTION OF ADAPTIVE CONTROLLERS BASED ON CONCEPTS OF INVERSE PROBLEM OF DYNAMICS AND LOCAL OPTIMIZATION
Л. Краснодубец, В. Крамарь.....101

КОНСТРУИРОВАНИЕ ЗАКОНА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ КОЛЕСНОЙ ПЛАТФОРМЫ СИСТЕМЫ ROBOTINO НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИЙ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ ДИНАМИКИ И ЛОКАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ
LAW'S DESIGNING OF TRACKING CONTROL OF THE SYSTEM ROBOTINO'S WHEELED PLATFORM ON THE BASIS OF DYNAMICS'S REVERSE TASKS'S CONCEPTS AND LOCAL OPTIMIZATION
Л. Краснодубец, Е. Морозова.....104

ОБОБЩЕНИЕ ЛИНЕАРИЗАЦИОННОГО МЕТОДА НА ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ
SYNTHESIS LINEARIZATION METHOD FOR HYBRID SYSTEM
Д. Токарев.....107

ОСОБЕННОСТИ РАБОЧЕГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ
FEATURES OF ON-LINE TESTING OF THE COMPUTING DEVICES ON A MODERN STAGE OF DEVELOPMENT
А. Дрозд, М. Саид, М. Дрозд, Г. Дмитриев.....113

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ГЕТЕРОГЕННОГО ТИРАЖИРОВАНИЯ ДАННЫХ
FORMALIZATION OF HETEROGENEOUS DATA REPLICATION PROCESS
А. Блажко, Дж. Альсафади.....119

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ОБУЧЕНИЯ ОСНОВАМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ В ВИДЕ РОЛЕВЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР
METHOD OF TEACHING OF SOFTWARE SYSTEM DESIGN BY USING COMPUTER SERIOUS GAMES
А. Кунгурцев, А. Блажко, Ст. Марулин.....123

АНАЛИЗ ЗАПРОСОВ К БАЗЕ ДАННЫХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛЕЙ-КАНДИДАТОВ НА СОЗДАНИЕ КЛАСТЕРНОГО ИНДЕКСА
ANALYSIS OF QUERIES TO DATABASE FOR DETERMINATION OF FIELDS-CANDIDATES FOR CREATION OF CLUSTERED INDEX
А. Кунгурцев, Св. Зиноватная, С. Мусанна, А. Манчук.....127

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕРВИСОВ В ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМАХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ
INTELLECTUAL SYSTEM OF THE ESTIMATION QUALITY OF TELECOMMUNICATION SERVICES IN THE DECENTRALIZED DISTRIBUTED SYSTEMS OF E-LEARNING
Г. Маклаков, Г. Маклакова.....131

СПЕЦИФИКАЦИЯ IMS QTI И АНАЛИЗ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ С КОРОТКИМ ОТВЕТОМ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕГУЛЯРНЫХ ВЫРАЖЕНИЙ
SPECIFICATION OF IMS QTI AND ANALYSIS TEST TASKS WITH A SHORT ANSWER ON THE BASIS OF THE USE OF REGULAR EXPRESSIONS
В. Давыдов, П. Фомин.....135

ОПЫТ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПО ТЕМЕ «ДРАЙВЕРЫ ЯДРА»
EXPERIENCE IN TEACHING STUDENTS ON THEME «KERNEL DRIVERS»
В. Рувинская, А. Лотоцкий, П. Беспечный.....140

АДАПТИВНАЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ
ADAPTIVE CLUSTERING IN WAVELET DOMAIN
Г. Щербакова, В. Абакумов, Св. Антощук, В. Крылов.....145

ЗАЩИТА НА ЕЛЕКТРОННИ ДОКУМЕНТИ ОТ КОПИРАНЕ И СКАНИРАНЕ
PROTECTION OF ELECTRONIC DOCUMENTS FROM COPYING AND SCANNING
Г. Върбанов, М. Митев.....151

ПРЕДСКАЗВАНЕ НА ВРЕМЕНАТА ЗА ИЗПЪЛНЕНИЕ НА СИМУЛАЦИОННИ ИЗЧИСЛИТЕЛНИ ЗАДАЧИ
PREDICTION OF SIMULATION TIME FOR COMPUTATIONAL TASKS
И. Пенев, А. Антонов.....156

РЕШАВАНЕ НА НЕТОЧНО ДЕФИНИРАНИ ПРОБЛЕМИ ПРИ РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА РЕСУРСИ
SOLVING VAGUELY DEFINED ASSIGNMENT PROBLEMS
M. Moškon, M. Scopchanov, O. Farhi, N. Zimic, M. Mraz.....161

ВИДЕО БАЗИРАНО МАШИННО ЗРЕНИЕ ЗА ПРОМИШЛЕН МАНИПУЛАТОР
VIDEO BASED MACHINE VISION FOR INDUSTRIAL ROBOT ARM
М. Скопчанов, Хр. Христосков, Е. Драганова, О. Фархи.....165

АДАПТИВНО НЕВРОННО БЕЗСЕНЗОРНО УПРАВЛЕНИЕ НА АСИНХРОННО ЕЛЕКТРОЗАДВИЖВАНЕ
ADAPTIVE NEURAL SENSORLESS CONTROL OF ASINCHRONOUS ELECTRICAL DRIVE
Е. Маринов, Ж. Жеков.....169

ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМА НА ЕЛЕКТРОГЕНЕРИРАНЕ НА ВЕТРОЕНЕРГИЕН АГРЕГАТ С АСИНХРОННА МАШИНА С ДВОЙНО ЗАХРАНВАНЕ
POSSIBILITIES OF CONTROL OF GENERATING MODE IN WIND ENERGY CONVERSION SYSTEMS WITH DOUBLY-FED INDUCTION MACHINES
Е. Маринов, Пл. Манасиев, Цв. Тодоров.....175

МОДЕЛНО БАЗИРАНО УПРАВЛЕНИЕ В КЛИМАТИЗИРАНИ СГРАДНИ СИСТЕМИ
MODEL BASED CONTROL OF CONDITIONED BUILDING SYSTEM
Д. Цанков, Т. Йонков, Е. Йончев, М. Иванчев.....181

АВТОМАТИЗИРАНИ СИСТЕМИ ЗА ЕНЕРГИЕН МЕНИДЖМЪНТ
AUTOMATED SYSTEMS FOR ENERGY MANAGEMENT
М. Георгиев.....186

НЯКОИ ПРОБЛЕМИ И ПЕРСПЕКТИВНИ ВЪЗМОЖНОСТИ ПРИ ПРАКТИЧЕСКОТО ОБУЧЕНИЕ НА СТУДЕНТИТЕ ОТ ТЕХНИЧЕСКИТЕ УНИВЕРСИТЕТИ
SOME PROBLEMS AND PERSPECTIVES ON THE PRACTICAL TRAINING OF STUDENTS OF TECHNICAL UNIVERSITIES
П. Петров, М. Маринова, М. Тодорова, Хр. Тахрилов, В. Узунов, Ян. Славова.....189

ТОМ II

ВЛИЯНИЕ НА ГЕОМЕТРИЧНИТЕ ПАРАМЕТРИ НА ЦИЛИНДРИЧЕН ИНДУКТОР ВЪРХУ ТЕРМИЧНИЯ ПРОЦЕС НА НАГРЯВАНЕ
IMPACT OF THE GEOMETRIC PARAMETERS OF A CYLINDRICAL INDUCTOR ON THE THERMAL PROCESS
Хр. Тахрилов, Б. Димитров ……...…… 3

СЪГЛАСУВАНЕ НА ПАРАМЕТРИТЕ НА СИСТЕМАТА ИНДУКТОР-ДЕТАЙЛ СЪС ЗАДАДЕН ТЕХНОЛОГИЧЕН РЕЖИМ
AN ACCORDANCE OF THE PARAMETERS OF THE SYSTEM INDUCTOR-DETAIL WITH A SET TECHNOLOGICAL REGIME
Хр. Тахрилов, Ил.Лилянова, Б. Димитров ……..…….. 9

ПРОЕКТИРАНЕ НА КОНТАКТНИ СИСТЕМИ ЗА ЕЛЕКТРИЧЕСКИ АПАРАТИ С ПРИЛОЖЕНИЕ НА АЛГОРИТЪМ "ТЪРСЕНЕ С ВРЪЩАНЕ"
DESIGN OF CONTACT SYSTEMS FOR ELECTRICAL APPARATUS WITH APPLICATION OF BACKTRACKING ALGORITHM
Б. Димитров ……...…… 15

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ТЕОРИЯ НА ГРАФИТЕ В АНАЛИЗА НА КОНТАКТНИ СИСТЕМИ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИ АПАРАТИ
APPLICATION OF THE GRAPH THEORY IN THE ANALYSIS OF CONTACT SYSTEMS OF ELECTRICAL APPARATUS
Борислав Димитров ……...……. 21

ВЛИЯНИЕ НА ПАРАМЕТРИТЕ НА ЗАХРАНВАЩИЯ ИЗТОЧНИК ПРИ ИНДУКЦИОННО НАГРЯВАНЕ НА НЕФЕРОМАГНИТНИ ДЕТАЙЛИ
INFLUENCE OF POWER SOURCE PARAMETERS FOR HEATING INDUCTION UNFERROMAGNETIC DETAILS
М. Щреблау, М. Маринова ……..…….. 26

АНАЛИЗ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИТЕ ПРОЦЕСИ В ДИСКРЕТЕН РЕГУЛАТОР НА ПРОМЕНЛИВО НАПРЕЖЕНИЕ ПРИ АКТИВНО-ИНДУКТИВЕН ТОВАР
ANALYSIS OF ELECTRICAL PROCESSES IN A DISCRETE ALTERNATING VOLTAGE REGULATOR WITH ACTIVE-INDUCTIVE LOAD
Е. Барудов, Е. Панов, Ст. Барудов 30

ТЕНДЕНЦИИ ПРИ ИЗГРАЖДАНЕТО И РЕКОНСТРУКЦИЯТА НА ЕЛЕКТРОПРОВОДИ ЗА ВИСОКО НАПРЕЖЕНИЕ
TRENDS IN REHABILITATION AND CONSTRUCTION OF HIGH VOLTAGE TRANSMISSION LINES
Ю.Рангелов ……. 36

SIMULINK БАЗИРАНА СИСТЕМА ЗА ХОРИЗОНТАЛНА СТАБИЛИЗАЦИЯ НА ЛЕТАТЕЛЕН АПАРАТ
SIMULINK BASED SYSTEM FOR CONTROLLING STABILITY OF AN AIRCRAFT
Хр. Христосков, М. Скопчанов, Ж. Жеков, Е. Драганова 41

МЕТОД ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ЦЕЛЕВИЯ ВЕКТОР ПРИ САМООБУЧЕНИЕ НА НЕВРОННИ МРЕЖИ
TARGET VECTOR ESTIMATION FOR SELF LEARNING IN NEURAL NETWORKS
М. Скопчанов, О.Фархи 46

ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ФОРМАТА НА ОБЛЪЧЕНИ С УЛТАЗВУК ОБЕКТИ ВЪРХУ СТРЪМНОСТТА НА ПЕРДНИЯ ФРОНТ НА ЕХОТО
OBJECT'S SHAPE IMPACT ON THE ATTACK OF THE ULTRASONIC ECHO
Michael Scopchanov …… 50

ИЗОБРАЗЯВАНЕ НА ПОТОК ОТ ВИДЕО ДАННИ В ПОТРЕБИТЕЛСКИ ПРОЗОРЕЦ В СРЕДА MATLAB
PREVIEW OF A VIDEO STREAM IN USER WINDOW UNDER MATLAB
М. Скопчанов, Е. Драганова …… 56

ИЗСЛЕДВАНЕ ДИНАМИЧНАТА РАБОТА НА ИЗТОЧНИЦИТЕ НА ТОК ПРИ ИЗМЕРВАНЕ ПРОВОДИМОСТ НА ТЕЧНОСТИ
RESERCH OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE CURRENT SOURCES USED FOR MEASURING OF THE CONDUCTIVITY OF LIQUIDS
Н. Недев …… 61

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ИЗТОЧНИЦИ НА ТОК ИЗПОЛЗВАНИ ПРИ ИЗМЕРВАНЕ ПРОВОДИМОСТ НА ТЕЧНОСТИ
RESEARCH OF CURRENT SOURCES USED FOR MEASURING OF CONDUCTIVITY OF LIQUIDS
Н. Недев 67

КОНФОРМНИ ПАНЕЛНИ ФРЕНЕЛОВИ АНТЕННИ ЛЕЩИ
CONFORMAL PANEL FRESNEL- ZONE LENS ANTENNAS
Й. Урумов, Л. Камбуров, Л. Иванов 72

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА РЕЗОНАНСНАТА ЧЕСТОТА ПРИ МЕТАМАТЕРИАЛНИ СРЕДИ
DETERMINATION OF THE RESONANT FREQUENCY IN METAMATERIAL MEDIA
А. Георгиева, Р. Георгиев 78

НЯКОИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА МИКРОЛЕНТОВИ КЪСИ АНТЕНИ С ОБРАТНО ИЗЛЪЧВАНЕ С ПРОЦЕПНО ВЪЗБУЖДАНЕ
SOME STUDIES OF APERTURE COUPLED MICROSTRIP SHORT BACKFIRE ANTENNAS
Г.С. Киров, Г.Ц. Червенков, Д.М. Радев 83

ПРОЕКТИРАНЕ НА ДВУЧЕСТОТНИ МИКРОЛЕНТОВИ ПРЪСТЕНОВИДНИ АНТЕНИ
DESIGN OF DUAL-FREQUENCY MICROSTRIP ANNULAR-RING ANTENNAS
Г.С. Киров 89

ПРОЕКТИРАНЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ НА ПАСИВНИ ФИЛТРИ С ПОМОЩТА НА ПРОГРАМНАТА СРЕДА LABVIEW
DESIGN AND IMPLEMENTATION OF PASSIVE FILTERS USING LABVIEW
В. И. Маркова 95

МЕТОД ЗА МОДУЛНА РЕДУКЦИЯ БЕЗ ТРАДИЦИОННО ДЕЛЕНИЕ ПРИ АСИМЕТРИЧНИ КРИПТОГРАФСКИ АЛГОРИТМИ
METHOD FOR MODULAR REDUCTION WITHOUT TRIAL DIVISION FOR ASYMMETRIC CRYPTOGRAPHIC ALGORITHMS
П. Стоянов, Т.Георгиева …… 101

МЕТОДИКА ЗА ОЦЕНКА НА ADSL ЛИНИИ
METHOD FOR ADSL TELEPHONE LINES MEASURE
Р. Димова 104

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПАРАМЕТРИТЕ НА VOIP ТРАФИК ПРИ ПАКЕТНО БАЗИРАНИТЕ МРЕЖИ
INVESTIGATE PARAMETERS OF VOIP TRAFFIC IN PACKET-BASED NETWORK
Т.Георгиева, И.Атанасов, П. Стоянов 109

АДАПТИВЕН МОДЕЛ НА КОДИРАНЕ ПРИ МОДЕЛИРАНЕ НА ГРАФИЧНИ ИЗОБРАЖЕНИЯ
ADAPTIVE MODEL FOR MODELING CODING GRAPHICS
Т.Георгиева 113

INSULATION RESISTANCE MEASUREMENT AT HIGH VOLTAGE
ИЗМЕРВАНЕ НА ИЗОЛАЦИОННО СЪПРОТИВЛЕНИЕ
ПРИ ВИСОКО НАПРЕЖЕНИЕ
В. Драганов, З. Станчев 117

РЕАЛИЗАЦИЯ НА ДИНАМИЧНА СТРУКТУРА НА ПРИЛОЖЕНИЕ В ИНТЕРАКТИВНА СРЕДА
IMPLEMENTATION OF DYNAMIC APPLICATION STRUCTURE IN A REAL TIME FRAMEWOR
С. Николов, А. Антонов 120

ДВУКРИТЕРИАЛНА ЗАДАЧА ПРИ РОБАСТНО ПРОЕКТИРАНЕ НА КОРАБА
DUAL RERSPONSE SYSTEM IN ROBUST SHIP DESIGN
П. Георгиев, Тр.Дамянлиев 126

КОНЦЕПТУАЛНОТО ПРОЕКТИРАНЕ И НАУКАТА “ТЕОРИЯ НА ПРОЕКТИРАНЕ НА КОРАБА”
CONCEPTUAL DESIGN AND THE SCIENCE “ THEORY OF SHIP DESIGN”
Тр.Дамянлиев, П. Георгиев 132

ЯКОСТЕН АНАЛИЗ НА СТОМАНЕНАТА КОНСТРУКЦИЯ НА КОЗЛОВИ КРАН
STRENGTH ANALISYS THE STEEL STRUCTURE OF GANTRY CRANE
Д.Дишев, Тр. Дамянлиев 138

ПРИБЛИЗИТЕЛНО ОЦЕНЯВАНЕ НА ТОВАРОПОДЕМНОСТТА НА ТОВАРНИТЕ КРАНОВЕ НА КОРАБИ ЗА ГЕНЕРАЛНИ ТОВАРИ
APPROXIMATELY ASSESSMENT OF THE LOADING CAPACITY OF THE SOME SHIP CARGO CRANES
Х. Хараланов 144

КОЕФИЦИЕНТ НА ИЗПОЛЗВАНЕ НА МАТЕРИАЛА ПО НАПРЕГНАТО СЪСТОЯНИЕ
COEFICIENT OF UTILIZATION OF MATERIAL IN STRESSED CONDITION
Т. Андреева – Недялкова, Хр. Трендафилов 149

OPTIMUM HYDRODYNAMIC CHARACTERISTICS EQUATIONS FOR GAWN'S SYSTEMATIC PROPELLER SERIES
УРАВНЕНИЯ ЗА ОПТИМАЛНИТЕ ХИДРОДИНАМИЧНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ГРЕБНИТЕ ВИНТОВЕ ОТ СИСТЕМАТИЧНАТА СЕРИЯ НА ГООН
Ст. Кюлевчелиев 155

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЪЗМОЖНОСТТА ЗА ПАРАЛЕЛНО ЗАДВИЖВАНЕ НА ОСНОВНОТО И ДОПЪЛНИТЕЛНОТО КОРМИЛО НА ЕДНОВИНТОВ КОРАБ ПРИ МАНЕВРИРАНЕ
INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY FOR SIMULTANEOUS DEFLECTION OF A BASIC AND AN ADDITIONAL RUDDER FOR A SINGLE-SCREW SHIP
Н. Петров, И. Иванов, С. Иванов 161

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПРИЛОЖИМОСТТА НА CFD В ДИНАМИКАТА НА ФЛУИДИТЕ НА ОСНОВАТА НА АНАЛИЗ НА ОБТИЧАНЕТО НА ТЕСТОВО ТЯЛО
THE STUDY OF THE APPLICABILITY OF CFD IN FLUID DYNAMICS ON THE BASE OF BENCHMARK CASE CHARACTERISTICS
М. Ст.Лефтерова, Е. Л.Лефтеров 166

STUDY OF THE MICROSTRUCTURE AND PROPERTIES OF SURFACE COATING FORMED BY PLASMA SPRAYING
ИЗСЛЕДВАНЕ НА МИКРОСТРУКТУРАТА И СВОЙСТВАТА НА ПОВЪРХНОСТЕН СЛОЙ, ФОРМИРАН ЧРЕЗ ПЛАЗМЕНО НАПЛАСТЯВАНЕ
Хр. Скулев, Ал. Рафаилов 172

ЕКОЛОГИЧЕН МОНИТОРИНГ НА ПРИТОК ОТ ОВРАЖНО- РЕЧНАТА МРЕЖА НА ГР. ВАРНА
ENVIRONMENTAL MONITORING OF AFFLUENT OF VARNA TOWN DRAIN- RIVER NETWORK
А. Симеонова 182

ЕКОЛОГИЧНИ АСПЕКТИ, СВЪРЗАНИ С УСТОЙЧИВОТО ИЗПОЛЗВАНЕ НА ЧЕРНО МОРЕ В КОНТЕКСТА НА ЕВРОПЕЙСКАТА ПОЛИТИКА ЗА ОПАЗВАНЕ НА ВОДНИТЕ РЕСУРСИ
ECOLOGICAL ASPECTS RELATED TO THE BLACK SEA SUSTAINABLE UTILIZATION IN THE CONTEXT OF THE EUROPEAN WATER COSERVATION POLICY
А. Симеонова 188

ДИНАМИКА И АКУМУЛАЦИЯ НА КАДМИЙ В ГОРСКИ ЕКОСИСТЕМИ В ПРИРОДЕН ПАРК "ЗЛАТНИ ПЯСЪЦИ"
DYNAMICS AND ACCUMULATION OF CADMIUM IN FOREST ECOSYSTEMS IN GOLDEN SANDS NATURE PARK
Ж. Бекярова, Д. Динков, Я. Спасова 194

СЪДЪРЖАНИЕ НА МАКРОЕЛЕМЕНТИ (N, P, K) В ЛИСТАТА НА ШИРОКОЛИСТНИ ДЪРВЕСНИ ВИДОВЕ В РАЙОНА НА ПРОМИШЛЕНА ЗОНА"ДЕВНЯ"
CONTENT OF MACROELEMENTS (N, P, K) IN THE LEAVES OF DECIDUOUS TREE SPECIES IN THE REGION OF THE DEVNYA INDUSTRIAL ZONE
Ж. Бекярова, Д. Динков, Я. Спасова 199

ИЗСЛЕДВАНЕ НА РАДИАЦИОННИЯ СТАТУС НА ГОРСКАТА ЕКОСИСТЕМА В БИОСФЕРЕН РЕЗЕРВАТ "КАМЧИЯ"
STUDY OF THE RADIATION STATUS OF THE FOREST ECOSYSTEM IN THE BIOSPHERE RESERVE "KAMCHIA"
Я. Спасова, Д. Динков, Ж. Бекярова 204

ТЕОРЕМА НА ХАН-БАНАХ ЗА ПОЛУНОРМИРАНИ ПРОСТРАНСТВА
THE HAHN-BANACH THEOREM FOR SEMI-NORMED SPACES
Д. К.Неделчева ……..……..…….. 209

СТРАТЕГИЧЕСКИ ПРИОРИТЕТИ НА МОДЕРНИЗАЦИЯТА НА ПЕНСИОННО-ОСИГУРИТЕЛНАТА СИСТЕМА В РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ
THE MODERNIZATION OF THE BULGARIAN PENSION SECURITY SYSTEM - STRATEGIC PRIORITIES
Н.Николова ……..…… 215

РАЗВИТИЕ НА БИЗНЕС ОРГАНИЗАЦИИТЕ И ВРЪЗКАТА ИМ С ИНФОРМАЦИОННИТЕ СИСТЕМИ И ТЕХНОЛОГИИ
DEVELOPMENT OF THE BUSINESS ORGANIZATIONS AND THEIR RELATION TO THE INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES
Д. М. Павлова ……..…… 221

ИКОНОМИКА НА МЕДИИТЕ: ПРОДУКТИ, ПАЗАРИ И КОНКУРЕНЦИЯ
ECONOMICS OF THE MEDIA: PRODUCTS, MARKETS AND COMPETITION
Ал. Тодоров ……..…… 229

ИНТЕРКУЛТУРНАТА КОМУНИКАЦИЯ –СЪСТАВНА ЧАСТ НА ОБРАЗОВАТЕЛНИЯ ПРОЦЕС
INTERCULTURAL COMMUNICATION – ESSENTIAL COMPONENT OF THE PROCESS OF EDUCATION
В. К.-Мавродиева, М. Златева 235

ПРЕВОДЪТ КАТО ПРЕДАВАНЕ И ПРИЕМАНЕ НА ПОСЛАНИЕТО СПОРЕД СЪОТВЕТНИЯ ДИСКУРС
TRANSLATION AS MESSAGE TRANSFERENCE AND ACCEPTANCE ACCORDING TO THE RELEVANT DISCOURSE
В. К.-Мавродиева 239

ТЯЛОТО В ХИПЕРМОДЕРНИТЕ ВРЕМЕНА
THE BODY IN THE HYPERMODERN TIMES
Л. Попова ……..…… 245

СЪБИТИЯ

ИЗЛОЖБА "МАГИЯ НА ФАНТАЗИЯТА" – ВЪЗПОМЕНАНИЕ ЗА СТЕФАН ЛЕФТЕРОВ
EXHIBITION "MAGIC OF FANTAZY" – MEMORIAM OF STEFAN LEFTEROV
Ц. Ковачева, О. Жеков ……..……..…… 252

ТОМ III

1. НАУЧНОИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИ ПРОЕКТИ

СИСТЕМИ ЗА ГЕНЕРИРАНЕ НА ХИМИЧЕСКИ АКТИВНИ КОМПОНЕНТИ В ГАЗОВА СРЕДА С ПОВИШЕНО НАЛЯГАНЕ
SYSTEMS FOR GENERATION OF CHEMICHALLY ACTIVE COMPONENTS IN GAS MEDIUM WITH INCREASED PRESSURE
Стефан Барудов, Емил Барудов, Милена Иванова, Росица Димитрова, Мартин Стоянов 5

РАЗРАБОТВАНЕ НА СТЕНД ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА УЛИЧНО ОСВЕТЛЕНИЕ
DEVELOPMENT OF LABORATORY EQUIPMENT FOR RESEARCHES IN STREET LIGHTING TELEMANAGEMENT SYSTEMS
Димитър Матев, Румен Киров, Владимир Чиков, Валентин Гюров, Самет Исак 7

ИЗГРАЖДАНЕ НА СЪВРЕМЕННА ЛАБОРАТОРИЯ ПО „ТЕОРЕТИЧНА ЕЛЕКТРОТЕХНИКА”
MODERN LABORATORY ON “THEORETICAL ELECTRICAL ENGINEERING” DEVELOPMENT
Сава Савов, Емил Панов,Илонка Лилянова, Вяра Василева, Мирослава Донева, Ивайло Неделчев, Емил Барудов 9

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА ПРИЛОЖЕНИЕ НА НАНОРАЗМЕРНИ ФУНКЦИОНАЛНИ СЛОЕВЕ В ЕЛЕКТРИЧЕСКИТЕ АПАРАТИ
INVESTIGATION OF THE POSSIBILITIES FOR APPLICATION OF NANOSIZED FUNCTIONAL LAYERS IN ELECTRICAL APPARATUS
Бохос Апраханям, Борислав Димитров, Мелине Апрахамян, Янита Славова, Майк Щреблау, Надежда Цветкова, Тодор Пенев, Александър Гайдарджиев, Ненко Раденков, Реджеб Реджеб 11

ЕЛЕКТРОННИ СИСТЕМИ ЗА ВЪЗОБНОВЯЕМИ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ
ELECTRONIC SYSTEMS FOR RENEWABLE ENERGY SOURCES
Венцислав Вълчев, Димитър Юдов, Димитър Ковачев, Екатерина Димитрова, Лъчезар Бекяров, Емилиан Беков, Антим Йорданов, Ангел Маринов, Пламен Янков 13

СЕГМЕНТИРАНЕ, ОПИСАНИЕ И РАЗПОЗНАВАНЕ НА ДВУМЕРНИ СИГНАЛИ
SEGMENTATION, DESCRIPTION AND RECOGNITION OF TWO-DIMENSIONAL SIGNALS
Иван Булиев, Йордан Колев, Пейчо Попов, Николай Николов, Николай Кенаров, Христиан Русев, Данаил Иванов, Радил Раденков 15

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕЛЕКТРОДИНАМИЧНИ УСТРОЙСТВА С МЕТАМАТЕРИАЛНИ СРЕДИ
INVESTIGATION OF MICROWAVE DEVICES WITH METAMATERIAL MEDIA
Росен Георгиев, Антония Георгиева, Стоян Цеков 17

ИЗСЛЕДВАНЕ НА СЪВРЕМЕННИ ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ ЧРЕЗ ИНТЕЛИГЕНТНА ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКА СРЕДА
MODERN TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES INVESTIGATION BY INTELLIGENT RESEARCH ENVIRONMENT
Розалина Димова, Илия Атанасов, Венцеслав Драганов, Борислав Найденов, Валентина Маркова, Тодорка Георгиева, Пламен Стоянов, Васил Димитров, Георги Георгиев 19

СЪСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ В УДОВЛЕТВОРЕНОСТТА НА СТУДЕНТИТЕ ОТ ФАКУЛТЕТ „ЕЛЕКТРОНИКА”
STATE AND TENDENCIES OF THE STUDENTS SATISFACTION OF FACULTY ËLECTRONICS
Гатю Гатев, Красимира Георгиева, Ивелин Ташев 21

ТЕОРЕТИЧНА РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ НА ПРОГРАМНА ПЛАТФОРМА ЗА КОМПЮТЪРНО ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА КУРСОВЕ ЗА ДИСТАНЦИОННО ОБУЧЕНИЕ
THEORETICAL DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF THE PROGRAM PLATFORM FOR COMPUTER AIDED DESIGN AND STUDY OF COURSES FOR E-LEARNING
Елена Рачева, Митко Митев, Борис Рачев, Слава Йорданова, Анатолий Антонов, Владимир Николов, Ганка Ковачева, Гео Кунев, Павлина Владимирова, Гинка Маринова, Димитър Димитров, Димитър Георгиев, Симеон Желев, Димитър Маринов, Тихомир Георгиев
.....23

ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА АНАЛИЗ И СИНТЕЗ НА СЛОЖНИ СИСТЕМИ С ПРИЛОЖЕНИЕ ЗА АВТОМАТИЗИРАНЕ НА ПРОИЗВОДСТВОТО НА БИОДИЗЕЛ
DEVELOPMENT AND RESEARCH OF ELECTROMECHANICAL SYSTEMS WITH IMPROVED REGULATING AND ENERGY PERFORMANCES
Петър Петров, Овид Фархи, Велко Наумов, Мариана Тодорова, Цоло Георгиев, Никола Николов, Диан Джибаров, Веско Узунов, Мариела Александрова, Елена Драганова, Ренгинар Рашид, Ростислав Райчев, Ангел Стоянов, Людмил Райчев, Андрей Дънков 25

УПРАВЛЕНИЕ НА ЕЛЕКТРОМЕХАНИЧНИ СИСТЕМИ ЧРЕЗ СПЕЦИАЛИЗИРАНИ КОНТРОЛЕРИ И ЦИФРОВИ СИГНАЛНИ ПРОЦЕСОРИ
CONTROL OF ELECTROMECHANICAL SYSTEMS USING SPECIALIZED CONTROLLERS AND DIGITAL SIGNAL PROCESSORS
Емил Маринов, Наско Атанасов, Пламен Манасиев, Янко Янев, Светлана Савова, Михаил Скопчанов, Цветомир Тодоров, Живко Жеков, Христо Христосков, Иван Баджаков, Кольо Жишев, Стефан Георгиев, Йолина Йовчева, Айсер Ахмед, Красимир Неделчев, Георги Монов 27

ИНТЕРДИСЦИПЛИНАРНИ НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ВНЕДРЯВАНЕ В УНИВЕРСИТЕТСКИ УЧЕБНИ КУРСОВЕ
INTERDISCIPLINARY RESEARCHES AND THEIR INTRODUCING INTO ACADEMIC COURSES
Надежда Рускова, Петър Антонов, Трифон Русков, Димитър Тянев, Огнян Железов, Виолета Божикова, Марияна Стоева, Христо Вълчанов, Христо Ненов, Валентина Антонова, Даниела Илиева, Росен Радков, Георги Върбанов, Лъчезар Георгиев, Венета Алексиева, Стефка Попова, Константин Капинчев, Сияна Вълчанова, Деян Стойнов 29

РЕШАВАНЕ НА ОПТИМИЗАЦИОННИ ЗАДАЧИ В ПАРАЛЕЛНИ ИЗЧИСЛИТЕЛНИ СРЕДИ И СХЕМИ ЗА ОБРАБОТКА НА СМЕСЕНА ИНФОРМАЦИЯ
SOLVING OPTIMIZATION PROBLEMS IN PARALLEL COMPUTING ENVIRONMENTS AND SCHEMES FOR TREATMENT OF MIXED DATA
Сава Иванов, Васил Смърков, Милена Карова, Цветан Таслаков, Юлка Петкова, Ганка Ковачева, Бойка Градинарова, Жейно Жейнов, Милен Ангелов, Ивайло Пенев, Мая Тодорова, Антоанета Иванова, Сузан Четинова, Георги Цанков, Радослав Младенов 31

ДИАГНОСТИКА НА КОРАБНИ ВАЛОПРОВОДИ
SHIP'S SHAFT LINE DIAGNOSTICS
Димитър Кънев, Христо Пировски, Севдалин Вълчев 33

РАЗРАБОТВАНЕ НА СТЕНД И МЕТОДИКА ЗА БАЛАНСИРАНЕ НА СЪСТАВНИ ЕЛАСТИЧНИ РОТОРИ
DEVELOPMENT OF A STAND AND A METHODOLOGY FOR BALANCING OF COMPOSITE ELASTIC ROTORS
Николай Минчев, Върбан Милков, Николай Куртев, Стефан Стефанов, Христо Пировски, Борислав Костов 35

ИЗСЛЕДВАНЕ СИЛОВОТО ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НА „ДОПЪЛНИТЕЛНО КОРАБНО КОРМИЛНО УСТРОЙСТВО" С КОРАБНИЯ КОРПУС ПРИ МАНЕВРИРАНЕ НА ЗАДЕН ХОД
STUDY OF A STRENGHT INTERACTION OF ADDITIONAL SHIP STEERING DEVICE WITH SHIP HULL DURING THE MANEUVERS OF REAR MOVE
Никола Петров, Христо Трендафилов, Мъгърдич Аведисян, Свилен Иванов, Светослав Караиванов, Светлозар Нейков, Албена Крумова Бочева 37

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ТЕРМОВИЗИОННАТА ТЕХНИКА ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА МЕТОДИКАТА ЗА ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ НА СГРАДИ И ПРОМИШЛЕНИ СИСТЕМИ
APPLYING THERMOVISION FOR BETTERMENT OF METHODS FOR INVESTIGATION BUILDING AND INDUSTRIAL SYSTEM FOR ENERGY EFFECTIVENESS
Даниела Чаръкова, Димитър Русев, Илия Хаджидимов, Николай Христов, Атанас Атанасов, Стаменка Атанасова, Радко Радев, Владимир Димов, Захари Попов, Георги Габраков, Ирина Павлова, Денка Кънчева, Владимир Божинов, Георги Атанасов, Александър Алексиев, Кремена Калчева 39

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕКОЛОГИЧНОТО СЪСТОЯНИЕ НА ВОДНИЯ БАСЕЙН НА РЕКА КАМЧИЯ И ВЛИЯНИЕТО Й ВЪРХУ СТАТУСА НА ЧЕРНОМОРСКОТО КРАЙБРЕЖИЕ
INVESTIGATION OF RIVER KAMCHIYA ECOLOGYCAL STATUS AND ITS IMPACT OVER THE BLACK SEA COASTAL AREA
Живка Бекярова, Анна Симеонова, Живка Бекярова, Розалина Чутуркова, Даниела Тонева, Деян Динков, Нели Георгиева, Людмил Петров, Елена Киндjакова, Александра Стоянова, Тодор Моралийски, Татяна Петрова, Гергана Шалева, Таня Янкова, Мария Иванова, Елена Мъхова, Силвия Радева, Надежда Дойчева, Росица Русева 41

НОВАТА ИКОНОМИЧЕСКА СТРАТЕГИЯ НА ЕС „ЕВРОПА 2020" И ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВАТА ПРЕД БЪЛГАРИЯ ЗА ВПИСВАНЕ В НЕЯ
NEW ECONOMIC STRATEGY OF EU "EUROPE 2020" AND CHALLENGES FOR BULGARIA TO JOIN TO HER
Кирил Георгиев, Светлана Лесидренска, Донка Иванова, Фани Узунова, Таня Панайотова, Дарина Павлова, Недка Николова, Наталия Николова, Веселина Янкова, Мариана Мурзова 43

МЕТОДИКА И АЛГОРИТЪМ ЗА ОРГАНИЗАЦИЯ НА ТЪРСЕНЕ И СПАСЯВАНЕ НА БЕДСТВАЩИ ХОРА И КОРАБИ НА МОРЕ
DISTRESS SEAMEN AND SHIPS SEARCH AND RESCUE ORGANISATION METHODOLOGY AND ALGORITHM
Михаил Щерев, Марин Койчев, Атанас Крушев, Чавдар Орманов, Николай Петков, Божидар Събев, Иван Грозев, Милен Тодоров, Андрей Станев, Николай Беджев, Ростислав Димитров 45

ОБРАБОТКА НА ОПТИЧНИ СИГНАЛИ ПРИ ВИСОКО НИВО НА ШУМ
OPTICAL SIGNAL PROCESSING UNDER A HIGHT NOISY LEVEL
Валентин Люцканов, Александър Огойски, Владимир Войнов, Пейчо Попов, Красимира Кърджилова, Владимир Пулов, Мариела Михова, Димитър Ненов 47

ГРАДИЕНТНО СТРУКТУРИРАНИ НАНОСЛОЕВЕ ФОРМИРАНИ ОТ ХИДРОКСИАПАТИТ И ТИТАНОВ ДВУОКИС ЧРЕЗ НАПЛАСТЯВАНЕ ВЪРХУ ТИТАНОВА СПЛАВ TI-6AL-4V
GRADIENT STRUCTURED HYDROXYAPATITE AND TITANIUM DIOXIDE NANO-LAYERS FORMED BY SPRAYIN ON TITANIUM ALLOY TI-6AL-4V
Христо Скулев, Артур Балян, Тихомир Доврамаджиев 49

ИЗСЛЕДВАНЕ ПОЛУЧАВАНЕТО НА ЛЕЯРСКИ ФОРМИ ПО МЕТОДА НА КАПИЛЯРНО ФОРМОВАНЕ
INVESTIGATION OF THE PRODUCTION OF CAST MOULDS BY CAPILLARY MOULDING
Радко Радев, Николай Атанасов, Росица Иванова, Даниела Спасова, Стоянка Атанасова, Живко Ставрев, Ивайло Иванов, Светльо Николов 51

ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗРАБОТВАНЕ НА АВТОМОБИЛ-ПРОТОТИП ЗА УЧАСТИЕ В SHELL ECO MARATHON
DESIGN AND CONSTRUCTION OF CAR-PROTOTYPE FOR PARTICIPATION IN SHELL ECO MARATHON
Ангел Димитров, Росен Христов, Красимир Богданов, Недьо Недев, Борис Стоянов, Николай Динков, Добрин Добрев, Александър Георгиев, Георги Чекелов, Станимир Чанов, Даниел Викторов, Станимир Велинов, Кънчо Христов, Евгени Митев, Красен Кръстев 53

СИСТЕМА ЗА ИНДИЦИРАНЕ НА ДВИГАТЕЛИ
ENGINES INDICATION SYSTEM
Здравко Иванов, Веселин Михайлов, Антон Колев 55

РАЗРАБОТВАНЕ НА ЛАБОРАТОРНИ УСТАНОВКИ ЗА МОДЕЛИРАНЕ И КОНТРОЛ НА ФИЗИЧНИ ПРОЦЕСИ
DEVELOPMENT OF A LABORATORY EQUIPMENTS FOR MOUUDLINNG AND CONTROL OF PHISICAL PROCESSES
Евстати Лефтеров, Павлина Тотева, Анелия Димитрова, Гълъбина Йосифова, Васил Диков 57

ИЗСЛЕДВАНЕ И ОПТИМИЗИРАНЕ ПАРАМЕТРИТЕ НА СЪОРЪЖЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ, КОИТО СЕ ПРИЛАГАТ В ЗЕМЕДЕЛСКАТА ПРАКТИКА
INVESTIGATION AND OPTIMIZATION THE PARAMETERS OF THE DEVICES AND TECHNOLOGIES APPLIED IN AGRICULTURE
Радко Михайлов, Владимир, Красимира Загорова, Светлозар Захариев, Димитър Димитров, Свилен Стоянов, Светлана Паскалева, Дамянка Томанова, Атанаска Боева, Славчо Стоянов, Иван Ангелов, Ивайло Михайлов, Гергана Георгиева, Венелин Валентинов, Димитър Георгиев, Иван Божков, Стелиян Райчев 59

ПОРТФОЛИО – УЧЕБНИ МАТЕРИАЛИ ПО АНГЛИЙСКИ ЕЗИК ЗА СПЕЦИАЛНОСТ „КММ” (В ПОМОЩ НА СТУДЕНТИТЕ И ПРЕПОДАВАТЕЛИТЕ)
PORTFOLIO – ENGLISH LANGUAGE TEACHING MATERIALS FOR MARINE ENGINEERING
Всеволод Иванов, Виолета Карастатева, Ивелина Макриева, Мариана Кръстева 61

МОДЕЛИРАНЕ НА ДИСКРЕТНИ И НЕПРЕКЪСНАТИ МАТЕМАТИЧЕСКИ СТРУКТУРИ
MODELLING OF DISCRETE AND CONTINUOUS MATHEMATICAL STRUCTURES
Сребра Благоева, Иван Гинчев, Румен Маринов, Недка Пулова, Мелине Апрахамян, Златка Матева, Анна Николова 63

КРАЙНИ ПРОСТИ ГРУПИ, ОПТИМИЗАЦИЯ, НЕГЛАДЪК И ФУНКЦИОНАЛЕН АНАЛИЗ, КОМПЮТЪРНО МОДЕЛИРАНЕ
FINITE SIMPLE GROUPS, NONSMOOTH ANALYSIS AND NONSMOOTH OPTIMIZATION
Цанко Генчев, Всеволод Иванов, Еленка Генчева, Георги Александров, Диана Неделчева 65

2. НАУЧНОИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИ ПРОЕКТИ В ПОМОЩ НА ДОКТОРАНТИ

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЛИЯНИЕТО НА ПРИСЪЕДИНЯВАНИТЕ ВЕТРОПАРКОВЕ ВЪРХУ ЕНЕРГИЙНАТА СИСТЕМА
INVESTIGATION OF WIND PARK INFLUENCE TO POWER SYSTEM
Николай Джагаров, Стефан Филчев, Юлия Джагарова, Константин Кузманов 67

ИЗСЛЕДВАНЕ НА МИКРОЛЕНТОВИ КЪСИ АНТЕНИ С ОБРАТНО ИЗЛЪЧВАНЕ
STUDY OF MICROSTRIP SHORT BACKFIRE ANTENNAS
Георги Киров, Георги Червенков 69

РЕАЛИЗИРАНЕ, ЕКСПЕРИМЕНТИ И УСЪВЪРШЕНСТВАНЕ НА ИНОВАТИВНА СИСТЕМА ЗА ТОПЛО И ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЯ НА БАЗА НА БИОМАСА
REALIZATION, EXPERIMENTATION AND OPTIMIZATION OF AN INNOVATIVE SYSTEM FOR COMBINED HEAT AND POWER BASED ON BIOMASS FUEL
Венцислав Вълчев, Ангел Маринов 71

ХИБРИДНО МАШИННО ЗРЕНИЕ ЗА МОБИЛНИ РОБОТИ С ГРУПОВ ИНТЕЛЕКТ
HYBRID MACHINE VISION FOR COLLECTIVE MOBILE ROBOTS
Овид Фархи, Елена Драганова, Михаил Скопчанов, Христо Христосков, Владимир Вълчев, Иван Иванов, Николай Господинов, Дамян Янакиев, Ангел Руснаков, Айхан Мехмед 73

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПРОЦЕСА НА ПОЛУЧАВАНЕ НА БИОГАЗ
STUDY OF BIOGAS PRODUCTION PROCESS
Марин Койчев, Радостина Христова 75

ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА СЕЗОННИЯ ФАКТОР ВЪРХУ ПРЕВОЗА НА ТОВАРИ ПО РЕКА ДУНАВ
STUDYING THE EFFECT OF THE SEASONAL FACTOR ON THE TRANSPORTATION OF CARGO ALONG THE DANUBE RIVER
Марин Койчев, Цветелина Цветанова 77

РАЗРАБОТВАНЕ НА ИНФОРМАЦИОНЕН МОДЕЛ ЗА УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ НА ИНДУСТРИАЛНИ ЗОНИ В РБЪЛГАРИЯ
DEVELOPMENT OF INFORMATSIONEN MODEL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL ZONES IN BULGARIA
Христо Крачунов, Илиана Недева 79

РАЗРАБОТВАНЕ НА ИНФОРМАЦИОНЕН МОДЕЛ НА КОНСУЛТИРАЩА СИСТЕМА ЗА МОНИТОРИНГ И УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ НА ИЗВЪНГРАДСКИ ТЕРИТОРИИ В РБЪЛГАРИЯ
DEVELOPMENT OF INFORMATION MODEL OF CONSULTATION SYSTEM FOR MONITORING AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF RURAL AREAS IN BULGARIA
Христо Крачунов, Наталия Господинова 81

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЗАЩИТНО ДЕКОРАТИВНИ ПОКРИТИЯ ПОЛУЧЕНИ ЧРЕЗ ЕЛЕКТРОГАЛВАНИКА ВЪРХУ ЗЪБНИ ИМПЛАНТИ
INVESTIGATION OF PROTECTIVE DECORATIVE COATINGS PRODUCED BY ELECTROPLATING ON DENTAL IMPLANTS
Христо Скулев, Тихомир Доврамаджиев 83

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ И МОДЕЛИРАНЕ НА РАЗЛИЧНИ СХЕМИ НА КАЛИБРОВАЩОТО ДОРНОВАНЕ ПРИ ИЗРАБОТВАНЕ НА БРОНЗОВИ ЛАГЕРНИ ВТУЛКИ
EXPERIMENTAL STUDY AND MODELING OF VARIOUS SCHEMES OF CALIBRATE BURNISHING IN PROCESSING UP THE BRONZE BEARING BUSHES
Димитър Георгиев, Тихомир Василев.....85

3. ДВУГОДИШНИ ИНФРАСТРУКТУРНИ ПРОЕКТИ 2009-2010г.

ФАКУЛТЕТНА ЛАБОРАТОРИЯ „ИНТЕЛИГЕНТНИ ЕЛЕКТРИЧЕСКИ МРЕЖИ”
FACULTY LABORATORY “SMART GRIDS”
Крум Герасимов, Йончо Каменов, Стефан Барудов, Петър Василев, Любомир Димитров, Росен Василев, Маргрета Василева, Маринела Йорданова, Юлиан Рангелов, Медиха Мехмед-Хамза, Емил Барудов, Милена Иванова 87

ФАКУЛТЕТНА ЛАБОРАТОРИЯ ЗА ПРОЕКТИРАНЕ И ТЕСТВАНЕ НА СПЕЦИАЛИЗИРАНИ ИНТЕГРАЛНИ СХЕМИ (ASICLAB)
LABORATORY FOR DESIGN AND TEST OF SPECIALISED INTEGRATED CIRCUITS (ASICLAB)
Йордан Колев, Атанас Майналовски, Димитър Тянев, Иван Булиев, Пейчо Попов, Димитър Ковачев, Николай Николов, Николай Кенаров, Ангел Карачомаков, Христиан Русев, Данаил Иванов, Радил Раденков, Ивайло Ставрев, Ясен Стоянов 89

ФАКУЛТЕТНА ЛАБОРАТОРИЯ „МРЕЖОВИ ТЕХНОЛОГИИ И СИГУРНОСТ”
FACULTY LABORATORY „NETWORKING TECHNOLOGIES AND SECURITY”
Петър Антонов, Надежда Рускова, Петър Петров, Цоло Георгиев, Христо Вълчанов, Никола Николов, Юлка Петкова, Христо Ненов, Валентина Антонова, Росен Радков, Веско Узунов, Георги Върбанов, Деян Джибаров, Венета Алексиева, Милена Караиванова 91

ФАКУЛТЕТНА ЛАБОРАТОРИЯ ЗА НАНАСЯНЕ НА ЗАЩИТНО ДЕКОРАТИВНИ ПОКРИТИЯ, НОВИ МАТЕРИЯЛИ И НАНОСЛОЕВЕ
CREATION OF NEW APPLIED SCIENTIFIC LABORATORY FOR DEPOS ITION OF PROTECTIVE DECORATIVE COATINGS, NEW MATERIALS AND NANOLAYERS
Ангел Димитров, Христо Скулев, Радко Радев, Евстати Лефтеров, Пламен В. Братанов, Неделчо С. Иванов 93

ФАКУЛТЕТНА ЛАБОРАТОРИЯ ЗА ВНЕДРЯВАНЕ НА ИНОВАЦИИ И ПРАКТИЧЕСКО ОБУЧЕНИЕ ПО МЕХАНИЗАЦИЯ И ЕЛЕКТРИФИКАЦИЯ НА СЕЛСКОТО СТОПАНСТВО
SCIENTIFIC APPLIED LABORATORY CREATING FOR INCULCATING THE INNOVATIONS AND TRAINING ON MECHANIZATION AND ELECTRIFICATION IN AGRICULTURE
Радко Михайлов, Свилен Стоянов, Светлозар Захариев, Владимир Демирев, Красимира Загорова, Светлана Паскалева, Дамянка Томанова, Славчо Стоянов, Атанаска Боева, Милена Маринова, Иван Ангелов 95

ФАКУЛТЕТНА ЛАБОРАТОРИЯ ЗА РЯЗАНЕ И ЗАВАРЯВАНЕ НА КОРАБНИ КОНСТРУКЦИИ И МОРСКИ СЪОРЪЖЕНИЯ
LABORATORY FOR CUTTING AND WELDING OF MARINE CONSTRUCTION AND MARINE EQUIPMENT
Пламен Дичев, Тодор Коларов, Донка Нанкова, Александър Рафаилов, Ярослав Аргиров, Десислава Минчева, Анелия Димитрова, Георги Люцканов 97

КОМПЛЕКС „СТУДЕНТСКИ БИЗНЕС-ИНКУБАТОР”
COMPEX “STUDENT’S BUSINESS INCUBATOR”
Кирил Георгиев, Никола Петров, Тошко Петров, Слава Йорданова, Маринела Йорданова, Момчил Тачев, Трифон Узунтонев, Лъчезар Бекяров, Юлий Стафунски, Веселина Янкова, Мариана Мурзова, Теодора Войкова 99

Сборникът трудове се издава по проект в рамките на присъщната за Университета научноизследователска дейност, целево финансирана от държавния бюджет.

ВЛИЯНИЕ НА ГЕОМЕТРИЧНИТЕ ПАРАМЕТРИ НА ЦИЛИНДРИЧЕН ИНДУКТОР ВЪРХУ ТЕРМИЧНИЯ ПРОЦЕС НА НАГРЯВАНЕ

IMPACT OF THE GEOMETRIC PARAMETERS OF A CYLINDRICAL INDUCTOR ON THE THERMAL PROCESS

Хр. Тахрилов, Б. Димитров

Резюме: В настоящата статия се анализира разпределението на температурата в товар, нагряван в цилиндричен индуктор, който се захранва от система с константна мощност и е с различна стъпка на навиване. Разгледаният подход на работа позволява определянето да стане чрез моделиране на системата индуктор–товар и реализация на изчислителна процедура. Описани са основните зависимости, прилагани при решаване на електромагнитната и термичната задача. Геометричните параметри, подлежащи на определяне са: стъпка на навиване на индуктора и разстояние индуктор–товар, като се анализира се зависимостта на температурното разпределение от тях. Получените резултати са потвърдени експериментално.

Introduction: This paper presents an analysis of the temperature distribution in a load while heating it by a cylindrical inductor. The practical approach considered here enables its determination through modeling of the inductor-load system and fulfilling a computational procedure. The main relationships used in solving the electromagnetic and the thermal problem are described. The basic geometric parameters to be determined are the pitch of winding of the inductor and the distance between the inductor and the load, while analyzing the relationship between them and the temperature distribution. The results thus obtained have been confirmed experimentally.

Ключови думи: индукционно нагряване, температурно поле, моделиране

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Една от основните задачи на проектантско–конструкторската работа, свързана с оразмеряване на устройства за индукционно нагряване, е определяне на стъпката на навиване на индуктора и връзката й с разстоянието индуктор–товар. Разпределението на температурата в товара е в пряка зависимост от тези параметри, което определя тяхната значимост за осигуряване на редица процеси на термообработка: закаляване, отвръщане, отваряне и др.

В литературата [1,2,3,4] този въпрос се решава чрез използване на различни методи: графо-аналитични функции, регресионен анализ на база експериментални резултати и числени методи.

Избраният подход в работата е изследване разпределението на температурата чрез моделиране на системата индуктор – товар, с употреба на метод на крайните елементи (МКЕ). За моделиране на процесите, протичащи в този случай, е представено приложението на използвана програма Comsol Multiphysics [8,9]. Задачата се състои в допълване на анализа при конкретната реализация – получаване на резултати при използване на съществуващи индукционни уредби, предназначени за конкретни детайли, които е необходимо да се използват за неноминален товар. Трябва да се отбележи, че разпределението на температурата по повърхността на товара при индукционно нагряване се пренебрегва в топилните пещи, което определя недостатъчното разглеждане на този фактор. Това аргументира необходимостта от допълнителния му анализ, тъй като е от първостепенно значение при горепосочените технологични процеси. Комплексният анализ се изразява в задаване на физическите характеристики на материалите и геометричните размери на детайлите. Получаването на температурата във всички части на детайла, дава възможност чрез промяна на електромагнитните характеристики на комплекса генератор-индуктор, да се коригира технологичния режим.

II. АНАЛИЗ.

Основната формула, определяща броя навивки w_1 на отсека с височина h_1 на индуктор с безкрайна дължина, използва интензитет на магнитното поле H_{01} и ток на индуктора I_1:

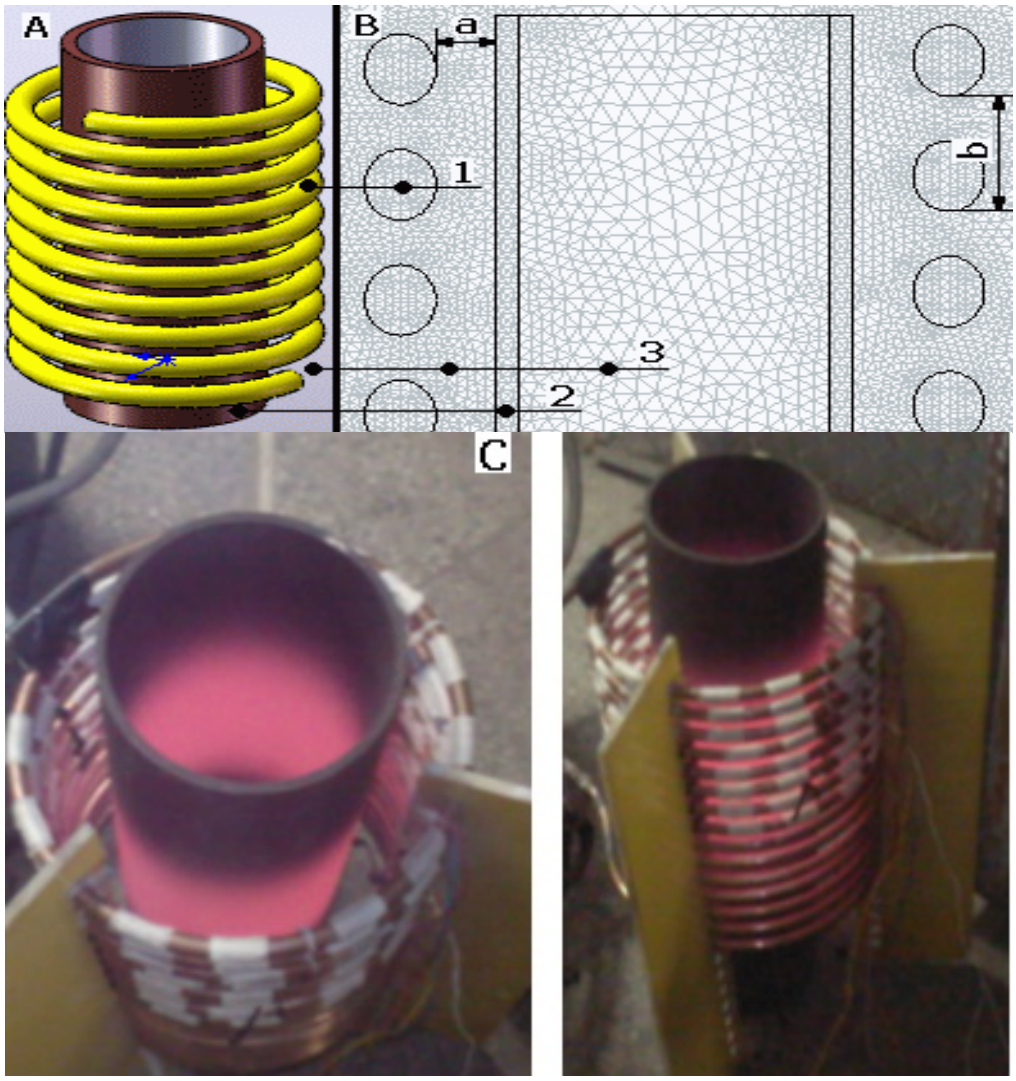
$$w_1 = \frac{H_{01}.h_1}{\sqrt{2}.I_1} \qquad (1)$$

Формула (1) се използва за предварително изчисляване, при което се определя стъпката на навиване на индуктора $b_1 = h_1 / w_1$

В съответствие с предлагания подход на работа се дават следните възможности:

- на етап проектиране – корекция на геометричните параметри на индуктора и оценка на електромагнитния и термичен режим на системата;
- по време на експлоатация – оценка на възможното приложение на съществуващ индуктор за режими различни от номиналния.

Решаването на поставените задачи се реализира чрез определяне на броя навивки, стъпката на навиване и разстоянието индуктор-товар, респективно температурното разпределение в товара, по данни от изчислителната процедура, реализирана чрез модел на изследваната установка.



Фиг.1. Цилиндричен индуктор и детайл – А; В – Тримерен и двумерен геометричен модел
1 – индуктор; 2 – товар; a – разстояние индуктор-товар;
3 – въздушна среда; b_1 – стъпка на навиване
С – експериментални образци.

Моделирането на индукционно нагряване, чрез използване на МКЕ, е разгледан от редица автори [1,5,6]. Допълнителна информация може да се намери в документацията на специализирания софтуер [8,9]. Това позволява в настоящата разработка да се изследва влиянието на геометричните параметри върху разпределението на температурата, без да се акцентува върху принципите на МКЕ с приложение на програма Comsol Multiphysics.

На фиг.1 е показан геометричен модел на изследваната система индуктор – товар. На изследване подлежи функционалната зависимост между разстоянието до индуктора (a – фиг.1В), стъпката на навиване (b_1) и разпределението на температурата по повърхността на товара.

Моделът се базира на следните допускания:

- индукторът е навит от медна тръба за водно охлаждане (позиция 1 фиг.1) и температурата му е константна;
- товарът е стоманена цилиндрична тръба, нагрявана под точката на Кюри (позиция 2);
- системата е стационарна, т.е. товарът е неподвижен спрямо индуктора;
- индукторът може да обхваща само част или целия товара;

Разработените модели са създадени по параметри на експерименталните образци, (фиг.1С) с цел сравнителни резултати.

Реализацията на изложения модел, чрез използвания софтуер, изисква съвместното решаване на електромагнитна и топлинна задача.

За решаването на електромагнитната задача е необходимо дефиниране на електрическите и магнитни характеристики на всяка от средите, и граничните условия. Свойствата на материалите се описват със слените параметри: σ - електрическа проводимост, ε, μ - диелектрическа и магнитна проницаемост. Основни величини: ω - кръгова честота, v - скорост на средата, J^e – плътност на потока, ΔV – потенциална разлика, L – характеристичен размер. При известни пълни магнитни характеристики на материала, включително хистерезис (апроксимирана или табулирана функция), те се използват в програмата, като влизат в уравнението на векторния магнитен потенциал $\vec{A}$:

$$\begin{aligned}&\left(j.\omega.\sigma-\omega^2.\varepsilon_0.\varepsilon_r\right)\vec{A}+\nabla\times\\&\times\left(\mu_0^{-1}\mu_r^{-1}\nabla\times\vec{A}\right)-\sigma.v\times\\&\times\left(\nabla\times\vec{A}\right)=\left(\frac{\sigma\Delta V}{L}+J_z^e\right)e_z;\ \vec{A}=A_z\vec{e}_z\end{aligned}\qquad(2)$$

Използват се няколко вида гранични условия:

Магнитна изолация – крайно гранично условие на достатъчно отдалечено разстояние, което определя нулев поток:

$$A_Z=0\qquad(3)$$

Непрекъснатост – условие по повърхността на товара:

$$n\times(H_1-H_2)=0\qquad(4)$$

Към тази задача е необходимо да се въведе и честотата на захранващото напрежение, която в конкретния случай е 8 kHz от електромашинен генератор.

Основното изискване към топлинната задача е описание на видовете топлообмен в моделирания обект. Основните параметри, описващи средата са: ρ – плътност; C_p – топлинен капацитет; k – коефициент на топлопроводност; Q – плътност на вътрешния топлинен източник; q_S – плътност на външния топлинен източник. Използва се уравнение:

$$\rho.C_p.\frac{\partial T}{\partial t}+\nabla(-k\nabla T)=Q+q_sT\qquad(5)$$

Описанието на граничните условия налага съобразяване с елементите:

- водното охлаждане на индуктора позволява с незначителна грешка неговата температура да се приеме за постоянна;
- коефициентът на конвективен топлообмен може да се изчисли

предварително и да се въведе като константна стойност;

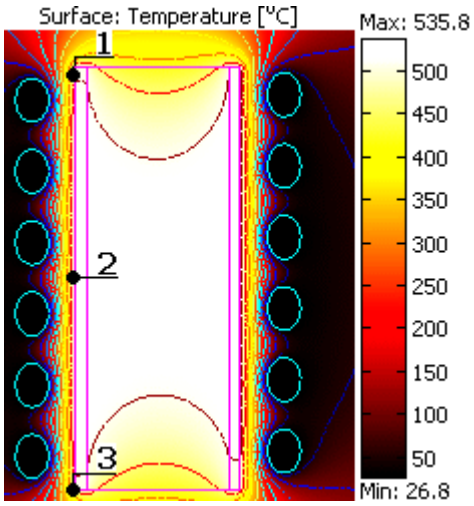
- необходимо е да се отчете процеса на лъчист топлообмен към околната среда и между отделните елементи на модела.

Уравнението, описващо конвективния топлообмен и лъчение повърхност–околна среда, се записва като:

$$-n_u.(-k_u\nabla T_u)-n_d.(-k_d\nabla T_d)= \\ =q_0+h(T_{\inf}-T)+\varepsilon.\sigma.(T_{amb}^4-T^4) \quad (6)$$

За процеса на взаимно облъчване между вътрешните повърхности:

$$-n_u.(-k_u\nabla T_u)-n_d.(-k_d\nabla T_d)= \\ =q_0+h(T_{\inf}-T)+\varepsilon.(G-\sigma.T^4) \\ (1-\varepsilon)G=J_0-\varepsilon\sigma T^4 \quad (7)$$



Фиг.2. Разпределение на температурното поле в системата индуктор-товар. 1,2,3 – контролни точки.

Полученият резултат е показан на фиг.2. Условните контролни точки (1,2,3) са разположени по повърхността на товара. В конкретния случай изискването е температурата на нагряване да достигне 530°C ± 5 °C. При първоначалните изчисления на системата индуктор–товар, в зависимост от стъпката на навиване, разпределението на температурата по повърхността не отговаря на желаната – фиг.3. На същата са отбелязани контролните точки от фиг.2, като според получените данни температурата в долната част на товара е по-ниска от допустимата.

При промяна на разстоянието индуктор–детайл (a – фиг.1В) температурите разлики се запазват. Като цяло се променя температурата, която трябва да се компенсира от захранващия източник. Този параметър е в пряка зависимост от коефициента на полезно действие.

Влиянието на стъпката на навиване (b_1 – фиг.1В) върху температурното разпределение е показано на фиг.4. Въпреки, че графиката е значително по-неравномерна, температурната разлика между навивките е в допустимите норми. По-ниската стойност в долната част се получава основно от частичното разполагане на индуктора върху товара.

От проведените симулационни процедури се вижда, че разпределението на температурата по повърхността на товара е неравномерно и силно зависи от стъпката на навиване на индуктора. Този въпрос следва да се разглежда за всеки отделен частен случай на база модел и изчислителна процедура.

По-прецизното разпределение на температурата по повърхността, изисква преразпределение на навивките му. Едно решение е показано на фиг.5, според което стъпката на навиване на крайните и средните навивки е различна. Разположението им се установява чрез корекция на модела, като окончателното разпределение е показано на фиг.6. Както се вижда от получените данни, температурата на нагряване е 530°C с температурен толеранс в краищата на товара от 1-3°C.

III. ИЗВОДИ

От изложения анализ, на база използваните числени методи, могат да се направят следните по-важни изводи:

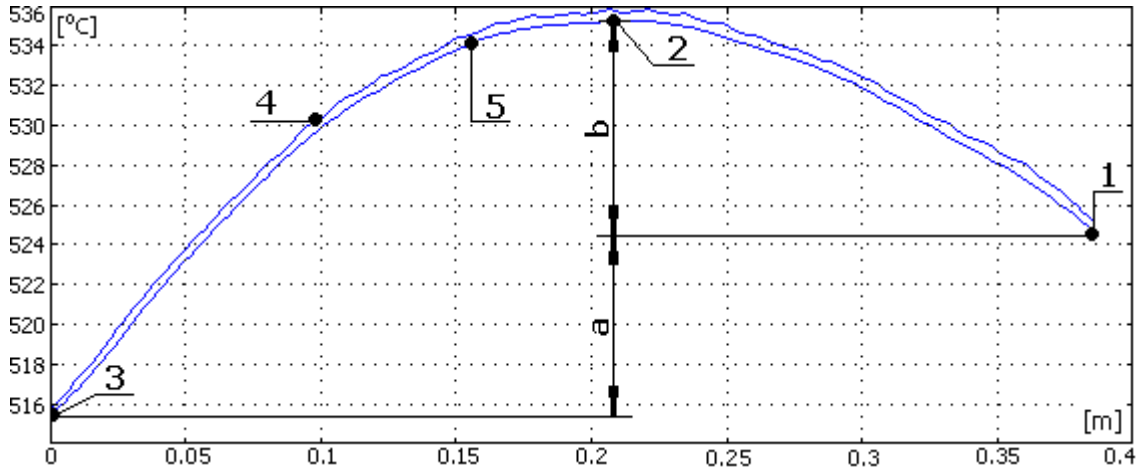
- Програма Comsol Multiphysics е приложима при решаване на комплексни задачи и позволява чрез промяна на конструктивните елементи, в конкретния случай стъпката на навиване, да се получи желаното разпределение на температурното поле и едновременно да

се реши задачата по определяне на електромагнитното поле.

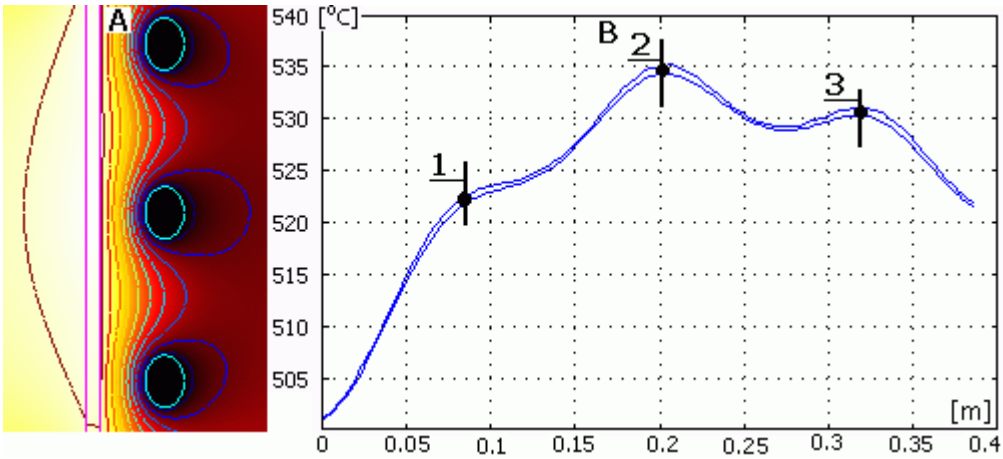
- Приложението на програмата е разгледано за случаите на захранване на уредбата от източник с константна честота, като не се разглежда зависимостта на честотата от колебателния контур
- Съгласуването на режима на нагряване с параметрите на индукционната уреда е възможно да се осъществи във всеки от случаите – етап на проектиране или по време на експлоатация. Това е особено рационално при оценка на възможностите на конкретна уредба.

При използване на индукционно нагряване на произволен товар, трябва да се оцени ефективността на уредбата при поставени условия – размери на термичната изолация и нагряваната зона, влияние на близко разположени елементи от конструкцията и т.н.

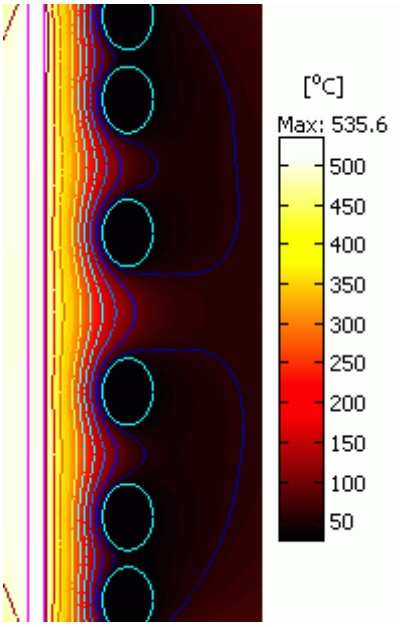
Основният проблем се състои в невъзможността да се представи динамиката на режима на нагряване ако ресурсите на компютърната система са ограничени. Затова е невъзможно да се даде отговор при поставени условия за разпределението на температурата и температурните разлики по време на целия цикъл:



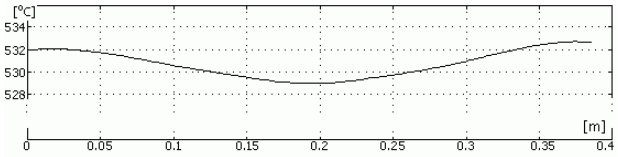
Фиг.3. Разпределение на температурата по повърхността на товара. 1, 2, 3 – контролни точки, разположени според фиг. 2; 4,5 - външна и вътрешна повърхност на тръбата; а, б – температурни разлики по височина.



Фиг. 4. Разпределение на температурата при увеличена стъпка на навиване спрямо фиг.3. А – Картина на температурното поле; В – Разпределение на температурата по повърхността на товара – 1,2,3 – геометрично разположение на трите навивки.



Фиг.5 Разпределение на температурата при стъпка на навиване на индуктора от 0.01 m. A – картина на температурното поле; B – разпределение на температурата по повърхността на товара.



Фиг. 6 Разпределение на температурата по повърхността на товара при разположение на индуктора, показано на фиг. 5

- Разпределението на температурата по повърхността на товара е в пряка зависимост от геометричните параметри на индуктора – стъпка на навиване и разстояние индуктор–товар.
- Термичният режим на установката е зависим от множество фактори: характер на товара, температура и скорост на нагряване, околна среда и др. Това налага извършването на анализ за всяка отделна установка, като се разгледат параметрите на системата детайл-индуктор-честота-мощност, за конкретния частен случай.
- Моделирането на процеса позволява да се получат данни за разпределението на температурата, които да бъдат използвани в проектантската дейност на индукционни устройства.
- Поставените критерии за разпределение на температурата могат да се осигурят чрез различна стъпка на навиване, позволяваща компенсация на температурната неравномерност.

Реализираните модели, преходни процеси, експериментални резултати и др. са достъпни на [10] – личен сайт на авторите.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Демидович В.Б, Немков В.С., **Теория и расчет устройств индукционного нагрева, Ленинград**, Энергоатомиздат, 1988.
[2] Кувалдин А. **Индукционны нагрев ферромагнитной стали.** Энергоатомиздат, 1988.
[3] Слухоцкий А. **Установки индукционного нагрева**. Ленинград, 1991.
[4] Слухоцкий А. **Индукторы**. Ленинград, 1989.
[5] Dedulle J, Mercier F. **Modeling of high temperature crystal growth process.** Comsol Multiphysics conference, 2007.
[6] Fisk M. **Simulation of induction heating in Manifacturing.** Lulea University of Technology, 2008.
[7] Reddy S, Kirubakaran D. **Closed Loop Controlled AC-AC Converter for Induction Heating**. Industrial Technology, April 2009.
[8] http://comsol.com, Документация к программе **Comsol Multiphysics 3.5, Heat Transfer User's Guide** (htug.pdf), 2008.
[9] http://comsol.com, Документация к программе **Comsol Multiphysics 3.5, AC/DC Reference Guide** (acdcref.pdf), 2008.
[10] http://processmodeling.org

За контакти:
д-р инж. Хр. Тахрилов – доцент в катедра "Електротехника и Електротехнологии" на ТУ Варна. Работи в областта на електротехнологиите, индукционното нагряване и др.
E-mail: h.tahrilov@gmail.com тел: 052 /383 323
д-р инж. Борислав Димитров – асистент в катедра "Електротехника и Електротехнологии" на ТУ Варна. Работи в областите: електротехнологии, електрически апарати, моделиране на електротехнологични процеси и устройства и др.
E-mail: b_dim@processmodeling.org тел: 052 /383 323

Рецензент:
доц. д-р инж. Бохос Апрахамян

СЪГЛАСУВАНЕ НА ПАРАМЕТРИТЕ НА СИСТЕМАТА ИНДУКТОР-ДЕТАЙЛ СЪС ЗАДАДЕН ТЕХНОЛОГИЧЕН РЕЖИМ

AN ACCORDANCE OF THE PARAMETERS OF THE SYSTEM INDUCTOR-DETAIL WITH A SET TECHNOLOGICAL REGIME

Христофор Тахрилов, Илонка Лилянова, Борислав Димитров

Резюме: Изследвана е система за индукционно нагряване, предназначена за осигуряване на зададен технологичен режим за конкретно разпределение на температурното поле, отговарящо на поставените изисквания. В съответствие с целта – полета със съответна форма – в експерименталния образец се използват ферити, които определят електромагнитната система. Тяхното оразмеряване и анализ на характеристиките, се прави от модел на системата, който се базира на метод на крайните елементи и съответната изчислителна процедура. Получените крайни резултати са сверени с експеримент.
Ключови думи: индукционно нагряване, ферит, Comsol Multiphysics.

Abstract: In the feature is advanced the research of the system for induction heating, designed for a set technological regime. The possibility for the obtaining of a concrete allocation of the temperature field that answers to the attached conditions is especially interesting. According to the aim – electromagnetic and temperature fields with a respectively form – in experimental design ferrites are used. Their size and analysis of the characteristics are made on a model of the system, based on the method of the finite elements and respectively calculation procedure. The final results are collated whit an experiment.
Key words: induction heating, ferrite**,** Comsol Multiphysics.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Индукционното нагряване поради съществените си преимущества: висока концентрация и безконтактно предаване на енергия в нагрявания детайл, надеждност при работа и удобства при регулиране, възможност за автоматизация и защита на околната среда, намира приложение в редица технологични процеси [1,2,3].

При индукционното нагряване поради отделянето на топлина непосредствено в метала се реализира възможност за нагряване на точно определен обем в детайла с голяма скорост, при малък разход на енергия.

В резултат на нагряване на повърхността на детайла (характерната особеност на процеса) получава се съответно разпределение на тока в детайла с големина и плътност, зависещи от:

•Вида и геометричните размери на нагрявания детайл и индуктора;

•Специфичното електрическо съпротивление;

•Относителната магнитна проницаемост на стоманата и зависимостта й от температурата и интензитета на магнитното поле;

• Честотата на тока.

Величината, която характеризира това явление, наречена дълбочина на проникване на електромагнитната вълна, определя размера на слоя, в който се поглъща 86,4% от цялата предадена електромагнитна енергия. Дебелината му се определя по формула (1) [2].

$$\delta \approx 503\sqrt{\frac{\rho}{\mu_r f}} \qquad (1)$$

където: ρ - специфично електрическо съпротивление [Ωm]; μ_r – относителна магнитна проницаемост; f – честота на тока в [Hz].

При нискотемпературно нагряване (под критичната температура - точка на Кюри) относителната магнитна проницаемост на стоманата и чугуна е $\mu_r = f(H,\tau)$, където: H – магнитен интензитет, τ - температура; което води до промяна на дълбочината на

проникване на електромагнитната вълна δ, респ. на режимните параметри и мощността. Освен това при условие, че са поставени специални изисквания към разпределението на температурата в обема на детайла е необходимо да се моделират електромагнитните и топлинните процеси, за да се създаде подходящ по форма и размери индуктор.

Настоящата разработка трябва да реши процес на индукционно нагряване на цилиндричен детайл със специфична форма при ограничителни условия за скорост на нарастване на температурата и разпределението й в установен режим. Предвид конфигурацията на детайла за решаването на задачата са използувани числени методи и съответни програмни продукти.

За целта е използуван модел на системата, в който са отразени особеностите на детайла и възможните проблеми при формиране на температурното и електромагнитното полета. Теоретичното решение на един вариант се съпоставя с експериментален резултат от изработен опитен образец. След оценка на точността на решението (изпълнение на зададените условия) моделът може да се използува за анализ на конструкции с подобен вид, но с различни по вид технологични процеси, респ. конфигурация на температурното поле и скорост на изменението му.

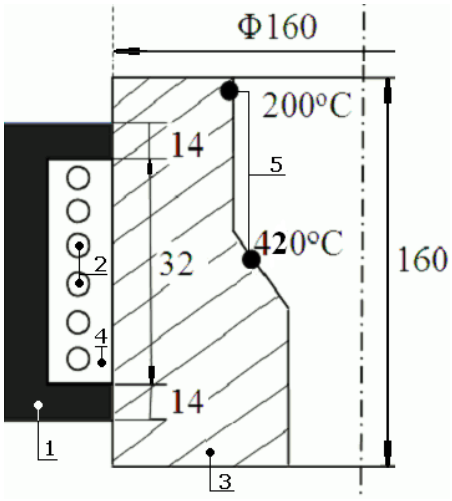
В съответствие с изискванията трябва да се избират и съгласуват параметрите на индуктора – брой навивки, мощност, ток, които оказват влияние върху:

- параметрите на нагрявания феромагнитен детайл – специфично електрическо съпротивление и зависимостта $\mu_r = f(H,\tau)$,
- характеристиките на процеса – скорост на нагряване и разпределение на температурата в обема на детайла.

II. АНАЛИЗ

Принципното конструктивно изпълнение на индуктора, около цилиндричния детайл, е показано на фиг.1, където размерите са в mm.

Изследваният цилиндричен индуктор се състои от 6 навивки от медна тръба със сечение Ø5x1mm и стъпка на навиване 5,3 mm. Височината на индуктора е избрана от конструктивни съображения 32 mm. Диаметърът на индуктора има възможност да се променя, за да може да се избира подходящо разстояние между него и детайла. Броят на навивките на индуктора също може да се променя, както и разстоянието между тях. Има възможност за поставяне външно около индуктора П-образни магнитопроводи (1) с напречно сечение 14x14mm. Изследваният индуктор се захранва с напрежение $U = 150$ V с честота $f = 35$ kHz, която може да се променя.



Фиг.1. Схема на опитния образец. 1 – феромагнит; 2 – индуктор; 3 – нагряван детайл; 4 – въздушно пространство; 5 – контролни точки.

Цилиндричният детайл е от феромагнитен материал (Ст45). В предварително определени от технологични изисквания контролни точки по вътрешния диаметър на детайла се отчитат температурите, които трябва да се достигнат. При обемното нагряване на детайла целта е температурата в средата на височината да е 420°C, както е показано на фиг.1, а в останалата част да е възможно минимална.

Разработването на математичния модел е свързано с особеностите на разпределение на електромагнитното и топлинното поле.

Поради аксиалната симетрия в геометрията на системата индуктор-детайл проблемът се разглежда в двумерното пространство. Числената симулация на процеса на нагряване се свежда до изследването му от гледна точка на електромагнитното и топлинното полета. Реализираният модел отразява съвместно решение на електромагнитната и топлинната задача.

Електромагнитната задача дефинира електрическите и магнитните параметри на всяка среда и условията на границата за изследваната система. Електромагнитният процес е квазистационарен и се описва на базата на магнитния вектор-потенциал $\vec{A}$.

$$j\omega\sigma\vec{\mathbf{A}} + rot\left(\frac{1}{\mu}rot\vec{\mathbf{A}}\right) = \vec{j} \qquad (2)$$

където: ω - ъглова честота; σ - специфична електрическа проводимост; μ - магнитна проницаемост, $\vec{j}$ - токова плътност.

Решаването на топлинната задача отчита топлообмена на моделирания обект. Преходният топлинен процес се описва :

$$\gamma c\frac{\partial T}{\partial t} + div(-\lambda.gradT) - q \qquad (3)$$

където: c,γ - специфични топлина и плътност на материала; λ - коефициент на топлопроводимост; T -температура.

Плътността на мощността на вътрешните топлинни източници се определя от вектор-потенциала $\vec{A}$:

$$q = \sigma\left(\frac{\partial\vec{A}}{\partial\tau}\right)^2 \qquad (4)$$

Вихровите токове се индуктират в детайла и се отделя топлина, в съответствие със закона на Джаул.

Уравнение (3) е решено при отчитане условията на конвекция и лъчение.

Моделирането на процесите е изследвано с *COMSOL MULTIPHYSICS* [4]. С помощта на програмата могат да се проведат различни видове анализ. Симулацията е проведена за електромагнитната и топлинна задачи. Разработеният теоретичен модел е създаден по експериментален образец, с цел сравняване числените резултати, получени с метод на крайните елементи с опитни резултати.

Както се вижда от фиг.1, експерименталният образец включва феритен магнитопровод, с П–образна форма. Той обхваща индуктора, като затваря потока през нагряваната повърхност. Моделирането на процеса позволява да се анализира влиянието на магнитопровода в следните насоки:

- Необходимост от употребата му.

Определя се от зададеното разпределение на температурата. Желаната големина и форма на температурното поле може да се коригира чрез изменение на местоположението му.

-Параметри на материала (ферита).

Софтуерът има възможност за въвеждане на функционални зависимости, което позволява изследване и подбор на характеристиките на избрания феромагнит, за конкретния процес.

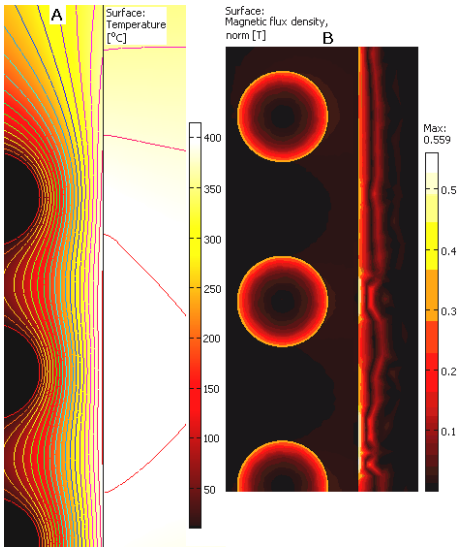
-Геометрия на магнитопровода.

Необходимите размери могат да бъдат уточнени и след въвеждането им в модела.

Резултат от симулация на процеса без употребата на магнитопровод е показан на фиг.2, където: 1 – индуктор, навит около нагрявания детайл – 3. Крайните резултати за разпределение на температурата в установен режим са показани на фиг.2А, а за магнитната индукция на фиг.2В. Те показват несъответствуващо на заданието разпределение на температурното поле. То се променя чрез употребата на магнитопровод. Влиянието му върху процеса е показано на фиг.3А. Разположението на индуктора (2) е без

промяна, но чрез затваряне на потока през ферита (1) и повърхността на товара (3), разпределението на температурата в последния се коригира по желания начин.

Допълнителни изчислителни процедури са показани на фиг.3B и фиг.3C, чрез които се анализират геометричните размери на ферита и влиянието им върху нагревния процес.



Фиг.2. Модел на индуктор с повърхност на нагряваното тяло за установен режим. А – разпределение на температурното поле; В – индукция.

Табл.1. Режим на нагряване при технологично задание $\tau_{max} = 360\,^0$C и $\tau_{min} = 330\,^0$C

Време [min]	**Температура [^{o}C]**	**Мощност [kW]**	**Ток [A]**
0	17	2,5	16,0
5	84	2,64	17,0
7	120	2,7	17,4
10	149	2,72	17,6
15	195	2,77	17,9
20	244	2,85	18,3
25	288	2,89	18,6
30	328	2,95	19,0
32	340	2,95	19,0
35 изкл.	363	2,92	18,9
40 изкл.	364	0	0
44 вкл.	330	2,91	19,0
45 изкл.	336	0	0
46	338	0	0

Табл.2. Режим на нагряване при технологично задание $\tau_{max} = 420\,^0$C и $\tau_{min} = 395\,^0$C

Време [min]	**Температура [^{o}C]**	**Мощност [kW]**	**Ток [A]**
0	17	2,49	16,4
5	78	2,63	17,1
10	131	2,72	17,6
15	187	2,78	18,0
20	234	2,84	18,5
25	281	2,92	18,8
30	320	2,97	19,1
35	355	3,00	19,3
40	390	3,02	19,5
45	418	3,03	19,4
46 изкл.	421	0	0
50 изкл.	396	0	0
51 вкл.	394	2,99	19,3
55 изкл.	427	2,99(3,00)	19,3

За експерименталните изследвания са използвани:

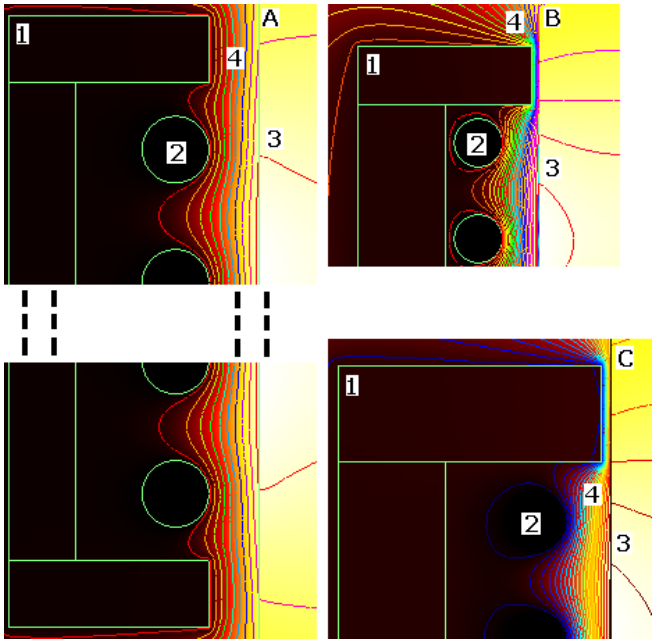
- Индуктор с $w = 6$ навивки.
- Ферити 20 бр. със сечение14x14 mm.
- Захранващо напрежение $U = 150$ V, чиято големина се получава от съгласуващ трансформатор и съответствува на параметрите на индуктора.

Експериментите са проведени с цел получаване на зададено температурно поле в режим на регулиране при различни температури и граници на изменение.

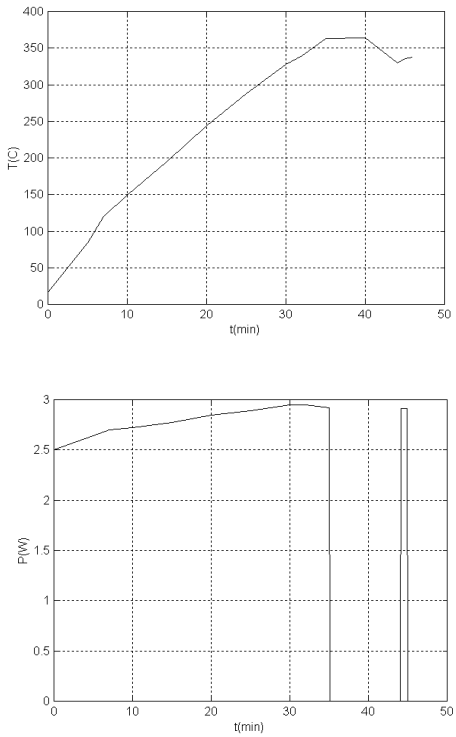
Поради това са представени като примери резултатите от два характерни случая:

- Настройката на терморегулатора е $\tau = (345 \pm 15)\,^0\mathrm{C}$ (табл.1);
- Настройката на терморегулатора е $\tau = (405 \pm 15)\,^0\mathrm{C}$ (табл.2).

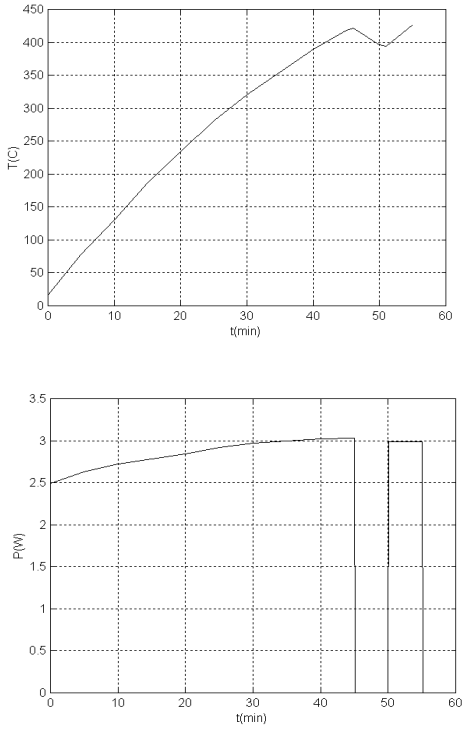
Данните, показани в табл.1 и 2, респ.на фиг.4 и 5, отразяват преходния процес, при който се достига до установената температура.



Фиг.3. Индукционно нагряване с използване на различни сечения на феритите. 1-ферит; 2-индуктор; 3-нагрявана повърхност; 4-въздушно пространство



Фиг.4. Преходен процес на нагряването и изменение на мощността съответно за табл.1– експеримент.



Фиг.5. Преходен процес на нагряването и изменение на мощността съответно за табл.2– експеримент.

III. Изводи.

От направените изследвания могат да се формулират следните по-важни изводи:

- Моделирането на процеса на нискотемпературно нагряване на феромагнитна стомана чрез програма Comsol Multiphysics дава възможност за решаване на електромагнитни и топлинни задачи за детайли с различна конфигурация, без използуване на други методи, напр.физическо моделиране;
- Използуването на магнитопровод е задължително при изискване за формиране на магнитно поле при наличие на зададени технологични или други условия;
- Комплексното решаване на електромагнитна и топлинна задача с програмата определя условията на работа на отделните елементи и възможностите за използуване на магнитопроводи с размери и характеристики, в съответствие с параметрите на захранващия източник и индуктора – честота и интензитет на магнитното поле;
- Възможността за решаване на процесите чрез промяна на геометричните и конструктивни параметри в модела определя лесното съгласуване на характеристиките на електромагнитното поле, захранващия източник и индуктора – интензитет, честота, мощност, брой навивки, големина и разположение на магнитопровода.
- Експериментите с образец, съответствуващ по конструктивни характеристики на модела, доказват, че е възможно да се решават осово-симетрични задачи с методите за плоско-паралелно поле.

Авторски разработки по въпросите в статията, са достъпни на [5].

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Кувалдин А. Индукционный нагрев ферромагнитной стали. Энергоатомиздат 1988
[2] Слухоцкий А. Установки индукционного нагрева. Ленинград 1991г.
[3] Немков В.С., Демидович В.Б., Теория и расчет устройств индукционного нагрева, Ленинград, 1988.
[4] http://comsol.com
[5] http://processmodeling.org/

За контакти:

доц. д-р инж. Хр. Тахрилов - доцент в катедра "Електротехника и Електротехнологии" на ТУ Варна. Работи в областта на електротехнологиите, индукционното нагряване и др. e-mail: тел: 052 /383 323 h.tahrilov@gmail.com;

ас. инж. Ил. Лилянова – асистент в катедра "Теоретична и измервателна електротехника" на ТУ-Варна. Работи в областта на теоретичен анализ и практическа реализация на устройства за индукционно нагряване. тел: 052 /383 553 e-mail: iltl@mail.bg

ас. д-р инж. Б. Димитров - асистент в катедра "Електротехника и Електротехнологии" на ТУ Варна. Работи в областите: електротехнологии, електрически апарати, моделиране на електротехнологични процеси и устройства и др. тел: 052 /383 323
e-mail: bdimitrov@processmodeling.org;

Благодарности: Публикацията е финансирана по научен проект № 472 ПФ за 2008г., целево от държавния бюджет към ТУ-Варна.

Рецензент: доц. д-р инж. Б. Апрахамян

ПРОЕКТИРАНЕ НА КОНТАКТНИ СИСТЕМИ ЗА ЕЛЕКТРИЧЕСКИ АПАРАТИ С ПРИЛОЖЕНИЕ НА АЛГОРИТЪМ "ТЪРСЕНЕ С ВРЪЩАНЕ"

DESIGN OF CONTACT SYSTEMS FOR ELECTRICAL APPARATUS WITH APPLICATION OF BACKTRACKING ALGORITHM

Борислав Димитров

Резюме: Задачата на проектиране на контактни системи на електрически апарати (електромагнитни контактори, релета и др.) е свързана с редица особености: употреба на теоретично и експериментално изведени уравнения, отчитане на стойности и зависимости от графично и таблично представени препоръчителни данни. Последователността на работата изисква оразмеряване на основните елементи, характеризиращи контактната система: геометрични размери, температурен режим, преходно контактно съпротивление, сила на притискане, пад на напрежение и др. Изброените параметри са в пряка взаимозависимост и определят работния режим на контактната система.

Статията разглежда възможност, проектирането на контактни системи да се извърши чрез употребата на алгоритъм "търсене с връщане" (backtracking). Същият е използван във вида, предлаган от редица автори [2,5] и чрез определени модификации, целящи приложението и асоциацията му към решаване на разглежданата проектантска задача.

Ключови думи: електрически апарат, контакт, алгоритъм "търсене с връщане"

Summary: The task of the design of contact systems of electrical equipment (electromagnetic contactors, relays, etc.) is associated with a number of features: use of theoretical and experimentally derived equations, taking into account the values and relationships from recommended graphical and tabular data. The sequence of work involves design of the main elements characterizing the contact system: geometric dimensions, temperature rate, transient contact resistance, force of pressure, voltage drop and more. Parameters listed are in direct correlation and determine the operating mode of the contact system.

The article discusses possible design of contact systems by using the backtracking algorithm. The same is used in the form proposed by many authors [2,5] and by certain modifications aimed at the application and its association to resolve the issue design task.

Key words: electrical apparatus, contact, backtracking algorithm

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Принципът на алгоритъм "търсене с връщане" (backtracking) [2,5] се състои в постъпковото решение на задачата, като на всяка стъпка текущото решение се разширява с възможните продължения. В случай, че нито един от получените резултати не удовлетворява посочените изисквания, алгоритъмът се връща една стъпка назад и продължава по съседен клон на дървото. Търсенето продължава до намиране на решение, или до установяване, че задачата е нерешима при поставените входни условия. До последното становище може да се стигне след проверка на всички възможности. Използва се следната рекурсивна схема [2] (C/C++) :

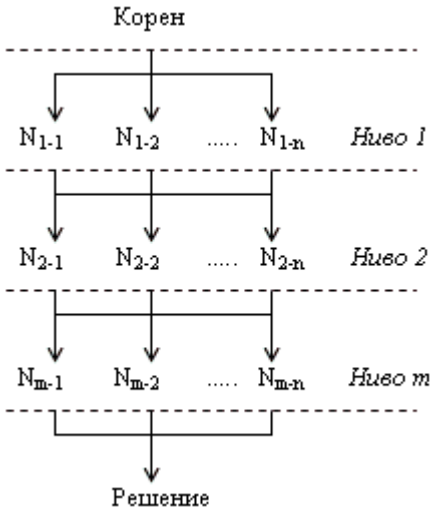
```
void опит (стъпка i){
if (i>n) {
// проверка за получено решение
}
else {
// реализация на решението по всички възможни начини
}
for (k=1; k<=n; k++)
if (условие k е приемливо){
регистрация на кандидата ;
опит (i+1) // рекурсивно повикване на функцията премахване на регистрацията ;
}
}
```

Изследва се възможността за прилагане на изложения алгоритъм в контекста на контактните системи, като с това се дадат допълнителни възможности за проектантска дейност в тази област. За тази цел е необходимо да се извършат

определени модификации и адаптации на метода. Необходимата дървовидна структура е показана графично на фиг.1. Коренът на дървото съдържа началните условия за решаване на задачата. Броят на нивата (m) и броят възли (n) в тях се определя от спецификата на методиката за проектиране, необходимата изчислителна работа и т.н. Приета е следната последователност:

- Изчислителната работа на ниво първо определя броя възможни възли, напр. N_{1-2}, N_{1-3}, N_{1-5}, отговарящи на изискванията. Те се маркират като перспективни (1, true и т.н.) и преминаването на следващо ниво става през тях. Останалите са безперспективни (0).
- Към второ ниво се преминава през първия перспективен възел (в примера – N_{1-2}), като се използват резултати, получени в него. Чрез последователно обхождане на възли $N_{2-1} \div N_{2-n}$ се търсят се възможни решения, отговарящи на поставените условия за това ниво. Ако има такива те се маркират като перспективни и през тях се продължава към следващото ниво. В случай, че по данни на възела от първо ниво (N_{1-2}) няма перспективно решение на второ ниво, алгоритъмът се връща към първо ниво. Маркира N_{1-2} като безперспективен и изчислението започва от следващия възел (N_{1-3}).
- Същата последователност се повтаря до крайното решение. Маркираните възли съдържат стойностите на всяко от нивата, т.е. това са решенията на всяко от уравненията при реализация на проектантската задача.
- Изчислителната работа може да продължи, при наличие на маркирани, но не изследвани възли в отделните нива. Това дава възможност да се намерят повече от едно решение.

Приложението на описаната рекурсия изисква адаптация на класическите методи за проектиране [1,3,4]. Предложената дървовидна структура от фиг.1 може да се използва при оразмеряване на контактни системи по следния начин:



Фиг. 1. Графична интерпретация на алгоритъм "търсене с връщане"

- *Корен*. Входни данни за решаване на проектантката задача: номинални ток и напрежение, допустими параметри, повторно кратковременен режим и т.н.
- *Нива.* Всяко ниво съдържа едно уравнение от предварително приета методика за проектиране (например от [3,4]), които се изчисляват последователно. Броят нива се определя от броят уравнения, подлежащи на изчисляване.
- *Възли.* Всеки от възлите (N) съдържа различни параметри: допустими геометрични размери; температурни характеристики; механични свойства на материалите и т.н. Същите се базират на справочни данни, препоръчителни таблични и графични зависимости, представени в числен вид, константи и т.н. Броят възли се определя от необходимия диапазон, от данни за извършване на проектантската работа.
- *Условия.* Всяко от нивата съдържа ограничителни условия, съгласно поставеното уравнение, чрез които се определя перспективността на възлите. Това могат да бъдат допустими стойности за прегряване при номинален ток, контактно съпротивление, контактна сила и т.н.

II. АНАЛИЗ

Анализът и проектирането на контактните системи (апарати ниско напрежение) се свежда до употреба на редица експериментално и теоретично получени зависимости [1,3,4]. Поради обемността на пълната методика, тук се предлагат само няколко от основните зависимости. Чрез тях се демонстрира възможността за употреба на описания алгоритъм и съставянето на основните блокове от програмното обезпечаване.

Температурата на контакта ($\tau_к$[^{o}C]) и контактната площадка ($\tau_{к.р}$[^{o}C]), за маломощни контакти ниско напрежение, се получава от:

$$\tau_к = \tau_0 + \frac{I_n^2.\rho_\tau;}{s.p.k_T} + \frac{I_n^2.R_\tau}{2\sqrt{\lambda.s.p.k_T}} \qquad (1)$$

$$\tau_{к.р} = \tau_k + \frac{I_n^2.R_\tau^2}{8.\lambda.\rho_\tau} \qquad \tau_{к.р} - \tau_k = \frac{I_n^2.R_\tau^2}{8.\lambda.\rho_\tau} \quad (2)$$

където: τ_o – температури на околната среда [^{o}C]; I_n – номинален ток [A]; ρ_τ, R_τ - специфично и контактно съпротивление; k_T – коефициент на топлопроводност, λ - коефициент на топлопроводност на тоководещите проводници; s, p – площ и периметър на проводниците.

Необходимата сила на притискане се намира от:

$$F_k = I_n^2.\frac{A.\pi.H_B}{16.\lambda^2}.\frac{1}{\left[\arccos\left(\frac{T_p}{T_{k.п}}\right)\right]^2} \qquad (3)$$

където: F_k – сила в една контактна площадка, N; T_p, $T_{k.n}$ – температура на тоководещия проводник и контактната площадка, K; A = 2,3.10^{-8} число на Лоренц; H_B – твърдост на контакта по Бринел.

Преходното контактно съпротивление, при контактна повърхност с радиус *a*, се изразява посредством уравнения:

$$R_p = 0{,}58.\rho.\sqrt[3]{\frac{E}{F_{kl}r}}[\Omega] \quad a = 0{,}86.\sqrt[3]{\frac{F_{kl}r}{E}} \quad (4)$$

$$R_p = \frac{\rho}{2}.\sqrt{\frac{\pi.H_B}{F_k}}[\Omega] \quad a = \sqrt{\frac{F_{kl}}{\pi.H_B}} \qquad (5)$$

където: F_{kl} – сила на притискане на една площадка, N; r – радиус на контактната площадка, m; E – модул на еластичност на материала, N/m^2.

Уравнение (4) се използва при еластична, а (5) при пластична деформация на материалите. За съпротивлението на ненагрети контактни повърхности R_{po}, може да се използва приблизителна зависимост, изведена от опитни данни:

$$R_p = \frac{\varepsilon}{F^n}[\Omega] \qquad (6)$$

където: ε - коефициент, отразяващ влиянието на контактния материал и състоянието на контактуващите повърхности; *n* – коефициент на формата на контактната повърхност: точков контакт 0,5; линеен контакт 0,5-0,7; равнинен контакт 0,7-1,0.

Пад на напрежение върху контактната система се определя от уравнение:

$$\Delta U_k = I_n.R_p[V] \qquad (7)$$

Необходимо е да се спази изискването $\Delta U_k < \Delta U_{kd}$, т.е. падът на напрежение в контактната система да е по-малък от допустимия пад ΔU_{kd}.

Изложените уравнения (1-7) имат приблизителен характер, но използването им в настоящата разработка само описва употребата на разглеждания алгоритъм. Принципно, видът на използваните зависимости не оказва влияние върху реализацията на програмното осигуряване. При необходимост от използване на други уравнения е достатъчно те да бъдат коректно заменени в програмата. Съгласно изложеното, "търсене с връщане" се съставя по следния начин:

1. *Корен на дървовидната структура* – описание на проектантската задача. Определяне на номинален ток.

2. *Ниво първо* – определяне на $\tau_к$ по уравнение (1) с поставено условие за максималната му стойност. Възлите (например 20 на брой) съдържат стойности за различни геометрични параметри и материали със специфичните им свойства, т.е. варира се с параметрите s, p, ρ_τ, k_T. С цел улесняване на изчислителната работа, е възможно да се използва допустим толеранс на стойностите в зависимост от входните параметри. Например, при номинален ток 40 А, допустимият диаметър на цилиндричен контакт е между 6 ÷ 8 mm. За този ток могат да се използват няколко възела, съдържащи стандартни диаметри 6, 6.5, 7, 7.5 и 8 mm, а останалите директно да се маркират като безперспективни.

3. *Ниво второ* – определяне на $\tau_{k.p}$ по уравнение (2). В това и следващите нива се следва логиката от ниво първо. Прилага се вече описаният механизъм за връщане към възел от предходно ниво.

4. *Ниво трето* – определяне на необходимата сила F_k от уравнение (3). Използват се стойностите на τ_k и $\tau_{k.p}$, като абсолютни температури, получени в съответните предходни възли на структурата. Условието се поставя спрямо препоръчителната сила в зависимост от избраните материали, определени от възлите на предните две нива.

5. *Ниво четвърто* – преходно контактно съпротивление – уравнение (4) или (5,6).

6. *Ниво пето* – пад на напрежението в контактната система – уравнение (7).

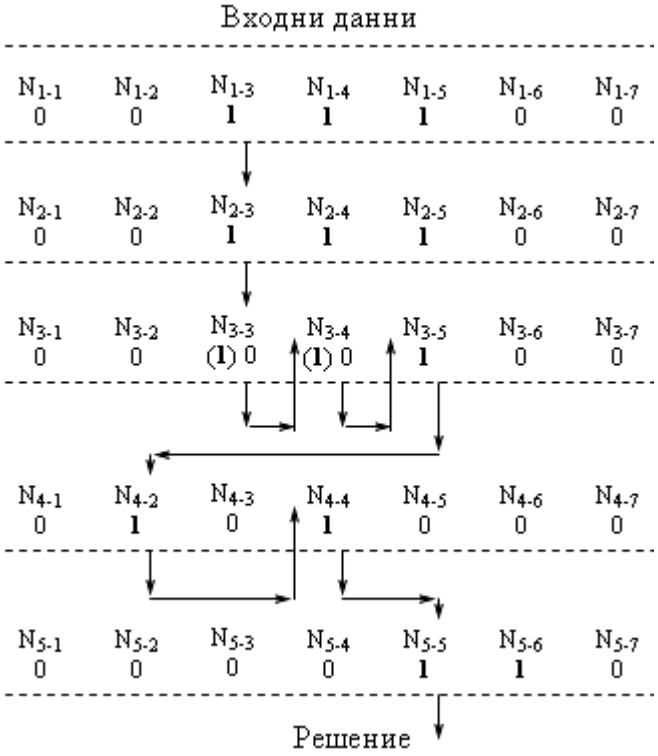
Пълното проектиране на контактната система за електрически апарат, изисква разглеждането и на други величини: износоустойчивост, устойчивост срещу заваряване, оразмеряване на контактните пружини. За цялостното решение е необходимо да се добавят още определен брой нива в дървовидната структура. Въпреки, че това е трудоемък процес, крайният резултат е специализиран софтуер, който може да бъде използван за широка гама от електрически контакти.

Фиг.2 предлага резултат от решаването на конкретен пример. За провеждане на числения експеримент е използвана програма, реализирана на C++. Последователността на работа и параметрите на задачата, при реализация на проектантската дейност по [3,4] са следните:

- Номинален ток на контакта 40А.
- За посочения ток, подходящи стойности на първо ниво се съдържат във възли $N_{1\text{-}3}$, $N_{1\text{-}4}$, $N_{1\text{-}5}$. Използвани са стойности за геометричните размери на цилиндрични контактни тела. Данните са както следва: диаметри 8, 12, 16 mm със съответни височини 1,2; 2,2; 2,5 mm.
- Допустимият термичен режим на контактната система е въведен като условие за избор на възел на ниво второ. Използвани са данни от табл. 1. В същата са дадени и стойности за съответния пад на напрежение. Решението показва перспективни възли $N_{2\text{-}3}$, $N_{2\text{-}4}$, $N_{2\text{-}5}$.
- Критериите, поставени към получената сила, са съобразени с препоръчителни стойности: материал на контактното тяло сребро – 0,05–0,1 [N/A]; металокерамика на база сребро – 0,07-0,15[N/A]; мед – 0,15-0,25 [N/A]. От фиг.2 се вижда, че първоначално са маркирани възли $N_{3\text{-}3}$, $N_{3\text{-}4}$, $N_{3\text{-}5}$. Чрез направените изчисления първите два от тях са определени като безперспективни, тъй като по техни данни няма решение на ниво четвърто. Механизмът на връщане е означен със стрелки на фигурата. Крайното решение на това ниво определя единственото перспективно решение във възел $N_{3\text{-}5}$.
- Решението на четвърто ниво също налага механизъм на връщане, като крайната стойност е във възел $N_{4\text{-}4}$. Трябва да се подчертае, че не е задължително перспективните решения да бъдат в последователни възли на структурата.
- За изчисляване на контактното съпротивление се използва уравнение (6).

Коефициентът ε се определя от табл. 2. Получените маркирани стойности са N_{5-5} и N_{5-6}.

Крайният резултат е N_{1-3}, N_{2-3}, N_{3-5}, N_{4-4}, N_{5-5}



Фиг. 2. Графично представяне на алгоритъм "търсене с връщане" при решаване на конкретна проектантка задача.

Табл.1. Термични характеристики на материалите на контактната система

Материал	Размекване		Топене		Заваряване
	ΔU	τ	ΔU	τ	ΔU
	10^{-3}[V]	°C	10^{-3}[V]	°C	10^{-3}[V]
Сребро	90	180	370	960	240
Мед	120	190	430	1083	530

Табл.2. Стойности за термичния режим на контактната система

Контактуващи материали	ε, $\Omega.N^n . 10^{-3}$
Сребро-сребро	0,6
Мед-мед (точков)	1,4-1,8
Мед-мед (повърхнинен)	0,9-1,4
Металокерамика	2,5

III. ИЗВОДИ

Проведените изследвания за моделиране работата на електрически контакти чрез алгоритъм "търсене с връщане" показват приложимостта му за решаване на проектантски задачи в сферата на електрическите апарати и по-конкретно за оразмеряване на контактни системи. Неговото използване съкращава изчислителната работа и дава възможност за намиране на решения при поставени начални условия.

Алгоритъмът е независим от приетата методика за проектиране. Евентуалната необходимост от замяна на уравненията и условията за оценка на

резултата не налага съществена промяна на софтуерната реализация. При това рекурсивната функция остава непроменена. Понеже предложеният пример се базира на ориентировъчни уравнения, изработеният софтуер позволява замяната им с предложени от други литературни източници.

Теоретично броят възли на всяко ниво и броят нива в дървовидната структура не са ограничени, но съществува ограничение по отношение на стека и възможната дълбочина на рекурсията. В този смисъл, по отношение на софтуерната реализация на задачата за проектиране на електрически контакти, практически проблеми са малко вероятни.

При извършените числени експерименти са използвани структури, съдържащи около сто възела, които са достатъчни за обхващане на широка гама от свойства на електрически контакти за ниско напрежение. Въпреки това, една от важните възможности на софтуера трябва да бъде функция за манипулация на броя възли и нива. По този начин, изследваната гама контактни системи и конструктивни решения, е практически неограничена

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Александров А. "**Електрически апарати**" ТУ-София 1998.

[2] Наков П, Добриков П, "**Програмиране =++ алгоритми**" София 2003.

[3] Писарев А, Личев Л. "**Ръководство за проектиране на комутационни апарати за ниско напрежение**" София, ДИ Техника 1987.

[4] Сахаров П.В. "**Проектирование электрических аппаратов**" Москва, Энергия 1971.

[5] Liberty J. "**C++ Unleashed**" Sams, 1999.

За контакти:

д-р инж. Борислав Димитров – гл. асистент в катедра "Електротехника и електротехнологии" на ТУ Варна. Работи в областта на електрическите апарати, моделиране на електротехнологични процеси и устройства и др.

e-mail: bdimitrov@processmodeling.org

Рецензент:

доц. д-р инж. Г. Карагьозов.

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ТЕОРИЯ НА ГРАФИТЕ В АНАЛИЗА НА КОНТАКТНИ СИСТЕМИ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИ АПАРАТИ

APPLICATION OF THE GRAPH THEORY IN THE ANALYSIS OF CONTACT SYSTEMS OF ELECTRICAL APPARATUS

Борислав Димитров

Резюме: Разглеждат се възможностите за приложение на основни алгоритми от теория на графите, при проектиране и анализ на контактни системи на електрически апарати. С тази цел са предложени конкретни решения в разглежданата материя, използващи алгоритмите за обхождане на граф в ширина и дълбочина. Подобна обработка на данните, получени от изчислителната работа при проектиране на контактните системи, дава възможност за намиране на решения, отговарящи на поставени изисквания. Това се постига чрез използване на съвременни програмни решения, приложени върху фундаменталната теория на електрическите апарати
Ключови думи: електрически апарат, контакт, теория на графите

Summary: The article discusses the possibilities of application of basic algorithms of the graph theory in the design and analysis of the contact systems of electrical apparatus. With this purpose are proposed concrete solutions, using algorithms to crawl the graph width and depth. Similar treatment of data obtained from the computational work in the design of contact systems, allows for solutions corresponding to the set of initial requirements. This is achieved by using advanced software solutions applied to the fundamental theory of electrical apparatus.
Key words: electrical apparatus, contact, graph theory

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Разгледаното в [3] приложение на алгоритъм "търсене с връщане" при проектиране на контактни системи на електрически апарати [1,5,6] дава множество възможни решения за определено задание. Необходимо е да се изследват възможности за обработване на получените данни, с цел определяне на оптимално решение при зададена целева функция и ограничения. Последните се съобразяват с изискванията към контактните системи:

- прегряване в допустимите граници за съответното електрическо съоръжение;
- стабилно преходно контактно съпротивление;
- осигуряване на необходимата електрическа якост при отворено състояние на контактните тела;
- сигурно гасене на електрическата дъга при изключване под товар и др.

Обект на изследване е контактна система за ниско напрежение, като се използват алгоритмите и подходите на работа, описани в [2,3,4,7]. Предложеното проектиране в [3], следва да се разшири чрез изследване на методите за обработка на дървовидни структури. Една от възможностите е да се разгледа приложението на алгоритмите за работа с графи, тъй като множеството от решения ([3] фиг.2) определят ориентиран граф. Същият се съставя чрез решаване на примерна задача, като данните съдържат следните елементи [3]:

1. N_1 – възлите съдържат стойности за температурата на контакта, $\tau_к$ по уравнение (1) [3].
2. N_2 – температура на преходното контактно съпротивление, $\tau_{k.p}$ по уравнение (2).
3. N_3 – определяне на силата F_k, по уравнение (3).
4. N_4 – преходно контактно съпротивление – уравнение (4).
5. N_5 – пад на напрежението в контактната система – уравнение (7).

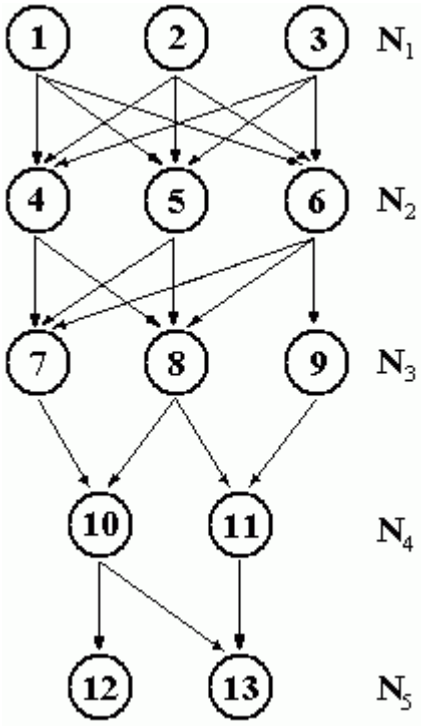
II. АНАЛИЗ

За извършване на анализа се използват конкретни проектантски задачи. Приложението на алгоритмите е анализирано чрез следните основни изходни параметри:

- *Задача 1.* Контактна система на контактор за променлив ток. Номинално напрежение U_n= ~380V, номинален ток I_n = 32A.
- *Задача 2.* Контактна система на контактор за променлив ток. Un = ~380V, I_n = 40A.
- *Задача 3.* Контактна система на контактор за променлив ток. Un = ~380V, I_n = 63A.
- *Задача 4.* Контактна система на контактор за постоянен ток. Un = 40V, I_n = 40A.

Тяхното решаване, чрез метод "търсене с връщане" [4,7], позволява да се построи по един ориентиран граф за всяка задача. Примерен граф (фиг.1) представя само част от проектантската задача, тъй като пълният й размер е обемист. Обработката на графа цели намиране на желаните съотношения между получените стойности в отделните нива – минимални температура и преходно контактно съпротивление, при използване на определени материали и необходима контактна сила. Това се извършва чрез алгоритми за обхождане и търсене в графи [2, 4].

Непосредственото решение посредством метод "търсене с връщане", получено за графа от фиг.1, определя като крайни стойностите във възли 1, 4, 7, 10, 12. Според изложеното в [3], този метод дава като крайно първото възможно решение. Чрез допълнителни функции се реализира механизъм, който обхожда всички решения и съставя изследвания граф. След което трябва да се постави въпросът за определяне на оптимално решение и начините за софтуерното му намиране. За същата задача, при целева функция търсеща минимални температура, преходно контактно съпротивление и пад на напрежение, се определя решение 2, 6, 7, 10, 13. Получено е чрез използване на алгоритми за обхождане на граф. Трябва да се отбележи, че числените стойностите във възлите и нивата (N_1, N_2 … N_n) не са сортирани във възходящ или низходящ ред. Това е така, защото те зависят от комбинацията между използваните материали, геометрични параметри, избран конструктивен вид на системата и т.н. В зависимост от въвеждането им в базата данни, на определено ниво в графа числените стойности се получават несортирани, това аргументира необходимостта от алгоритми за обработване, използвани за търсене на оптимално решение при проектиране на контактни системи.



Фиг.1. Ориентиран граф, съставен от данни при оразмеряване на електрически контакт.

$$A = \begin{array}{c} \\ 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccccccccc} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 10 & 11 & 12 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{array}$$

Фиг.2. Матрица на съседство за графа от фиг.1.

Една от възможностите за представяне на граф е чрез използване на матрица на съседство. Същата, отговаряща на графа от фиг.1, е показана на фиг.2.

Прилага се следното правило за съставяне на матрица [2,4]: на граф с *n* върха се съпоставя квадратна матрица A[n][n], като стойността A[i][j] = 1 при наличие на ребро (i,j), A[i][j] = -1 при ребро (j,i) и A[i][j] = 0 при отсъствие на ребро.

Използвани са следните алгоритми и програмни реализации:

Обхождане в ширина BFS – Breath-First-Search. Започва от връх i, т.е. в конкретната задача от ниво от N1 – температура на контакта – връх 1, и се разглеждат всички негови непосредствени съседи. След това се преминава към по-нататъшно обхождане – обхождане в ширина от всеки един от съседите му. Принципно, според теория на графите BFS алгоритъма изисква преминаване през всички върхове по описания начин - т.е. последователно избиране на (произволен) стартов връх, докато всички върхове на графа не бъдат обходени. В конкретната задача трябва винаги стартовият връх да е от ниво N1, тъй като няма смисъл да се стартира обработка от друга точка на методиката за проектиране на контактни системи. Функцията BSF използва матрицата на съседство A (фиг.2). Реализацията със C/C++ синтаксис е показана в листинг 1 [2,4].

Листинг 1:

```
#define MAXN 300
unsigned n;  //брои върхове на графа
unsigned v=1; // начален връх на обхождане
void BSF (unsigned i){  // функцията се извиква с BSF (v-1)
unsigned k, j, p, queue[MAXN], currentVert, LevelVertex, queueEnd;
for (k=0; k<n; k++)
queue [k] = 0;
for (k=0; k<n; k++)
used [k] = 0 ;
queue [0] = i ;
used [i] = 1 ;
currentVert = 0 ;
levelVertex = 1 ;
queueEnd = 1 ;
while ( currentVert < qeueEnd ) {
for ( p = currentVert; p < levelVertex; p++ ) {
printf ("%u", queue[p] + 1)
currentVert ++ ;
for ( j=0; j<n; j++ )
```

```
if ( A[queue[p][j] && !used[j] ) {
queue [queueEnd++] = j ;
used[j] = 1 ;
}
}
printf ("\n");
levelVertex = queueEnd ;
}
}
```

Обхождане в дълбочина DFS - Depth-First-Search. Това един от фундаменталните методи за решаване на изчерпващи задачи – търсене с връщане назад (backtracking). Този алгоритъм се стреми да "се спусне" колкото се може "по-надълбоко" при обхождането. Описва се най-лесно рекурсивно: започва от избрания начален връх $i \in V$, маркира се като посетен, продължава рекурсивно обхождането в дълбочина за всеки негов непосредствен наследник.

Листинг 2:

```
void DFS(unsigned i) {
unsigned k ;
used[i] = 1 ;
printf ("%u" , i + 1) ;
for(k = 0; k < n; k++)
if ( A[i][k] && !used[k])
DFS(k);
}
```

Алгоритъм на Дейкстра за намиране на минималните пътища в граф. В специализираната литература [4] този алгоритъм е определен като един от най-ефективните, което аргументира изследването на възможността за приложението му в контекста на електрическите контакти. Примерна реализация е показана на листинг 3.

Листинг 3:

```
heap h;
int dist[n];
prev[n];
for (u=1; u<=n; u++){
dist[u]=infinity;
prev[u]=0;
}
dist[s]:=0;
insert(h,s,0);
while (h is not empty){
deletemin(h,u);
for(v in Adj(u)))
if (dist[v] > dist[u]+length[u][v]){
dist[v] = dist[u]+length[u][v];
prev[v] = u;
insert(h,v,dist[v]);
}
}
```

Крайните решения на предложените примерни задачи 1÷4 са показани в Табл. 1. Въпреки, че те имат частен характер, получените решения показват възможността за използване на разгледаните програмни реализации при работа с контактни системи. Данните от Табл.1 са част от цялостен проект на контактна система, реализиран със специализирано програмно осигуряване, базирано на пълната методика за проектиране [5,6].

Табл. 1. Получени резултати.

	Температура на контакта [^oC]	Преходно контактно съпротивление [Ω].10^{-4}	Пад на напрежение [V].10^{-3}	Максимална контактна сила [N]
Задача 1	50,2	4,09	14,7	12
Задача 2	45,3	3,7	14,7	13,7
Задача 3	51,5	2,3	14,7	23,55
Задача 4	55,2	4,9	19,6	10,55

III. ИЗВОДИ

Изследваните алгоритми за обхождане на графи са приложими в контекста на проектантската работа на електрически контакти. Те могат да бъдат използвани за определяне на оптималното решение, между множество от решения получени от работата на алгоритъм "търсене с връщане" [3]. Изследваните програмни реализации са подходящи за съставяне на цялостен софтуер, служещ за проектиране на контактни системи на електрически апарати. Чрез тях се осъвременяват утвърдени методики за проектиране [5,6], като се използват съвременни програмни методи и технически средства.

Характерът на решаваните задачи позволява използването на трите разгледани алгоритмични реализации: обхождане в дълбочина, обхождане в ширина и алгоритъм на Дейкстра. Матрицата на съседство изисква сложност $\theta(n)$, т.е. независимо колко наследника има един връх, дори и само един, е необходимо да се обходят всички n върха. Този недостатък е пренебрежим при разглежданата проектантска задача. Получените данни показват, че съставената матрица е с приемливи размери за широк диапазон от задания, а в случая скоростта на обработка на графа не е решаващ фактор.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Александров А., **Електрически апарати.** ТУ-София 1998.

[2] Амерал Л. **Алгоритми и структури от данни в C++**. София 2001.

[3] Димитров Б., **Проектиране на контактни системи за електрически апарати с приложение на алгоритъм "търсене с връщане".** Годишник ТУ-Варна 2010 под печат (вж. същото издание).

[4] Наков П, Добриков П, **Програмиране =++ алгоритми**" София 2003.

[5] Писарев А, Личев Л., **Ръководство за проектиране на комутационни апарати за ниско напрежение** София, ДИ Техника 1987.

[6] Сахаров П.В. **Проектирование электрических аппаратов** Москва, Энергия 1971.

[7] Liberty J., **C++ Unleashed** Sams, 1999.

За контакти:

гл. ас. д-р инж. Б. Димитров - асистент в катедра "Електротехника и електротехнологии" на ТУ Варна. Работи в областите: електротехнологии, електрически апарати, моделиране на електротехнологични процеси и устройства и др.

тел: 052 /383 323

e-mail: bdimitrov@processmodeling.org;

Рецензент:

доц. д-р инж. Г. Карагьозов.

ВЛИЯНИЕ НА ПАРАМЕТРИТЕ НА ЗАХРАНВАЩИЯ ИЗТОЧНИК ПРИ ИНДУКЦИОННО НАГРЯВАНЕ НА НЕФЕРОМАГНИТНИ ДЕТАЙЛИ

INFLUENCE OF POWER SOURCE PARAMETERS FOR HEATING INDUCTION UNFERROMAGNETIC DETAILS

Майк Щреблау, Мария Маринова

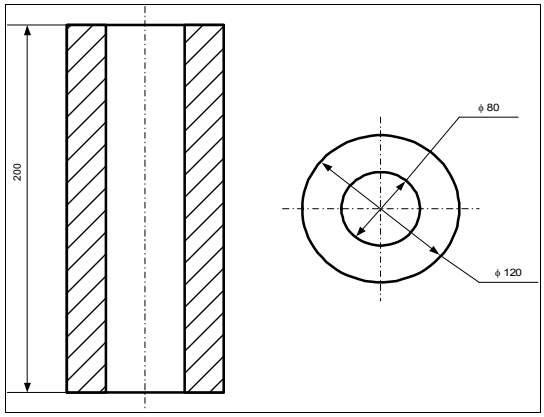
Резюме: Предвид съществуващите класически методи за обемно нагряване на лагерни втулки с цел монтирането им върху гребни валове, интерес представлява възможността за термообработка чрез нискочестотно индукционно нагряване.
Основен недостатък при повечето методи за нагряване е големия разход на енергия и възникването на недопустими температурни разлики в детайла, водещи до появата на различни дефекти в структурата му. Това налага провеждане на изследване с метода на индукционно нагряване.
Ключови думи: индукционно нагряване, модел
Abstract: Into account the existing classical methods of volume heating of the bearing bushings for installation on propeller shafts of interest is the possibility of heat treatment using low-frequency induction heating.
A major disadvantage of most methods of heating is a large energy consumption and the emergence of unacceptable temperature differences in detail leading to the appearance of various defects in its structure. It is this requires an examination by the method of induction heating.
Keywords: induction heating, model

I. ВЪВЕДЕНИЕ

По настоящем съществуват различни методи за нискотемпературно обемно нагряване на детайли от цветни сплави, с цел изменение на линейните им размери. При сглобяването на лагерни втулки върху гребни валове е необходимо предварително те да бъдат нагрети до определена степен. Нагряването може да бъде извършено в индукционна уредба, при което в сравнение с други методи се постига по-малък разход на енергия, по-високо качество на крайното изделие при регулируема скорост на нагряване.

Целта на настоящата разработка е да се дадат препоръчителен диапазон за честота на захранващия източник и мощност в детайла чрез изследване на влиянието им върху разпределението на температурното поле в обема на детайла и коефициента на полезно действие.

Разгледана е конфигурация на система цилиндричен индуктор – неферомагнитен (месингов) детайл с размери посочени на фиг.1



Фиг.1 Размери на детайла в mm.

Многообразието от конфигурации на обработваните детайли определя като икономически неизгоден процеса на експериментално изследване. Понастоящем се използват възможностите за моделиране на развиващите се явления [1], [2].

II. ТЕОРЕТИЧЕН МОДЕЛ

За провеждането на изследванията е използван двумерен модел, който разглежда едновременно електромагнитната и топлинната задача

[3]. Симулацията на електромагнитните процеси става с помощта на хармоничен електромагнитен анализ, описан чрез следното диференциално уравнение:

$$\frac{1}{\mu}\nabla\times\nabla\times\dot{A}+j\cdot\omega\cdot\gamma(T)\cdot\dot{A}=\dot{J}_{coil} \quad (1)$$

и гранично условие - нулев магнитен потенциал по границите на модела. Като източник е зададена плътност на тока вътре в индуктора.

Топлинната задача се симулира чрез преходен термичен анализ отговарящ на следното диференциално уравнение:

$$\rho(T)\cdot c(T)\cdot\frac{\partial T}{\partial t}=\nabla(\lambda\cdot\nabla T)+q_V \quad (2)$$

където:

$$q_V=\frac{1}{2}\cdot\frac{\dot{J}^2}{\gamma}=\frac{1}{2}\cdot\omega^2\cdot\gamma(T)\cdot\dot{A}^2 \quad (3)$$

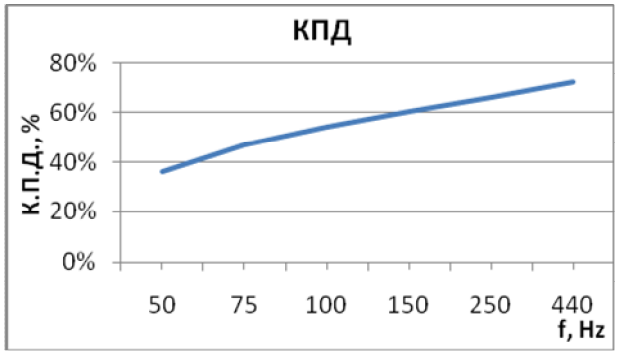
Граничното условие, осигуряващо еднозначност на уравнение (2), е зададеното по границата на модела условие на Дирихле. Пренебрегват се условията, задаващи в модела лъчист топлообмен, тъй като нагряваният детайл се екранира изцяло от индуктора, а пространството около детайла е затворено. Върху граничещата с околната среда повърхност на индуктора е зададен естествен конвективен топлообмен.

III. ТЕОРЕТИЧНОТО ИЗСЛЕДВАНЕ

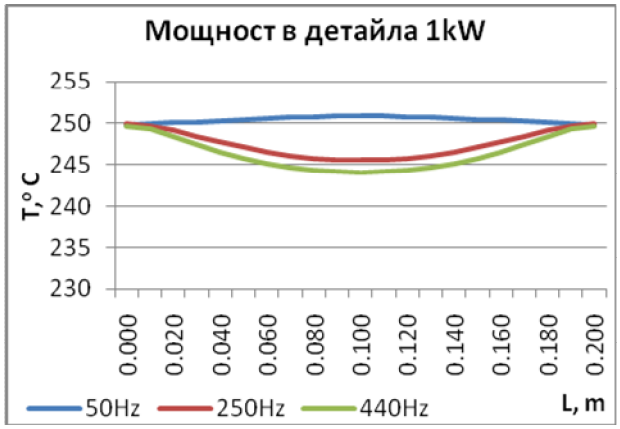
С по- горе описания модел са проведени теоретични изследвания, именно:

1. При една и същ диапазон на мощност (P=1÷3kW) в обработвания детайл се отчита изменението на коефициента на полезно действие в зависимост от честотата на захранващия източник;
2. При същите условия се изследва изменението на температурното поле надлъжно по заготовката в зависимост от честота на захранващото напрежение;
3. При изменение на мощността и честотата се проследява времето за загряване на детайл.

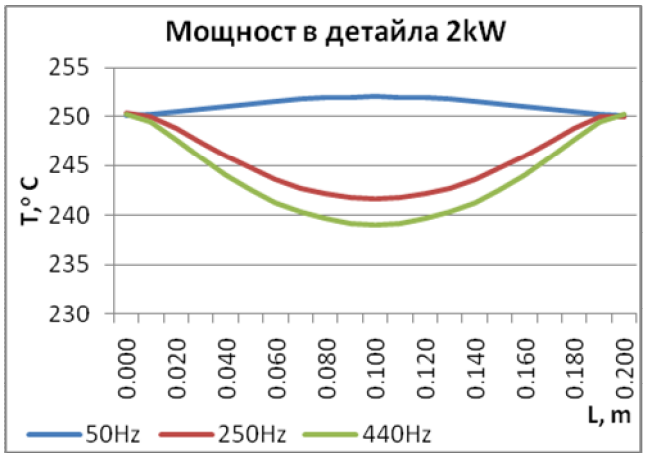
Резултатите от проведените изследвания са представени графично на фигури 2÷6:



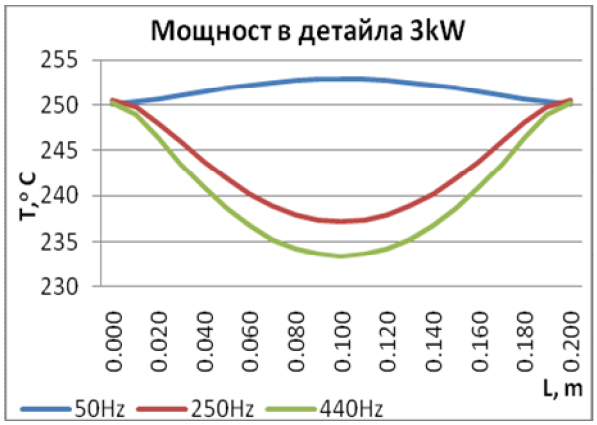
Фиг.2. Коефициент на полезно действие при изменение на честотата на захранващия източник.



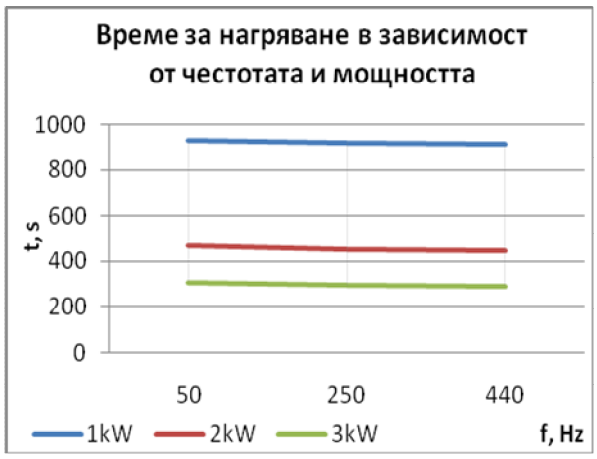
Фиг.3 Разпределение на температурата по външната повърхност по височина на детайла при зададена мощност 1kW.



Фиг.4 Разпределение на температурата в детайла при зададена мощност 2kW.



Фиг.5 Разпределение на температурата в детайла при зададена мощност 3kW.

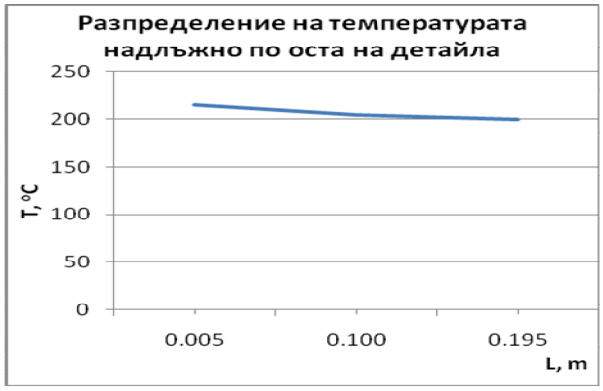


Фиг.6. Изменение на времето за нагряване в зависимост от честотата при съответна мощност в детайла.

IV. ЕКСПЕРИМЕНТ

С цел оценка на адекватността на използвания модел е проведен експеримент върху месингов детайл с размери, посочени на фиг.1. Върху външната повърхност на детайла са поставени термодвойки, отчитащи температурите в краищата и в средата му (ТД1 – горе, ТД2 – среда, ТД3 – долу). Индукторът е захранен от източник, осигуряващ константен ток и честота 440Hz. Времето на нагряване е 10 min., като изменението на захранващата мощност за целия период е по-малко от 6% със средна стойност от 1740W.

Резултатите от проведените експерименти са визуализирани графично на фиг.7 и 8.

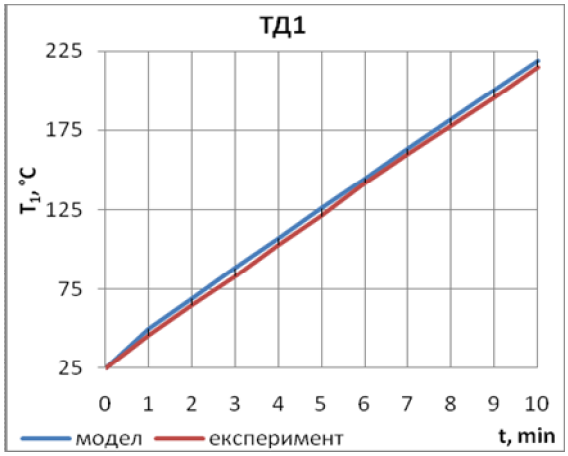


Фиг.7. Надлъжно разпределение на температурата в детайла.

Фиг.8. Изменение на температурата по повърхността на детайла във функция от времето.

V. АНАЛИЗ И ИЗВОДИ

На фигури 9÷11 е направено сравнение между резултати, получени от експеримента и модела при условията на фиг.8. От приложените сравнителни графики се установява, че най-голямата по абсолютна стойност грешка между експеримент и модел достига стойност от 9,6%. Тя се получава в долния край на заготовката, тъй като опитът се провежда при вертикално ориентирана система индуктор – детайл, а в модела не се отчита конвекцията в затворената система. Нарастването на грешката в модела следва повишаването на температурите в детайла, тъй като физичните свойства на материала са задени като линейни функции.

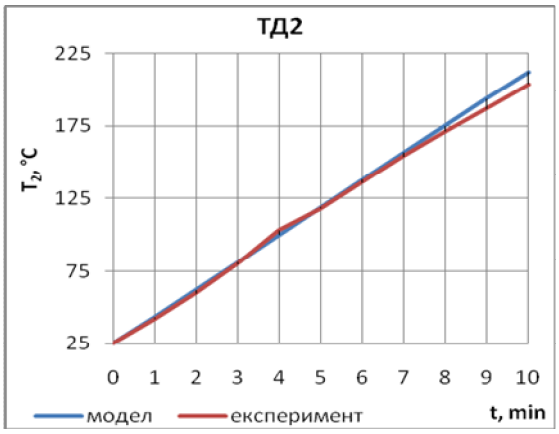


Фиг. 9. Изменение на температурата в горната част от външната повърхност на детайла.

От проведените изследвания и получени резултати се констатира, че увеличаването на електрическия КПД (фиг.2) следва нарастването на честотата.

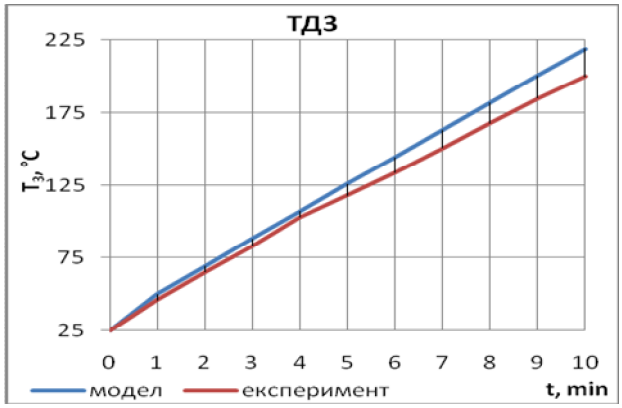
Интерес представляват честотите в диапазона между 50 и 100Hz – фиг.3, тъй като температурните разлики по оста на детайла не превишават 3 °C, докато при честоти над 100Hz, разликата е над 3 ÷ 5 °C.

Изменението на температурата по напречното сечение на детайла е пренебрежимо малко, което определя метода като препоръчителен при такива процеси.



Фиг.10 Изменение на температурата в средната част от външната повърхност на детайла.

На база проведените изследвания могат да се дадат следните препоръки – за постигане на равномерно температурно поле в детайла до5°C температурна разлика е необходимо използването на източници с честоти до 250Hz. Същото изискване е възможно да се постигне и при честоти 440Hz, но при ниски стойности на мощността отделяна в детайла – под 1kW. При тази честота съществува и възможност за равномерно нагряване с мощности над 1kW, но трябва да се предвиди време за прогряване на детайла.



Фиг.11. Изменение на температурата в долната част от външната повърхност на детайла.

Използваният подход позволява да се разработят адекватни теоретични модели за изследване на процеса на индукционно нагряване при различни конфигурации на детайли и индуктори.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Chaboudez C., Clain S., Glardon R., Rappaz J., Swierkosz M., Touzani R., Numerical Modelling of Induction Heating of Long Workpieces, IEEE Transactions on magnetic, vol.30, No6, November 1994.

[2] Hoemberg D., Induction heat treatments – modeling, analysis and optiomal design of inductor coils, Habilitationsschrift, TU Berlin, 2002.

[3] Meeker D., Finite element method magnetic, ver. 4.2, user's manual, September 2009.

За контакти:

инж. Майк Щреблау, асистент в Катедра „Електротехника и електротехнологии" при ЕФ на ТУ-Варна, ул.Студентска №1, 834Е, e-mail: streblau@yahoo.com

инж. Мария Маринова, доцент д-р. в Катедра"Електротехника и електротехнологии" при ЕФ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 835Е, e-mail: m_i_m@abv.bg

Рецензент: доц. д-р.инж. Христофор Тахрилов

АНАЛИЗ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИТЕ ПРОЦЕСИ В ДИСКРЕТЕН РЕГУЛАТОР НА ПРОМЕНЛИВО НАПРЕЖЕНИЕ ПРИ АКТИВНО-ИНДУКТИВЕН ТОВАР

ANALYSIS OF ELECTRICAL PROCESSES IN A DISCRETE ALTERNATING VOLTAGE REGULATOR WITH ACTIVE-INDUCTIVE LOAD

Емил Барудов, Емил Панов, Стефан Барудов

Резюме: В мрежи с ограничена мощност напрежението на отделните консуматори може да се поддържа в допустимите граници, с автотрансформаторни дискретни регулатори на променливо напрежение. Работата разглежда проблемите на анализа и включва симулационни модели с отчитане на спецификата на използваната схема. Разработен е специализиран алгоритъм за решаване по части на получените разредени матрични уравнения с клетъчна структура, които имат почти особени матрици. Получените решения имат малко натрупване на грешка и са с голяма стабилност във времето. Извършената експериментална проверка с прототип показва добро съвпадение с данните от симулираните процеси.

Ключови думи: дискретен регулатор на променливо напрежение, полупроводникови комутиращи елементи, тиристор, активно-индуктивен товар, комутационен процес

Abstract: In networks with limited power, the voltage supply of the separate consumers can be controlled in admissible range through autotransformer discrete alternating voltage regulators. This paper presents the problems of the analysis, through simulation models while accounting for the specific features of a particular circuit design. A special algorithm has been developed for part-by-part solving of the obtained sparse matrix equations with cell structure, which have almost singular matrices. The obtained solutions show insignificant error accumulation from the computations and great stability in time. The data from the simulated processes have been experimentally verified using a prototype and have shown a good correspondence.

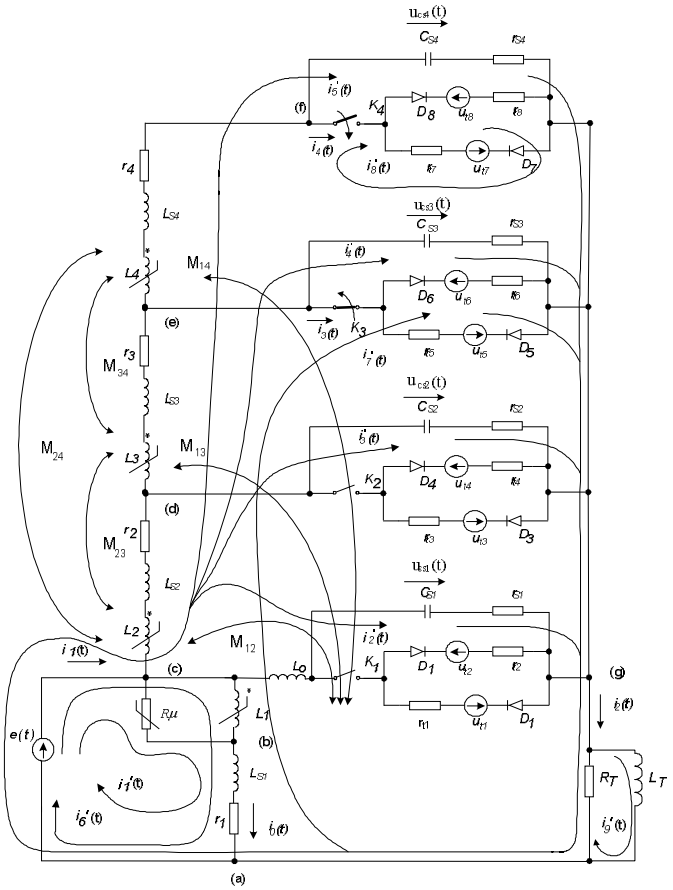
Key words: autotransformer, discrete alternating voltage regulator, semiconductor commuting elements, thyristor, commutation process, active-inductive load

I. ВЪВЕДЕНИЕ

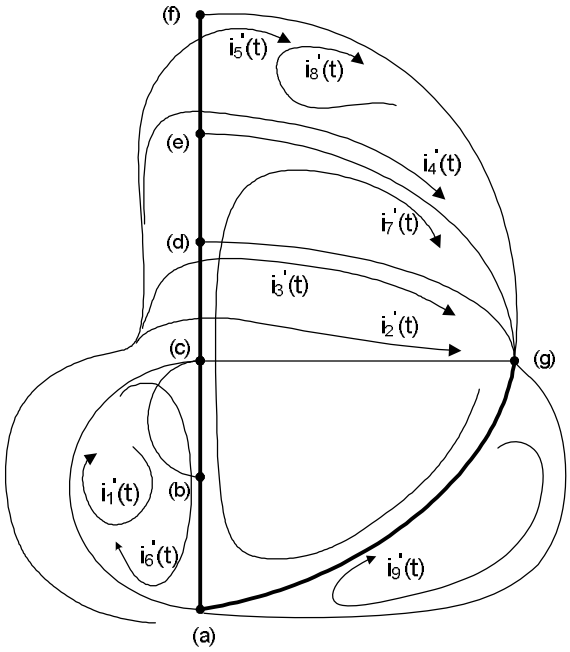
Съществуват електрически мрежи, за които в зависимост от режимите на експлоатация за някои от крайните консуматори, фазовото напрежение се изменя далеч над допустимите граници. Това налага регулирането на диапазона на изменение на входното захранващо напрежение, което може да се реализира чрез използване на автотрансформаторни дискретни регулатори на променливо напрежение (АДРПН) с полупроводникови комутиращи елементи (ПКЕ) [1,2,3]. Проектирането на такива регулатори изисква използването на средства за компютърен анализ и симулация на сложните процеси, възникващи в тези устройства [3,4,5,6,7]. Основен се явява проблемът за създаване на адекватни прецизни модели и алгоритми за анализ, които да позволяват точни симулации на реакциите на АДРПН, при различни работни режими. Това води до икономия на материали, елементи и време във фазата на проектиране и изработка на такъв клас устройства.

II. АНАЛИЗ

Ограничаването на диапазона на изменение на амплитудата на входното захранващо напрежение се реализира чрез автоматичното превключване на изводите на трансформатор (автотрансформатор). Схемните решения позволяват изводите на автотрансформатора да са разположени от страна на захранващата мрежа или от страната на товара [1,2]. На фиг. 1 е представена заместващата схема на АДРПН с четири ПКЕ. Схемата включва параметрите на комутиращите групи, гасящите групи, магнитната верига, параметрите на отделни



Фиг.1. Заместваща схема на АДРПН с четири ПКЕ и активно-индуктивен товар.



Фиг. 2. Граф на веригата за II интервал.

те секции на намотката и съществуващите нелинейности.

При симулациите е изследван най-тежкият режим на работа – превключване от предпоследната към последната повишаваща степен на АДРПН. Комутационният процес обхваща три интервала [3,4]. В първия интервал е затворен ключа $К_3$, а всички други са отворени; във втория интервал са затворени ключове $К_3$ и $К_4$; а в третия интервал е затворен само ключа $К_4$.

В работата е извършен анализ за активно-индуктивен товар и е представен подробен алгоритъм за решаване на системата уравнения, описващи електрическото равновесие в АДРПН.

На фиг. 2 е показан графът на изследваната верига за втория интервал на комутационния процес.

В първия интервал АДРПН работи при установен режим и електрическото равновесие се описва чрез метода с контурните токове в комплексна форма. Броят на независимите контури във веригата е осем и системата уравнения се състои от осем уравнения с осем неизвестни. Общият вид на системата има следната матрична форма:

$$[Y_1].[\dot{I}'] = [\dot{E}], \qquad (1)$$

където $[Y_1]$ е комплексна проводимостна матрица на АДРПН с размерност 8 реда и 8 колони (т.е. 8x8); $[\dot{I}']$ е матрицата стълб на комплексите на контурните токове $\dot{I}_1'; \dot{I}_2'; ....; \dot{I}_7'; \dot{I}_9'$ с размерност 8x1; $[\dot{E}]$ е матрицата-стълб на комплексите на контурните е.д.н. с размерност 8x1.

Численият метод, чрез който се решава уравнение (1), е методът на Гаус-Джордан.

Във втория интервал се наблюдава първият преходен процес в АДРПН - ключовете $К_3$ и $К_4$ са затворени. Анализът се извършва посредством метода с променливите на състоянието, като девет от променливите на състоянието са контурните токове $i_1'(t); i_2'(t); ...; i_8'(t); i_9'(t)$, а

останалите четири са напреженията върху гасящите кондензатори $u_{cs1}(t);\ldots;u_{cs4}(t)$. Анализът се провежда във временната област, като системата уравнения съдържа тринадесет уравнения с тринадесет неизвестни. Матрицата на системата уравнения се явява почти особена, независимо от вида на избраните контури, в следствие от което се натрупва грешка при изчисленията. Тогава, общият матричен вид на системата уравнения е следният:

$$[A_2]\frac{d}{dt}[x(t)] = [B_2].[x(t)] + [e_2(t)], \qquad (2)$$

където матриците $[A_2]$ и $[B_2]$ са с размерности 13x13 и се състоят от по девет подматрици:

$$[A_2] = \left[\begin{array}{c|c|c} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ \hline A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ \hline A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{array}\right], [B_2] = \left[\begin{array}{c|c|c} B_{11} & B_{12} & B_{13} \\ \hline B_{21} & B_{22} & B_{23} \\ \hline B_{31} & B_{32} & B_{33} \end{array}\right]. \qquad (3)$$

Матриците $[x(t)]$ и $[e_2(t)]$ са с размерности 13x1 и се състоят от по три подматрици:

$$[x(t)] = \begin{bmatrix} X_{11}(t) \\ \overline{X_{21}(t)} \\ \overline{X_{31}(t)} \end{bmatrix}, \quad [e_2(t)] = \begin{bmatrix} E_{11}(t) \\ \overline{E_{21}(t)} \\ \overline{E_{31}(t)} \end{bmatrix}. \qquad (4)$$

Тук матрицата $[x(t)]$ съдържа променливите на състоянието в изброения по-горе ред, а матрицата $[e_2(t)]$ съдържа входното е.д.н. e(t) и падовете върху тиристорните ключове K_3 и K_4 - u_{t5}, u_{t6}, u_{t7} и u_{t8} в наситено състояние.

Размерите на подматриците са както следва:

$[A_{11}]$ и $[B_{11}]$ са 5x5; $[A_{12}]$ и $[B_{12}]$ са 5x4; $[A_{13}]$ и $[B_{13}]$ са 5x4;

$[A_{21}]$ и $[B_{21}]$ са 4x5; $[A_{22}]$ и $[B_{22}]$ са 4x4; $[A_{23}]$ и $[B_{23}]$ са 4x4;

$[A_{31}]$ и $[B_{31}]$ са 4x5; $[A_{32}]$ и $[B_{32}]$ са 4x4; $[A_{33}]$ и $[B_{33}]$ са 4x4;

$[X_{11}(t)]$ и $[E_{11}(t)]$ са 5x1; $[X_{21}(t)]$ и $[E_{21}(t)]$ са 4x1; $[X_{31}(t)]$ и $[E_{31}(t)]$ са 4x1.

Матриците $[A_2]$ и $[B_2]$ са разредени, като в тях нулеви се явяват и следните подматрици: $[A_{13}]$; $[A_{23}]$; $[A_{31}]$; $[A_{32}]$; $[B_{23}]$; $[B_{31}(:,1)]$; $[B_{32}]$; $[B_{33}]$; $[E_{31}(t)]$. Освен това подматриците $[A_{33}]$, $[B_{13}]$, $[B_{31}]$ са диагонални. Подматриците на променливите на състоянието имат следния вид:

$$[X_{11}(t)] = \begin{bmatrix} i_1'(t) \\ i_2'(t) \\ \vdots \\ i_5'(t) \end{bmatrix}; [X_{21}(t)] = \begin{bmatrix} i_6'(t) \\ i_7'(t) \\ i_8'(t) \\ i_9'(t) \end{bmatrix}; [X_{31}(t)] = \begin{bmatrix} u_{cs1}(t) \\ u_{cs2}(t) \\ u_{cs3}(t) \\ u_{cs4}(t) \end{bmatrix}. \qquad (5)$$

Алгоритъмът който се прилага, за избягване на факта, че матрицата $[A_2]$ е почти особена, се състои в разбиването на уравнение (2) на три матрични уравнения, съдържащи по-горе изброените подматрици, като решенията се получават в поредна последователност. При всяка времева стъпка напред се решават следните матрични уравнения:

$$1)\ [A_{169}]\frac{d}{dt}\begin{bmatrix} i_1'(t) \\ \text{----} \\ X_{21}(t) \end{bmatrix} = [B_{169}].\begin{bmatrix} i_1'(t) \\ \text{----} \\ X_{21}(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_2(t) \\ \text{----} \\ E_{21}(t) \end{bmatrix}, \qquad (6)$$

където токът $i_1'(t)$ е контурният ток през Rμ (съпротивлението отчитащо загубите в стоманата на автотрансформатора), а матриците $[A_{169}]$ и $[B_{169}]$ съдържат съответно подматриците $[A_{22}]$ и $[B_{22}]$ плюс елементите свързани с тока $i_1'(t)$ от уравнение (2). Решението на матричното диференциално уравнение (6) се извършва след като то се нормализира чрез умножение в ляво и дясно посредством обратната матрица $[A_{169}]^{-1}$ и за полученото уравнение :

$$\frac{d}{dt}\begin{bmatrix} i_1'(t) \\ \text{----} \\ X_{21}(t) \end{bmatrix} = [A_{169}]^{-1}.\ [B_{169}].\begin{bmatrix} i_1'(t) \\ \text{----} \\ X_{21}(t) \end{bmatrix} + [A_{169}]^{-1}.\begin{bmatrix} e_2(t) \\ \text{----} \\ E_{21}(t) \end{bmatrix} = \qquad (7)$$

$$= [AA_2].\begin{bmatrix} i_1'(t) \\ \text{----} \\ X_{21}(t) \end{bmatrix} + [BB_2].\begin{bmatrix} e_2(t) \\ \text{----} \\ E_{21}(t) \end{bmatrix}$$

се прилага формулата на Коши, за точно решаване на системи нехомогенни диференциални уравнения:

$$\begin{bmatrix} i_1'(t) \\ \text{----} \\ X_{21}(t) \end{bmatrix} = e^{[AA_2](t-t_0)}.\begin{bmatrix} i_1'(0+) \\ \text{----} \\ X_{21}(0+) \end{bmatrix} + e^{[AA_2]t}\cdot \qquad (8)$$

$$\cdot\int_{t_0}^{t} e^{-[AA_2]\tau}.\ [B_2]\begin{bmatrix} e_2(\tau) \\ \text{----} \\ E_{21}(\tau) \end{bmatrix}.d\tau$$

2) $$[A_{33}]\frac{d}{dt}[X_{32}(t)]=[B_{31}(:,2:5)][X_{11}(t)], \quad (9)$$

като уравнение (9) се нормализира, като се умножава в ляво и дясно с обратната матрица $[A_{33}]^{-1}$ и след това се решава посредством метода Рунге-Кута – 4.

3) $$[A_{11}(2:5,2:5)].\frac{d}{dt}[X_{11}(:,2:5)]+\begin{bmatrix}A_{11}(2:5,1)\\ ---------\\ A_{12}(2:5,:)\end{bmatrix}. \quad (10)$$

$$.\frac{d}{dt}\begin{bmatrix}i_1'(t)\\ -----\\ X_{21}(t)\end{bmatrix}==[B_{11}(2:5,:)|B_{12}(2:5,:)|B_{13}(2:5,:)]$$

$$.[x(2:13,1)]+[e_2(2:13,1)],$$

като уравнение (10) се нормализира и се решава посредством метода Рунге-Кута – 4.

В третия интервал се наблюдава вторият преходен процес, като от всички ключове остава затворен само ключа K_4. Анализът се провежда отново посредством метода с променливите на състоянието във временната област. Броят на променливите на състоянието е вече дванадесет, понеже тук отпада контурния ток $i_7'(t)$ от групата на неизвестните от предния интервал.

Системата уравнения в третия интервал има следния вид:

$$[A_3]\frac{d}{dt}[x(t)]=[B_3].[x(t)]+[e_3(t)], \quad (11)$$

където матриците $[A_3]$ и $[B_3]$ са с размерност 12x12 и се състоят от по три подматрици:

$$[A_3]=\left[\begin{array}{c|c|c} a_{11} & a_{12} & a_{13}\\ \hline a_{21} & a_{22} & a_{23}\\ \hline a_{31} & a_{32} & a_{33}\end{array}\right],[B_3]=\left[\begin{array}{c|c|c} b_{11} & b_{12} & b_{13}\\ \hline b_{21} & b_{22} & b_{23}\\ \hline b_{31} & b_{32} & b_{33}\end{array}\right]. \quad (12)$$

Матриците $[x(t)]$ и $[e_3(t)]$ са с размерности 12x1 и се състоят от по три подматрици:

$$[x(t)]=\begin{bmatrix}x_{11}(t)\\ \overline{x_{21}(t)}\\ \overline{x_{31}(t)}\end{bmatrix}, \quad [e_3(t)]=\begin{bmatrix}e_{11}(t)\\ \overline{e_{21}(t)}\\ \overline{e_{31}(t)}\end{bmatrix}. \quad (13)$$

Матрицата $[x(t)]$ съдържа променливите на състоянието в реда, изброен за втория интервал без тока $i_7'(t)$, а матрицата $[e_3(t)]$ съдържа входното е.д.н. e(t) и падовете върху ключа K_4 - u_{t7} и u_{t8} в наситено състояние.

Размерностите на подматриците са както следва:

$[a_{11}]$ и $[b_{11}]$ са 5x5; $[a_{12}]$ и $[b_{12}]$ са 5x3; $[a_{13}]$ и $[b_{13}]$ са 5x4;

$[a_{21}]$ и $[b_{21}]$ са 3x5; $[a_{22}]$ и $[b_{22}]$ са 3x3; $[a_{23}]$ и $[b_{23}]$ са 3x4;

$[a_{31}]$ и $[b_{31}]$ са 4x5; $[a_{32}]$ и $[b_{32}]$ са 4x3; $[a_{33}]$ и $[b_{33}]$ са 4x4;

$[x_{11}(t)]$ и $[e_{11}(t)]$ са 5x1; $[x_{21}(t)]$ и $[e_{21}(t)]$ са 3x1; $[x_{31}(t)]$ и $[e_{31}(t)]$ са 4x1.

Матриците $[A_3]$ и $[B_3]$ са разредени, като матрицата $[A_3]$ е почти особена. Нулеви се явяват и следните подматрици: $[a_{13}]$; $[a_{23}]$; $[a_{31}]$; $[a_{32}]$; $[b_{23}]$; $[b_{32}]$; $[b_{33}]$; $[e_{31}(t)]$. Освен това подматриците $[a_{33}]$, $[b_{13}]$, $[b_{31}]$ са диагонални. Подматриците на променливите на състоянието имат следния вид:

$$[x_{11}(t)]=\begin{bmatrix}i_1'(t)\\ i_2'(t)\\ \vdots\\ i_5'(t)\end{bmatrix}; \quad [x_{21}(t)]=\begin{bmatrix}i_6'(t)\\ i_8'(t)\\ i_9'(t)\end{bmatrix}; \quad [x_{31}(t)]=\begin{bmatrix}u_{cs1}(t)\\ u_{cs2}(t)\\ u_{cs3}(t)\\ u_{cs4}(t)\end{bmatrix}.$$

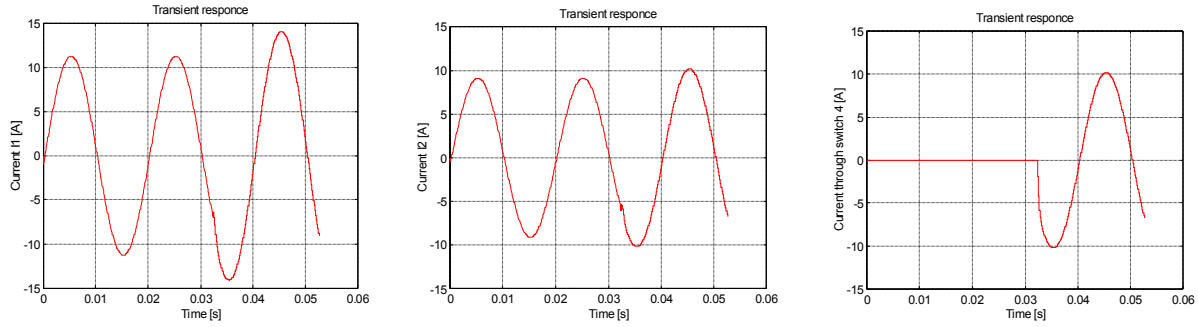
(14)

Алгоритъмът, позволяващ да се избегне факта, че матрицата $[A_3]$ е почти особена, се състои в разбиването на уравнение (11) на три матрични уравнения, съдържащи гореизброените подматрици, като на всяка стъпка напред във времето се изпълнява подобна изчислителна процедура, както във втория интервал, описана посредством уравнения (6), (7), (8), (9) и (10).

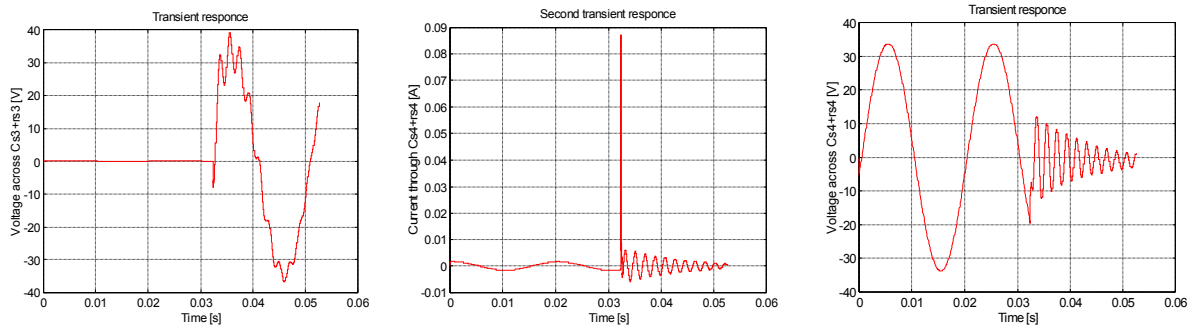
На фиг. 3 са представени графиките на изследваните величини в трите интервала на комутационния процес на АДРПН, с активно-индуктивен товар ($R_T=30,231\Omega$ *и* $L_T=2,0951H$). Фазата на комутацията на ключа K_4 е избрана да бъде $\varphi=225^\circ$.

На фиг.3а е представен входният ток $i_1(t)$ във функция на времето; на фиг.3б е показан изходния ток $i_2(t)$; на фиг.3в – токът $i_4(t)$ през ключа K_4; на фиг.3г – напрежението $u_{cs3+rs3}(t)$ върху третата гасяща група $C_{S3}+r_{S3}$; на фиг.3д – токът $i_{cs4+rs4}(t)$ през четвъртата гасяща група и на фиг.3е – напрежението $u_{cs4+rs4}(t)$ върху четвъртата гасяща група $C_{S4}+r_{S4}$.

В табл. 1а, 1б и 1в са представени данните от експерименталното изследване и компютърните симулации с помощта на предложения алгоритъм и програмата



а) б) в)



г) д) е)

Фиг. 3. Графики на изследваните величини в АДРПН с активно-индуктивен товар за трите интервала на комутационния процес.

Таблица 1. Резултати от физическите експерименти и компютърните симулации.

а) L_T=1,0460H

	Резултати от физическия експеримент					***Резултати от компютърните симулации***				
R_T	**U_1**	**I_1**	**I_0**	**I_2**	**U_2**	**U_1**	**I_1**	**I_0**	**I_2**	**U_2**
Ω	V	A	A	A	V	V	A	A	A	V
115,8	160	3	0,9	2,05	220,3	160	2,8328	0,8501	1,9918	218,63
61,8	160	5,25	1,43	3,55	220	160	5,0637	1,4422	3,6275	218,40
35,5	160	9,75	2,7	7,03	219,9	160	8,6085	2,3949	6,2175	217,94

б)L_T=2,4933H

	Резултати от физическия експеримент					***Резултати от компютърните симулации***				
R_T	**U_1**	**I_1**	**I_0**	**I_2**	**U_2**	**U_1**	**I_1**	**I_0**	**I_2**	**U_2**
Ω	V	A	A	A	V	V	A	A	A	V
115,8	160	3,15	0,98	2,2	220,3	160	3,0062	0,9106	2,1020	217,69
61,8	160	5,1	1,49	3,71	220,1	160	5,1673	1,4798	3,6921	217,46
35,5	160	10,05	2,75	7,2	220	160	8,6598	2,4150	6,2482	217,00

в) L_T=11,356H

	Резултати от физическия експеримент					***Резултати от компютърните симулации***				
R_T	**U_1**	**I_1**	**I_0**	**I_2**	**U_2**	**U_1**	**I_1**	**I_0**	**I_2**	**U_2**
Ω	V	A	A	A	V	V	A	A	A	V
115,8	160	2,72	0,83	1,95	220	160	2,7319	0,8131	1,9301	219,16
61,8	160	4,8	1,39	3,5	220,1	160	4,9879	1,4156	3,5793	218,94
35,5	160	9,6	2,65	7	219,9	160	8,553	2,3761	6,1813	218,48

AVTO за конкретен АДРПН при входно напрежение 160V с три различни активно-индуктивни товара.

III. ИЗВОДИ

В заключение са направени следните изводи:

1. Предложен е подробен алгоритъм за решаване на системата уравнения, описващи електрическото равновесие в АДРПН при активно-индуктивен товар, който позволява преодоляването на особеностите на матриците на системите във втори и трети интервал от действието на регулатора на напрежение.
2. На базата на предложения алгоритъм е разширена компютърната програма AVTO, обхващаща спецификата на схемното решение, параметрите на автотрансформатора, големината и вида на товара, фазата на начало на комутация и параметрите на използваните тиристорни ключове. Показаните графики дават възможност да се оцени характера и продължителността на комутационния процес, както и електрическото натоварване на отделните вериги и полупроводникови ключове.
3. В показаните таблици е представена съпоставката между данните от компютърните симулации и физическите експерименти с прототип на АДРПН с изследваните товари, която сочи добро съвпадение на получените резултати.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Barudov S., Barudov E., Discrete alternating current regulators and stabilizers, PENSOFT Sofia-Moscow 2006.
[2]. Липковский К. Трансформаторно ключовые исполнителные структуры преобразователей переменного напряжения, Наукова думка, 1983.
[3]. Barudov S., Panov E., Study of the loading of the switching elements in a step voltage regulator, Annual Proceedings of Technical University of Varna, Varna, 2004, p. 117÷122.
[4]. Barudov E., Barudov S., Panov E., Switching processes in a step voltage regulator, Acta Universitatis Pontica Euxinus, Volume 4, Number 1, 2005, p. 21÷25.
[5]. Барудов С., Панов Е., Барудов Е., Параметри на комутационния процес в стъпален регулатор на променливо напрежение. СПБ: ПЭПИК, Методы и средства оценки состояния энергетического оборудования, Вып. 25, 2005, с. 67÷76.
[6]. Панов Е., Барудов Е., Барудов С., Усъвършенстван алгоритъм за анализ на прецизен нелинеен модел на автотрансформаторен дискретен регулатор на напрежение с полупроводникови комутиращи елементи, Годишник на ТУ-Варна, 2009, България, ISSN: 1311-896X, стр. 47÷53.
[7]. Barudov E., Panov E., Barudov S., Analysis of electrical processes in alternating voltage control systems, Journal of international scientific publication, Volume IV, part 1, p. 154÷182, ISSN: 13132539, 2010.

За контакти:

1. Емил Барудов, Технически Университет – Варна, 9010, България, „Студентска 1”, Електротехнически Факултет, катедра ТИЕ, e-mail: ugl@gyuvetch.bg
2. Емил Панов, Технически Университет – Варна, 9010, България, „Студентска 1”, Електротехнически Факултет, катедра ТИЕ, e-mail: eipanov@yahoo.com

Рецензент:

проф. дтн. инж. мат. К. Герасимов

ТЕНДЕНЦИИ ПРИ ИЗГРАЖДАНЕТО И РЕКОНСТРУКЦИЯТА НА ЕЛЕКТРОПРОВОДИ ЗА ВИСОКО НАПРЕЖЕНИЕ

TRENDS IN REHABILITATION AND CONSTRUCTION OF HIGH VOLTAGE TRANSMISSION LINES

Юлиан Рангелов

Резюме: В доклада са представени новите за България свръхтермично устойчиви стоманено-алуминиеви проводници, които ще се използват при реконструкция на електропроводи за високо напрежение

Ключови думи: ЕЕС, въздушни електропроводи, проводници

Abstract: The paper presents super heat-resistant steel-aluminum conductors, which are new for Bulgarian power system and are going to be used for reconstruction of high voltage transmission lines

Keywords: Power system, Overhead power lines, Conductors

I. ВЪВЕДЕНИЕ

На сайта на Държавен вестник може да се прочете за следния обект на поръчка: „Реконструкция на ВЛ 110 кВ „Димитър Ганев", „Дропла", „Момчил", „Екрене", „Сирена" и „Лебед" – подмяна на съществуващ АС проводник, със свръх-проводим (композитен) проводник, Реф. № 1050034". Такова заглавие поражда най-малкото недоумение в главата на всеки, чувал за явлението свръхпроводимост. В действителност, подборът на определение за проводника, за който става дума, е меко казано неподходящ. Целта на статията е да запознае читателя с действителните характеристики на проводниците, които ще се използват.

II. ЕЛЕКТРИЧЕСКИ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ В БЪЛГАРИЯ СТОМАНО-АЛУМИНИЕВИ ПРОВОДНИЦИ

Сумарната дължина на електропроводите за високо напрежение (ВН) в България е дадена в табл. 1 [7]. Те са изградени с комбинирани фазови проводници от алуминий и стомана. В зависимост от съотношението алуминий/стомана, стоманено-алуминиевите проводници се разделят на три групи: - нормални (АС) - s_A/s_C=5:1÷6:1; облекчени (АСО) - s_A/s_C=8:1; усилени (АСУ) - s_A/s_C=4:1.

Табл. 1. Дължина на електрическата мрежа за ВН в България

$U_н$, kV	110	220	400
L_W, km	9167	2650	2207

Според [6] допустимите сечения за електропроводи (ЕП) ВН се определят с оглед намаляване на загубите от ефекта корона и по условие за механична якост: минимален диаметър на проводника за ЕП 110 kV – 11,3 mm; за ЕП 220 kV – 21,6 mm; за ЕП 400 kV – снопови проводници (3×23,5; 2×30,2 mm, [5]. Минималните, използваните и унифицираните сечения са дадени в табл. 2 [7].

Табл. 2. Проводници, използвани за ЕП- ВН

$U_н$, kV	Минимално-допустими сечения, mm^2	Използвани сечения, mm^2	Унифицирани сечения за България mm^2
110	3×АС-70 3×АСУ-120 3×АСО-150	3×АС-70÷400 3×АСУ-120÷400 3×АСО-150÷400	3×АС-185 3×АСО-400 3×АСУ-400
220	3×АС-240 3×АСО-240	3×АС-240÷500 3×АСО-240÷500	3×АСО-500
400	3×3АСО-300 3×2АСО-500	3×АСО300÷500	3×2АСО-500

Проводниците се оразмеряват с физико-механичните им характеристики, определени от производителя,

експериментални данни или осреднените физико-механични характеристики, посочени в табл. 3, [6].

Табл.3.Физико-механични характеристики на проводниците

Тип и сечение на проводниците	Специфичен товар от собствена маса $(g_1)\cdot10^{-3}$, N/(m.mm^2)	Модул на линейна деформация, $E\cdot10^3$, MPa	Температурен коефициент на линейно разширение, $\alpha_0\cdot10^{-6}$, 1/°C	Напрежение на скъсване на цялото сечение, σ_p, MPa
АС-120 и по- вече	34,7	82,5	19,2	250
АСО—всички сечения	35,6	84,5	18,9	290
АСУ—всички сечения	33,9	78,5	19,8	270
Алуминиеви сплави	37,3	89	18,3	310
Стоманено-алуминиеви сплави:	27,5	58	23	305
АСС—всички сечения	40	77	18,9	550
АССО—всички сечения	35	69	19,3	450
АССУ—всички сечения	45	81	17,9	630

Топлинното разширение на комбиниран проводник ΔL_t с дължина L при промяна на температурата му с Δt е

$$\Delta L_t = \alpha_0 \cdot L \cdot \Delta t,$$

където α_0 се нарича температурен коефициент на линейно разширение, който за стоманено-алуминиеви проводници се изчислява по формулата

$$\alpha_0 = \frac{\alpha_A \cdot E_A \cdot s_A + \alpha_C \cdot E_C \cdot s_C}{E_A \cdot s_A + E_C \cdot s_C},\ 1/°C,$$

където с индекс „А“ и „С“ са означени съответно температурният коефициент, модулът на линейна деформация и сечението на алуминия и стоманата.

Както е известно, активното съпротивление за единица дължина на ЕП зависи от материала, сечението, температурата и конструкцията на проводника, и може да се изчисли по формулата

$$r_o = \frac{\rho_A}{s_A}\left(1+\alpha_R\cdot\left(\theta-\theta_0\right)\right), \frac{\Omega}{\text{km}},$$

където ρ_A е специфичното електрическо съпротивление на алуминия; s_A - сечението; α_R – температурен коефициент равен на 0,004 1/°C; θ - температура на проводника; θ_0 – температура, при която е измерено специфичното съпротивление.

Специфичното съпротивление на алуминия е $29{,}5\cdot10^{-9}$ Ω·m, но при електрически изчисления е прието седем процентно увеличение, тъй като действителните сечения на проводниците са с 1÷4% по- малки от стандартните. Дължината на жичките в многожичния проводник е с 2÷5% по-голяма от дължината на проводника и плътността на тока, вследствие на повърхностния ефект, не е еднаква [8]. Обикновено при изчисляване на електрическите мрежи при температура 20°C се приема $\rho_A = 31{,}5\cdot10^{-9}$ Ω·m и влиянието на температурата на проводника от протичащия ток не се отчита. При механично оразмеряване не се отчита удължението на проводниците при нагряване от протичащия електрически ток.

III. ЕЛЕКТРИЧЕСКИ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ ПО СВЕТА СТОМАНЕНО-АЛУМИНИЕВИ ПРОВОДНИЦИ

Към този момент в Европа се използват най-вече стоманено-алуминиеви (ACSR) или проводници от алуминиеви сплави (AAAC). С непрекъснатото нарастване на нуждите от пренос, поради различни причини, например създаване на големи електроенергийни обединения, въвеждане на нови генериращи мощности, индустриализация и нарастване на битово потребление, въпреки добрите си качества, тези проводници ограничават възможния максимален пренос чрез въздушни електропроводи, заради максимално допустимата им температура на работа от 70-80°C.

В табл. 4 са дадени приетите в Европа означенията за различни видове голи проводници, които се използват за пренос на електроенергия, чрез въздушни елект-

ропроводи [3]. В края на 20-ти век в Япония започва да се работи по нова концепция наречена HTLS (малко провисване при висока температура). През 2007 година е публикуван стандарт (IEC 62004), който представя четири типа топлоустойчиви сплави на алуминий и цирконий, за производство на HTLS проводници (табл. 5).

Табл.4. Различни видове голи проводници

ACSR	Стоманено-алуминиев проводник
ACSR/AW	ACSR, стоманените жички са с покритие от алуминий
ACSR/TW	ACSR, алуминиевите жички са с трапецо-видна форма
ACSS	Стоманено-алуминиев проводник, чиято механична издръжливост зависи 100% от стоманеното му ядро
ACSS/AW	ACSS, стоманените жички са облечени с алуминий
ACSS/TW	ACSS, алуминиевите жички са с трапецо-видна форма
G(Z)TACSR	(Свръх) термично-устойчив проводник от алуминиева сплав, усилен със ядро от стоманени жички, свободнодвижещи се спрямо проводника
AAC	Алуминиев проводник
AAAC	Проводник от алуминиева сплав
(Z)TACSR	(Свръх) термично-устойчив проводник от алуминиева сплав, усилен със стомана
(Z)TACIR	(Свръх) термично-устойчив проводник от алуминиева сплав, усилен със желязо-никелова сплав (инвар)
AACSR	Проводник от алуминиева сплав, усилен със стомана
ACAR	Проводник от алуминий, усилен със алуминиева сплав
ACCR/TW	Ядро от Al_2O_3
ACCC/TW	Ядро от фибростъкло, обвито от карбонови влакна
(T)ACFR	(Термично устойчив) Алуминиев проводник, усилен с ядро от карбонови влакна

Такива проводници се наричат свръх термично устойчиви (Super Thermal resistant Aluminum Alloy Conductor). Най-популярни са AT1 и AT3. Максималната работна температура е определена на база намаляване на физико-механичните свойства с 10% за периода на експлоатация. Поради факта, че количеството цирконий в сплавта е малко, характеристиките на проводниците на базата на тези сплави не се различават много от ACSR, с изключение на леко увеличеното специфично съпротивление.

Табл. 5. Физико-механични характеристики на свръхтермично устойчиви сплави по IEC, [2]

Физико-механични показатели	IEC			
	AT1	AT2	AT3	AT4
Плътност при температура 20°C, (g/cm^3)	2,703	2,703	2,703	2,703
Допустима температура в нормален режим (40 години), °C	150	150	210	230
Допустима температура при претоварване (400 часа), °C	180	180	240	310
Температурен коефициент на линейно разширение α_0, 1/°C	$23 \cdot 10^{-6}$			
Температурен коефициент на промяна на съпротивлението при 20°C, 1/°C	0,004	0,0036	0,004	0,0038
Напрежение на скъсване на цялото сечение, σ_p, MPa	159-169	225-248	159-176	159-169
Коефициент на удължение (Elongation) A_{250}, %	2	2	2	2
Специфично съпротивление при 20°C, nΩm	28,735	31,347	28,735	29,726
Електрическа проводимост, % IACS (International Annealed Copper Standard - 100% $5{,}80 \cdot 10^7$, S/m)	60	55	60	58

В табл. 6 са дадени параметрите на проводник тип ZTACIR (свръх термично устойчив проводник от алуминиева сплав, усилен с инвар).

Такива проводници широко се използват в Япония. Започва проникването им и на пазара в Америка [1]. Освен описаните качества на алуминиевата сплав, трябва да се отбележи и използването на желязо-никелова сплав (инвар), за усилване на проводника. Тя позволява използването на такива проводници на места, където ACSR са неподходящи от механична гледна точка.

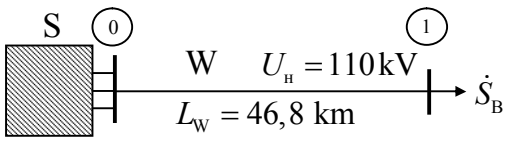
При избора на проводници трябва да се има предвид и по-високата цена на ZTACIR

Табл. 6. Физико-механични характеристики на ZTACIR

Диаметър	mm	19,04
Сечение на ядрото	mm^2	40,7
Сечение на алуминиевата сплав (АТ3)	mm^2	174,3
Общо сечение	mm^2	215
Съпротивление за единица дължина при 20/°C	Ω/km	0,158
Сила на опън	kN	69,21
Модул на линейна деформация $E\cdot$	10^3, MPa	71
Температурен коефициент на линейно разширение на ядрото, α_{invar}	10^{-6}/°C	3,5
Температурен коефициент на линейно разширение α_0	10^{-6}/°C	15,8
Натоварваща способност при 210°C (температура на околната среда 40°C)	A	906
Съпротивление за единица дължина при 210°C	Ω/km	0,2783

IV. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РЕЗУЛТАТИ

За илюстрация са изчислени режимните параметри на схемата показана на фиг. 1. за четири различни варианта за избор на сечение: 3×AC185; ACO400; две тройки AC185 и ZTACIR (табл.6). Данни за параметрите на заместващата схема са дадени в табл. 7.



Фиг. 1. Принципна схема на изследваната мрежа

Товарите захранвани от разглеждания електропровод са подбрани такива, че натоварването му е близко до максимално допустимото по нагряване. Пресметнати са загубите на напрежение и активна мощност за четирите варианта (табл. 8). На тяхна база са изчислени загубите на напрежение и активна мощност, падащи се на един мегават пренасяна мощност (табл. 9).

Табл. 7. Параметри на заместващата схема

Вид проводник	r_o, Ω/km	x_o, Ω/km	b_o, S/km
AC185	0,17	0,409	$2,82\cdot10^{-6}$
ACO400	0,08	0,4	$2,95\cdot10^{-6}$
Две тройки AC185	0,085	0,205	$5,64\cdot10^{-6}$
ZTACIR (210°C)	0,2783	0,4	$2,79\cdot10^{-6}$

Табл. 8. Режимни параметри на мрежата за различните варианти

Вариант	$I_{доп}$	$\dot{S}_в$	$\Delta U_{0\text{-}1}$	$\Delta P_{0\text{-}1}$
	A	MVA	%	%
I	510(70°C)	83+j51	16,86	9,76
II	825(70°C)	133,45+j83,21	25,86	9,42
III	1020(70°C)	164,9+j102,82	16,86	9,76
IV	906(210°C)	146,2+j91,16	29,84	21,86

Табл. 9. Загуби на напрежение и активна мощност, падащи се на един мегават пренасяна мощност

Вариант	$\Delta U_{0\text{-}1}$	$\Delta P_{0\text{-}1}$
	%	%
I	0,2	0,12
II	0,19	0,07
III	0,1	0,06
IV	0,2	0,15

Вижда се, че загубите се увеличават от 0,12 на 0,15 % на мегават, при около два пъти увеличаване на пренасяната мощност (IV спрямо I). За сметка на това, реконструкцията на електропровода включва само подмяна на проводниците, изолаторите и закрепващата арматура, докато при другите варианти (II и III) се налага замяна на стълбове и евентуално промяна на техните места по трасето.

V. ИЗВОДИ

В съвременните условия на развитие на българската енергетика е естествено да се търсят световно утвърдени решения за увеличаване на пропускателната способност на електропреносната мрежа, без да се изграждат нови електропроводи. Възникват обаче и някои въпроси:

1.За какви режими ще се използват реконструираните електропроводи в режим на максимално натоварване по допустим ток - непрекъснато или кратковременно;

2.Могат ли да бъдат (или доколко) достигнати теоретичните параметри от гледна точка на динамичната и статична устойчивост на електроенергийната система;

3.Как се решава проблемът с допълнителното провисване на проводниците, при нагряването им до много високи температури;

4.Ще се подменят ли изолаторите и арматурата за закрепване на проводниците;

5.Как стои въпросът за свързването на такъв електропровод към уредба, изградена с класически проводници;

6.Имат ли достатъчно капацитет силовите трансформатори, свързани в мрежата от свръх термично устойчиви електропроводи, при увеличените на пренасяната мощност и могат ли да се справят при увеличаване на загубите на напрежение;

7.Отчита ли се увеличаването на загубите на мощност и енергия

8. Могат ли да се използват в мрежи средно напрежение и др.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Edris, A. High-Temperature, Low-Sag Transmission Conductors. Technical report. EPRI, 2002

[2]. Hirsch, J., B. Skrotzki. G. Gottstein. Aluminium Alloys Their Physical and Mechanical Properties. Proceedings of the 11th International Conference on Aluminium Alloys. 22-26 Sept. 2008. Aachen, Germany

[3]. Wetzer J., M. Upgrading overhead lines With high temperature, low sag conductors. Tethnisthe universiteit Eindhoven. Jan. 2007

[4]. Compact Conductors in Aluminium-Zirconium alloy resistant to high temperatures for aerial lines with high thermal limit. Deangeli prodotti

[5]. Генков, Н. Т., В. Т. Захариев. Механична част на електрически мрежи. ТУ-София, 1993

[6]. Наредба №3 от 9 юни 2004 г. за устройството на електрическите уредби и електропроводните линии. Издателство “Перфект консулт” ООД, София, 2004.

[7]. Неделчева, Ст. Електрически мрежи. ТУ-София, 2007

[8]. Влъчков, П. Електрически мрежи и системи. Първа част. Техника. София, 1989

За контакти:

инж. Юлиан Рангелов, гл. асистент д-р в Катедра „Електроенергетика” при ЕФ на
ТУ-Варна, ул. Студентска №1, 806Е
e-mail: j.rangelov@tu-varna.acad.bg

Рецензент: доц .д-р. инж. Колъо В.Тасев

SIMULINK БАЗИРАНА СИСТЕМА ЗА ХОРИЗОНТАЛНА СТАБИЛИЗАЦИЯ НА ЛЕТАТЕЛЕН АПАРАТ

SIMULINK BASED SYSTEM FOR CONTROLLING STABILITY OF AN AIRCRAFT

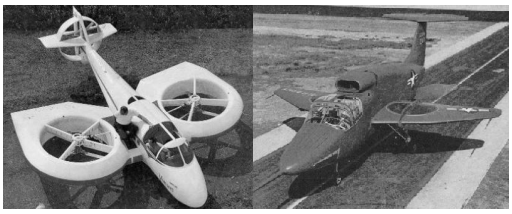
Христо Христосков, Михаил Скопчанов, Живко Жеков, Елена Драганова

Абстракт: Предложена е система за управление на хоризонталната стабилизация на летателен апарат, около неговата надлъжна ос. Системата е реализирана на база на стандартни инструменти, от програмния продукт за моделиране Simulink и физически модел с микроконтролерно управление.
Ключови думи: Simulink, VTOL, хоризонтална стабилизация

Abstract: In this paper is proposed system of controlling horizontal stabilization of an aircraft over his longitudinal axis. The system is based on standard toolsets of Simulink environment. Connection between Simulnk and the physical model is built on micro-controller.
Keywords: Simulink, VTOL

I. ВЪВЕДЕНИЕ

В летателните апарати с вертикално излитане един от важните проблеми е стабилизирането им в момента на излитане и приземяване [1]. Съществуват различни механични реализации на такива превозни средства, като всеки вариант предполага различен тип управление. Един такъв вариант представляват самолетите от вентилаторен тип [2,3], показани на фиг 1.



Фиг. 1. Разновидности на летателни апарати с вертикално излитане

Вижда се, че за стабилизация се използват пропелери, разположени в двете крила на самолета, фиг.1. Поради тази особеност на конструкцията им, за да се поддържа прав курс, апаратът трябва да бъде позициониран в хоризонтално положение.

От друга страна, през последните години, се наблюдава засилен интерес към разработка на безпилотни летателни апарати. Основното им приложение е осъществяване на наблюдение на труднодостъпни обекти. Разработването на системи за стабилизация и управление за подобни конструкции летателни апарати представлява особен интерес, предвид високите изисквания към качеството на управление.

Синтезът и реализацията на системи за управление на подобни летателни апарати, в повечето случаи, налага създаване и на физичен модел. По този начин се дава възможност за адекватен тест на качествата на разработените системи за управление.

Основни задачи, които е необходимо да бъдат решени са:

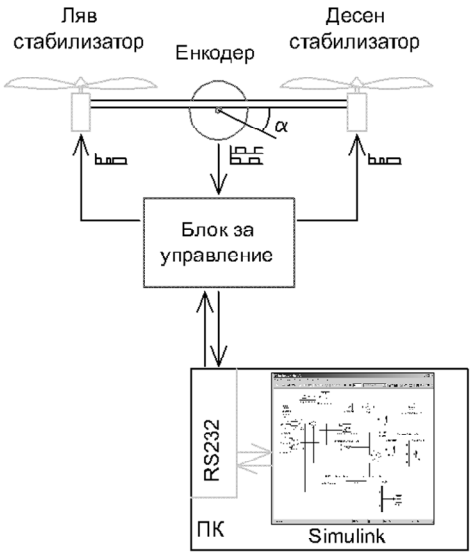
- изграждане на физичен модел на летателния апарат;
- синтез и реализация на системата за управление.

Настоящият доклад е посветен на решаването на тези задачи.

II. ФИЗИЧЕН МОДЕЛ НА ЛЕТАТЕЛЕН АПАРАТ ОТ ВЕНТИЛАТОРЕН ТИП

Моделът е с една степен на свобода, което дава възможност за изследване на процесите, отнасящи се до

хоризонталното положение на апарата, но без да се разглеждат процесите, свързани с отместване по посока снижаване или издигане, възникнали вследствие на завъртането около надлъжната ос. На фиг. 2 е показана блоковата схема на симулационен модел, включващ физичен модел на летателния апарат, интерфейсен блок и компютър, реализиращ различните закони за управление. Използвани са два постояннотокови колекторни двигателя (ляв и десен стабилизатор), които реализират завъртането по и обратно на часовниковата стрелка. Управлението им е реализирано с широчинно-импулсна модулация. Тъй като за развъртането на двигателя е необходимо някакво минимално усилие, то е налице т.н. "мъртва зона".

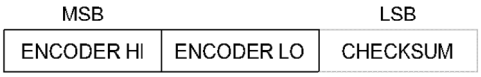


Фиг. 2. Блокова схема на системата

Сензорът, който дава информация за ъгъла на завъртане на рамото, е инкрементален енкодер с разделителна способност 1024 имп/оборот. Отчитането на позицията е спрямо базова точка, зададена с подаване на захранване. За удобство е предвиден бутон за инициализация на системата, който задава като нулев ъгъла, съответстващ на началното състояние на рамото.

III. МИКРОКОНТРОЛЕРЕН ИНТЕРФЕЙС

Програмата, обслужваща интерфейса между компютъра и силовата част, е поместена в микроконтролер от фамилията PIC18F25x. Целта й е да определи ъгъла на завъртане и да подготви сигнала за управление на двата мотора. Тези функции са пряко обвързани с комуникационния протокол. Данните получавани в устройството са именно заданията за широчинно-импулсния модулатор на микроконтролера, а изпращаните- съответно ъгъла на завъртане. Протоколът, използван за комуникация е значително опростен.



Фиг. 3. Сртуктура на изходната телеграма

На фиг. 3 е показана структура на телеграма, изпращана от микроконтролерната система към компютъра и Simulink. Първият байт представлява старшата стойност на брояча, определящ ъгъла на завъртане, вторият, съответно младшия байт, а третият се използва за проверка и защита от грешки. Тъй като е по-удобно да се работи с цели положителни числа, за средна стойност в брояча се установава числото 32565.

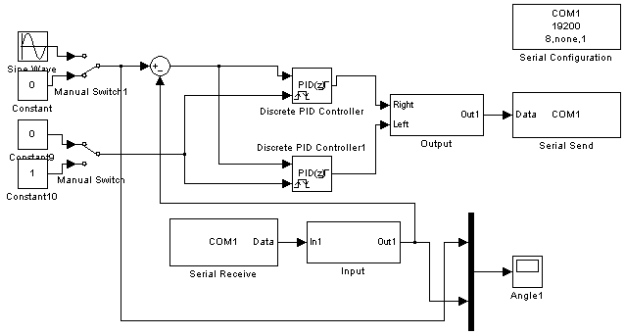
Фиг. 4. Структура на изходната телеграма

Телеграмата, получавана в микроконтролерния интерфеис, има вида показан на фиг. 4. Първият байт се отнася за заданието на десния двигател, вторият съответно - за левия. Третият байт е младшият байт, получен от сумата на предходните два.

IV. SIMULINK - БАЗИРАНО УПРАВЛЕНИЕ

Програмата, реализирана чрез персоналния компютър има за задача да

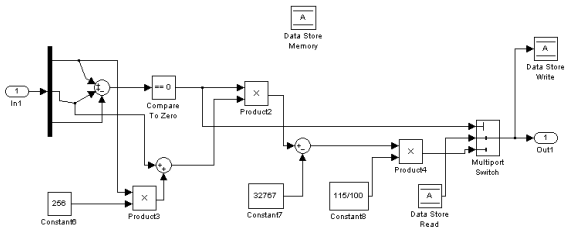
подаде необходимото задание към микроконтролерния интерфейс, като в отговор получава информация за отчетеното завъртане. Блоковата схема на реализираната програма е показана на фиг.5. За създаване на серийна връзка в Simulink са използвани блоковете за управление на серийна връзка, от библиотеката "Instrument Control Toolbox". Блокът "Serial Receive" ни дава информацията, получена от микроконтролера, във вид на масив с три колони. Този блок е в основата на подсистемата „Input", показана на фигурата, която представлява система, обработваща входните съобщения. Блоковата й схема е показана на фиг. 6.



Фиг. 5. Схема на системата в SIMULINK

Отделянето на входните данни по байтове се извършва от "демултиплексор", който предоставя три изхода, съответно в последователност описана по-горе, като последователност на байтовете в изходна телеграма за микроконтролера. За да се избегне внасянето на грешка се налага проверка на телеграмата, която служи по-нататък в сформирането на обратна връзка. За използване на получената информация се прави преизчисляване на стойностите. Тъй като от микроконтролера се получават само цели положителни числа е направено изместване на нулевата стойност. Числото, което съответства на началната позиция, е 32767 или в шестнадесетичен вид това е 1FFF. Поради това от полученото от микроконтролера в Симулинк число се изважда горепосочената стойност, при което се получава положителна или отрицателна стойност, която по-късно се подава като обратна връзка.

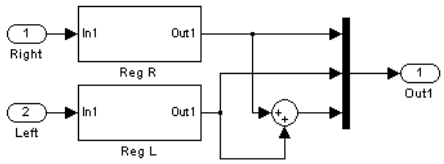
Тъй като Simulink чете данни на всеки работен цикъл, при възникване на грешка в телеграмата е необходимо да се предаде последната важеща стойност. Това се прави чрез блоковете „Data store Write", "Data Store Read" и „Multiport Switch". Те реализират съответно писане и четене от памет, и превключване на входния сигнал в случай на възникнала грешка.



Фиг. 6. Обработка на входните данни

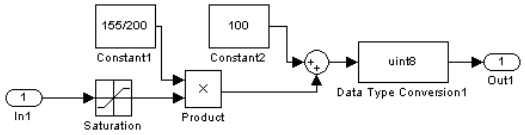
Изходният сигнал на тази подсистема се явава стойност на ъгъла на отклонение, спрямо стартовата позиция на стенда. Информацията, по-нататък се предава като отрицателна обратна връзка към система, реализирана от два паралелно свързани ПИД регулатора. Съответно това се явяват управлявашите модули за левия и десния стабилизатори. Ако приемем, че началната позиция на стенда е хоризонтлно положение на гредата, а завъртане по посока на часовниковата стрелка съответства на намаляне на ъгъла, съответно при завъртане обратно на часовниковата стрелка – увеличаване, то тогава за това намаляне ще допринася левия стабилизатор. При задание на системата „хоризонтално положение" и възникнало отместване в отрицателна посока, на входа на двата регулатора ще се сформира положителна грешка. Тъй като за компенсиране на тази грешка трябва да спомогне десния стабилизатор, неговите компоненти са настроени да работят в обратна посока т.е. за коефициента на усилване, времеконстантите на интегриране и диференциране са зададени отрицателни стойности. Границите на изходната величина за двата регулатора са от 0 до 200, което дава възможност за регулиране с точност 0,5%. Поради

особеностите на управлението на двигателите тези сигнали се мащабират допълнително в следващите модули.



Фиг. 7. Сформиране на проверка на телеграмата

Изходните сигнали от двата регулатора се подават към подсистема сформираща телеграмата, която да бъде предадена към микроконтролера. Нейната структурна схема е показана на фиг. 7. Блоковете „Reg R" и „Reg L" са еднотипни и подготвят заданията за двата двигателя. На фиг. 8 е показана блоковата им схема. Функцията „Saturation" е поставена, за да се ограничи сигнала в границите от 0 до 200. Това в случая повтаря ограничението, зададено на всеки един от регулаторите, но ако се използва друг тип управление гарантира вярността на подаваните по-нататък данни.



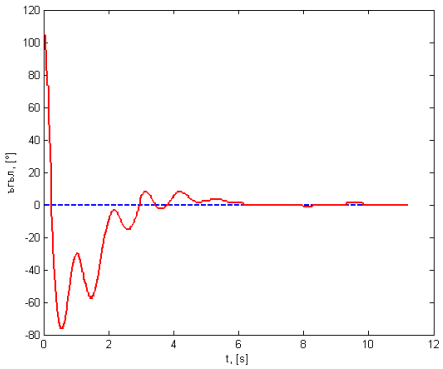
Фиг. 8. Обработка на изодните данни

Регулирането на широчинно-импулсния модулатор в микроконтролерния интерфейс се задава като стойности от 0 до 255, което съответства на запълване от 0 до 100%. За да се избегне "мъртвата зона" на двигателите се задава минимална скорост, която в системата за управление се приема за нулева. Стойността на запълване на широчинно-импулсния модулатор в този момент е 40%, което във вид на работни единици е 100. При тези обстоятелства изменението на скоростта от нулева до максимална се прави в рамките на 155 единици. Следващата операция, показана на фиг.7, е именно това мащабиране. Другата операция е прибавяне на стойността на нулевата скорост към полученото задание. Формата на изходната величина трябва да бъде единичен байт, преобразуването, на който се прави с блок "uint8".

Скоростта, с която системата може да отработи възникнала промяна в заданието, зависи предимно от скоростта на предаване на данни. В случая тази скорост е 19200 бита за секунда, което с отчитане на контролните битове съответства на 1920 байта за секунда. Честотата, с която Simulink опреснява всяка стойност се изчислява автоматично от блоковете за управление на серийната комуникация и зависи от броя на предаваните байтове. Най-дългата телеграма е с дължина 3 байта, което дава възможност на системата да работи със скорост 640 такта за секунда. Забавянето в интерфейсния модул е в порядъка 0,3 – 0,6 μs, тъй като тактовата честота на микроконтролера е 20 MHz.

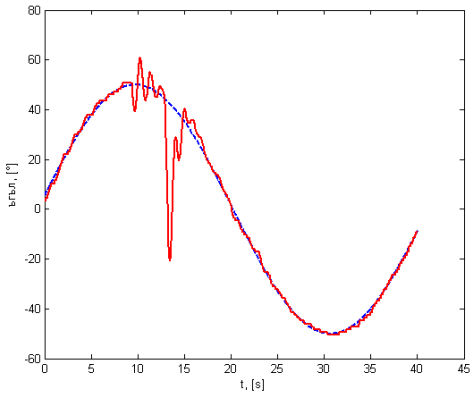
V. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

За да се провери работоспособността на системата са направени две изследвания, комбиниращи в себе си няколко смущаващи въздействия.



Фиг. 9. Установяване около фиксирано задание

На фиг.9 е показана характеристика отнасяща се до завъртане и установяване на гредата на фиксиран ъгъл. В случая зададената стойност на ъгъла е 0° и е указан на фигурата с прекъсната синя линия. Отработеният ъгъл е изобразен с плътна червена линия.



Фиг. 10. Стабилизация около динамично задание

Характеристиката от фиг. 10 представлява функция на отработения ъгъл от генерирано синосуидално задание. Смущението на характеристиката е настъпило вследствие на поставяне на тежест върху дясната част от гредата.

VI. ИЗВОДИ

Разработеният симулационен модел позволява достатъчно точно да се изследват процесите на управление на този тип летателни апарати.

Предложената система за Simulink-базирано управление позволява лесна идентификация и тестване на най-различни закони за управление (класическо, управление с размита логика и др.)

Системата би могла да бъде използвана като учебно пособие по дисциплини, засягащи теория на управлението, автоматизация на процеси, идентификация, оптимизация и редица други дисциплини, свързани с автоматично управление.

БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящите изследвания са извършени по проект НП-9 - 2010 на фонд “Научни изследвания” на ТУ-Варна.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

[1] Marconi L., A. Isidori, A. Serrani, Autonomous vertical landing on an oscillating platform: an internal-model based approach.
[2] Fan vertical take-off and landing vehicles, http://vstol.org/VSTOLWheel/Categories/F.htm
[3] V/STOL: The First Half-Century, http://www.aiaa.org/tc/vstol/augmented.html

За контакти

инж. Христо Христосков, асистент в Колеж в структурата на ТУ-Варна, ул. Студентска № 1, 520НУК. e-mail: hristo.hristoskov@gmail.com

инж. Михаил Скопчанов, главен асистент в Катедра „Автоматизация на производството” при ФИТА на ТУ-Варна, ул. Студентска № 1, 520НУК. e-mail: scopchanov@gmail.com

инж. Живко Жеков, асистент в Колеж в структурата на ТУ-Варна, ул. Студентска № 1, 211Е

инж. Елена Драганова, асистент в Катедра „Автоматизация на производството” при ФИТА на ТУ-Варна, ул. Студентска № 1, 520НУК

Рецензент: доц. д-р инж. Овид Фархи

МЕТОД ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ЦЕЛЕВИЯ ВЕКТОР ПРИ САМООБУЧЕНИЕ НА НЕВРОННИ МРЕЖИ

TARGET VECTOR ESTIMATION FOR SELF LEARNING IN NEURAL NETWORKS

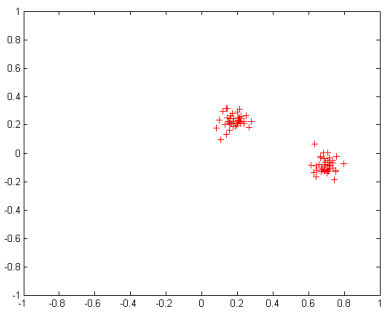
Михаил Скопчанов, Овид Фархи

Резюме: Самообучението е път към изобретяването на действително "мислещи" машини. Също така то се явява както интересен дял от областта на изкуствения интелект, така и широко поле за изследователска дейност. Усилията са насочени към достигане до правило, по което дадена интелигентна система може да прецени коректността на собствения си изход. Във връзка с това е предложен метод за автоматично определяне на целевия вектор при обучение в реално време без учител на невронна мрежа. Настоящата статия представя въпросният метод, както и резултатите, получени при експерименталното му изследване.
Ключови думи: класификация, невронни мрежи, самообучение, обучение в реално време

Abstract: Self learning is a path to design machines, which truly "think". It is out of question, that this field of research is an interesting part of the artificial intelligence and allows for broad variety of experiments to be conducted. The goal is to form a rule, by which an intelligent system could judge by itself how correct the produced output is. This paper presents a method for target vector estimation for self learning in neural networks, as well as the results of its simulation.
Keywords: classification, neural networks, real-time training, self learning

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Поджио и Шелтън („Machine Learning, Machine Vision, and the Brain", 1999) уточняват, че *обучението с учител* (или *обучение с примери*) се отнася за системи, които вместо да се програмират, биват обучавани чрез набор от примери. Последните представляват двойки входен-изходен образ (x_i, y_i). В процеса на работа подобна система евнтуално ще даде правилен отговор за входен образ, несъдържащ се в обучаващия набор.



Фиг. 1. Равнинно разпределение на входните данни на класификатора

Обучението с учител има редица предимства. Въпреки това, не винаги е удачно да се използва този подход. Някои недостатъци на натрупването на знания посредством обучение с примери са споменати от Конар („Artificial Intelligence and Soft Computing - Behavioral and Cognitive Modeling of the Human Brain", 2000). Интерес представлява случаят на обучение в реално време без учител при липса на предварително обучение.

Например, за двете групи данни от измервания, показани на фиг. 1, постъпващи последователно на входа на класификатора се поставя въпроса - възможно ли е да бъдат разделени без да е известно предварително всяко измерване към коя от двете групи спада?

Формирането на така наречените *клъстери* се прави на база на изходните „сурови" данни по известните методи за *клъстерен анализ* [2, 3 и 4]. Ковачева („Cluster Analysis", 2004) обобщава тези методи. Главен техен недостатък в разглеждания случай се явява необходимостта от наличието на всички

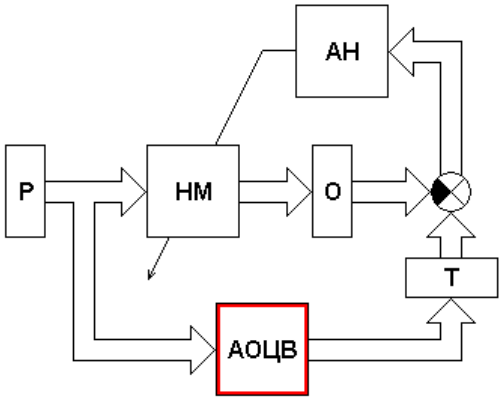
данни, преди съответния алгоритъм да бъде стартиран.

За преодоляване на тези ограничения е предложен метод за определяне на целевия вектор за обучение в реално време на невронна мрежа.

II. МЕТОД ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ЦЕЛЕВИЯ ВЕКТОР

1. Структура на класификатора

Изкуствените невронни мрежи са един от начините за създаване на класификатор [7]. Математическата основа и добре познатите свойства на изкуствените неврони са причина да бъдат избрани за разработката на система, способна да класифицира входни образи, без нуждата от предварително обучение. Структурата на системата е показана на фиг. 2.



Фиг. 2. Структурна схема на класификатор с автоматично определяне на целевия вектор

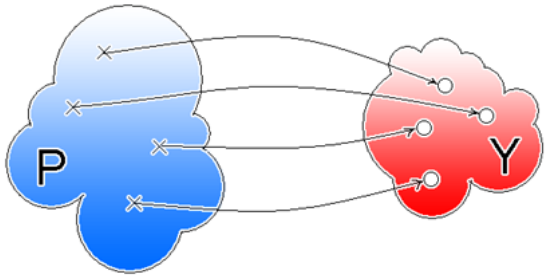
Значението на съкращенията на имената на блоковете е следното:

- НМ - Невронна мрежа;
- АН - Алгоритъм за настройка;
- АОЦВ - Алгоритъм за определяне на целевия вектор;
- P - Вектор на входните образи (признаци);
- O - Вектор на изходните образи (категории);
- T - Целеви вектор.

Новото в тази структура се явява показаният в червено блок за определяне на целевия вектор.

2. Изчисляване на целевия вектор

За всеки подаден на ретината на невронната мрежа образ същата генерира съответен изходен образ. Всеки входен образ се състои от n на брой характеристики на изследвания обект и формира точка в n-мерното евклидово пространство. На всеки входен образ съответства изходен образ, състоящ се от m изходни стойности. Изходният образ от своя страна представлява точка в m-мерното евклидово пространство. Така невронната мрежа преобразува n-мерното пространство на входните образи P в m-мерно пространство на изходните образи Y, както е показано на фиг. 3.



Фиг. 3. Преобразуване на входните образи в изходни

Интуитивно е ясно, че ако две точки са близо в P-пространството, то съответстващите им точки в Y-пространството би трябвало да са разположени също близо една до друга. Обратно, ако разстоянието между входните образи е относително голямо, отговорите на системата би трябвало да са представени от точки, намиращи се на голямо разстояние една от друга. Системи за класификация, основаващи се на този принцип са известни като *класификатори по минимално разстояние* [3, 7]. Алгоритъм за такъв вид класификация е представен в [3]. Той ползва следното уравнение при изчисляване на разстоянието:

$$d(P,e^j)=\left\|P-e^j\right\|=\sqrt{\sum_{k=1}^{n}(P_k-e_k^j)^2}\quad,\qquad(1)$$

където P е входен образ, e^j са еталони, P_k и e_k^j са компонентите на съответните вектори, а n е размерността на пространството.

Изразът (1) има смисъл само ако е дефиниран набор от еталони. Често, вместо отделни еталони се ползват набор от *клъстери*. Тогава разстоянието се изчислява съгласно (2)

$$d(P,\{a_j^i\})=\frac{1}{r}\sqrt{\sum_{j=1}^{r}\sum_{k=1}^{n}(P_k-a_k^j)^2}\quad,\qquad(2)$$

където $i=1...m$ (m - брой на клъстерите), r - брой на точките в даден клъстер, a_j^i - точките от $i^{-тия}$ клъстер.

Ако даден образ се появи на ретината, предвид липсата на предварително обучение, отговорът на системата е произволен. Последният е коректен, тъй като друг образ не се е появявал и той няма с какво да бъде сравнен. В този смисъл предлаганата система може да работи от момент $k=1$ (k е номера на стъпката). Когато се появи втори образ, отговорът отново е произволен. В общия случай двата отговора могат да бъдат грешни, съпоставени един с друг. Необходимо е правило, по което мрежата да отсъди доколко верни са отговорите ù. В случая на обучение с примери това правило се дава от „учителя". В нашия случай такъв обаче не съществува. Нека се върнем на идеята за еднаквост на разстоянията. Тогава се получава:

$$\Delta Y=\Delta P\text{,или}\left\|Y^k-Y^{k-1}\right\|=\left\|P^k-P^{k-1}\right\|,\qquad(3)$$

където P^k, Y^k и P^{k-1}, Y^{k-1} са двойките образ-отговор съответно в $k^{-тия}$ и $k-1^{-вия}$ момент.

Удовлетворяването на (3) е критерий за успешна класификация. Следователно, можем да го запишем по следния начин:

$$\left\|T-Y^{k-1}\right\|=\left\|P^k-P^{k-1}\right\|,\qquad(4)$$

където T е целевият вектор. Тогава разликата между целевия вектор и фактическия изход от системата ще даде грешката (5). Последната може да бъде използвана за настройка теглата на невроните.

$$d=T-Y^k.\qquad(5)$$

3. Алгоритъм за прилагане на метода за определяне на целевия вектор

За реализиране на предложения метод е използван следният алгоритъм:

1. Инициализиране на теглата с произволни стойности $k=1$.
2. Подаване на образ k.
2. Изчисляване на изходната реакция (P и W са матрици):

$$a=P\cdot W.\qquad(6)$$

3. Ако това е образ 1, преминаване към стъпка 13.
4. Изчисляване на разстоянието между текущия и предходния образ:

$$\Delta P=\sqrt{(p_1^k-p_1^{k-1})^2+(p_2^k-p_2^{k-1})^2}\quad.(7)$$

5. Изчисляване на разстоянието между текущата и предходната реакция:

$$\Delta Y=\sqrt{(y_1^k-y_1^{k-1})^2}.\qquad(8)$$

6. Изчисляване на грешката:

$$d=\Delta P-\Delta Y.\qquad(9)$$

7. Ако $d<threshold$ преминаване към стъпка 13.
8. Настройка на теглата [3]:

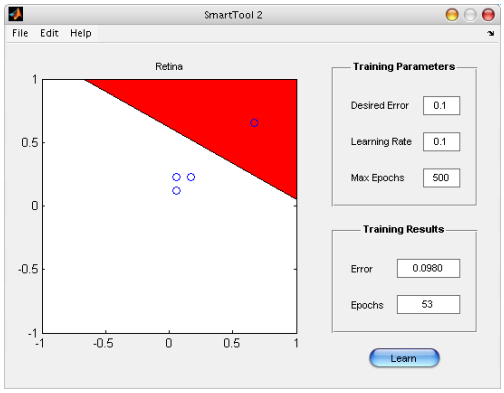
$$w_i^k=w_i^{k-1}+\eta\cdot d\cdot p_i^k,\qquad(10)$$

където η е обучаващата норма.
9. Изчисляване на новата изходна реакция съгласно (6).
10. Изчисляване на новото разстояние между реакциите съгласно (8).
11. Изчисляване на новата грешка съгласно (9).

12. Преход към стъпка 7.
13. Запазване на текущия изход.
14. $k = k + 1$.
15. Преход към стъпка 2.

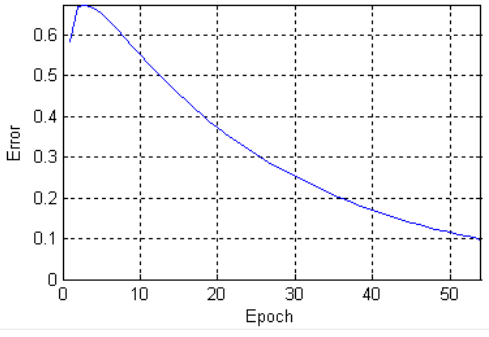
III. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РЕЗУЛТАТИ

За провеждане на експериментални изследвания на предложения метод е разработен инструментът Smart Tool 2 (фиг. 4) в среда Matlab.



Фиг.4. Инструмент за изследване на работата на предложения метод Smart Tool 2

Smart Tool 2 предлага удобен графичен потребителски интерфейс (GUI) за въвеждане на данните, началните стойности на теглата, както и параметрите на обучението – обучаваща норма, желана максимална грешка и максимален брой епохи за обучение.



Фиг. 5. Изменения на грешката в процеса на обучение

При симулация на работата на системата, в прозореца се изобразяват резултатите от обучението – достигната грешка и брой епохи. Типичният брой епохи, необходими за достигане на дадена точност, са показани на фиг. 5.

IV. ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЯ

На база на направените експериментални изследвания може да се заключи, че пълно равенство на разстоянията между входните образи и изходните реакции не е желателно, ако е необходимо запомняне на голям брой предходни образи.

Конкретният обем на буфера, в който се запомнят входните образи, формиращи предисторията, както и съотношението на паметта, отделена за "постоянните" и текущите данни, зависи от конкретното приложение на метода и е предмет на бъдещи изследвания.

БЛАГОДАРНОСТИ

Научните изследвания са проведени в рамките на проект №21 'Повишаване на научния потенциал в областта на инженерните науки и информатиката', Оперативна програма 'Развитие на човешките ресурси', 'Подкрепа за развитието на докторанти, постдокторанти, специализанти и млади учени', BG 051PO001/07/3.3-02, МОН.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] A. Konar, *Artificial Intelligence and Soft Computing - Behavioral and Cognitive Modeling of the Human Brain*, 2000
[2] A. Storkey, *Learning from Data: Nearest Neighbour Methods*, University of Edinburgh, 2004
[3] G. Gochev, *Computer Vision and Neural Networks*, Sofia, 1999
[4] S. Savchenko, *Editing Nearest Neighbour Decision Rules*, 1998
[5] Ts. Kovacheva. *Cluster Analysis*, Information Technologies and Control, vol.3, 2004
[6] T. Poggio, C. Shelton, *Machine Learning, Machine Vision, and the Brain*, Cambridge, Massachusetts, 1999
[7] W. Schmidt, *Neural Pattern Classifying Systems*, Technische Universiteit Delft, 1994

За контакти
д-р инж. Михаил Скопчанов, гл. ас. в Катедра "Автоматизация на производството" при ФИТА на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 520НУК, e-mail: scopchanov@tu-varna.bg

Рецензент: доц. д-р инж. Емил Маринов

ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ФОРМАТА НА ОБЛЪЧЕНИ С УЛТРАЗВУК ОБЕКТИ ВЪРХУ СТРЪМНОСТТА НА ПРЕДНИЯ ФРОНТ НА ЕХОТО

OBJECT'S SHAPE IMPACT ON THE ATTACK OF THE ULTRASONIC ECHO

Michael Scopchanov

Резюме: В типичните приложения на сонарите не се използва цялата информация, съдържаща се в отразения ултразвуков лъч, а самите устройства се ограничават единствено до определяне на разстоянието до дадена цел и посоката към нея. За изграждане на системи за машинно зрение е необходимо разпознаване на откритите обекти. За целта се извличат признаците на обекта, съдържащи се в отразеното ехо. В настоящата статия се предлага възможност за разширяване на набора от информативни параметри, използвани за разпознаване на обекти по техния акустичен профил, с добавяне на атаката на обвиващата на полученото ехо. Извършен е еднофакторен дисперсионен анализ на измерванията, резултатите от който потвърждават значимостта на този параметър като информативен.
Ключови думи: дисперсионен анализ, клъстеризация, машинно зрение, ултразвук

Abstract: Typically, sonars do not utilize all the information, contained in the reflected ultrasonic beam, thus limiting their application mainly to target distance measuring and ranging. A subsequent recognition stage is required for an ultrasonic machine vision system to be build. An extraction process might be applied in order to obtain a certain number of object's features from the reflected echo, which involves the use of a set of informative parameters. This article examines the possibilities for expansion of that set adding the echo's attack. A dispersion analysis of the ultrasonic data has been made, confirming the significance of the above mentioned parameter for object recognition by its acoustic profile.
Keywords: dispersion analysis, clustering, machine vision, ultrasound

I. INTRODUCTION

The ultrasonic energy reflected from the environment to a point in the acoustic space is dependent on the shape and the reflective properties of the insonificated objects [5]. That makes possible unique object's features to be extracted from the reflected echo [7, 8, 9, 13, 15], thus performing an acoustic profile based object recognition [5, 7, 14, 16, 17].

A feature extraction from the ultrasonic data is required in order to obtain a general object description [10, 11]. The recognition results are highly dependent on the choice of informative parameters. Such ones might be the *time of flight*, *envelope's amplitude*, *echo's duration*, *reflection's energy* and *frequency response*. Using two sensors the *amplitude difference* and the *time of flight difference* are added [4, 12]. Properties of the ultrasound reflections imply that the slope of the envelope's rising edge, the so called *attack*, could be used as an informative parameter as well. It is necessary to investigate the possibilities for such an expansion of the above mentioned set of informative parameters.

II. EXTRACTING THE ATTACK OF AN ULTRASONIC REFLECTION

Two types of plastic objects are examined through insonification using the experimental setup described in [3]. The parameters of the employed transdusers, T40-16, are listed in table 1.

Table 1. Parameters of T40-16

Diameter	Sensitivity	Sound pressure	Frequency
mm	*dB*	*dB*	*kHz*
16.2	-64	115	40

The shape of the reflected surface of the insonificated objects is flat and round respectively, with an area of approximately

$0.73m^2$. Both objects are examined at different angles with respect to the ultrasonic system (Fig. 1 *a*). Ten measurements are taken at each angle and the average value is calculated in order to eliminate the noise. The inhibition of the carrier frequency of $40kHz$ is done implementing a low pass filter. Figure 1 *b*) depicts the processed data from the left channel for a flat object at 0°. The reflections from both objects at different angles are calculated in similar way.

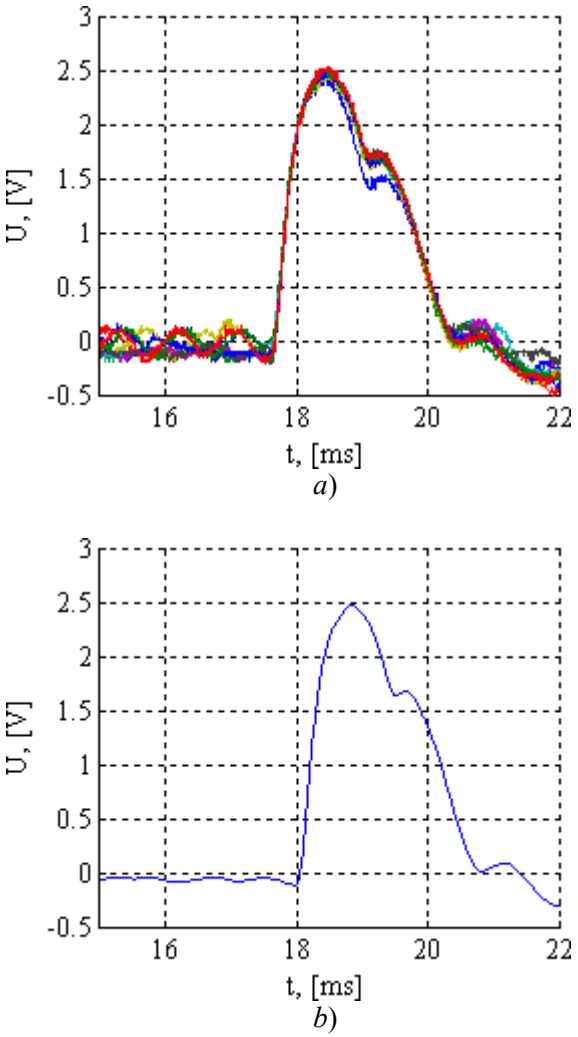


Figure 1. a) Ultrasonic measurements and b) averaged data

To estimate how fast the attack is, two thresholds - *high* and *low* [6], are used, which are specified according to the following procedure:

Once the amplitude of the reflection is found, the first point of the envelope with energy equal to 75% of its amplitude is marked. Successively, the nearest to that point local extrema from both of its sides are found (see Fig. 2) forming a range. The high and low thresholds are at levels 0.8, respectively 0.2, of that range.

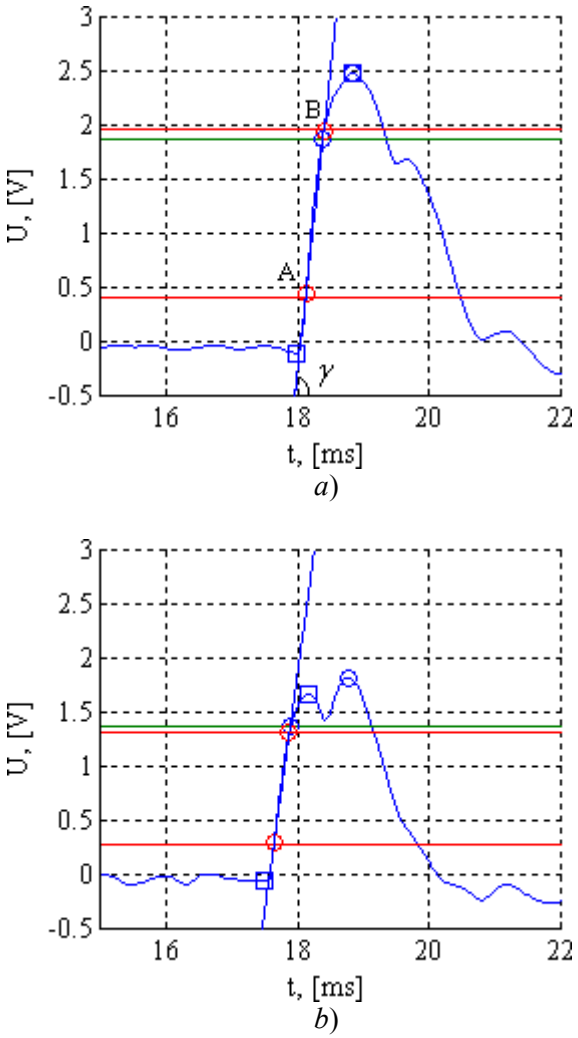


Figure 2. Estimating the slope S for a) flat and b) round objects

The slope S is calculated according to equation (1) as tangent of the angle γ between the line through points A and B and the $x-$axis (fig. 2 *a*).

$$S = tg\gamma = \frac{U_2 - U_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta U}{\Delta t}, [\frac{V}{ms}]. \qquad (1)$$

The calculated values of S for flat and round objects at different angles are shown on figure 3 *a*) and *b*) for the left and the right channels respectively.

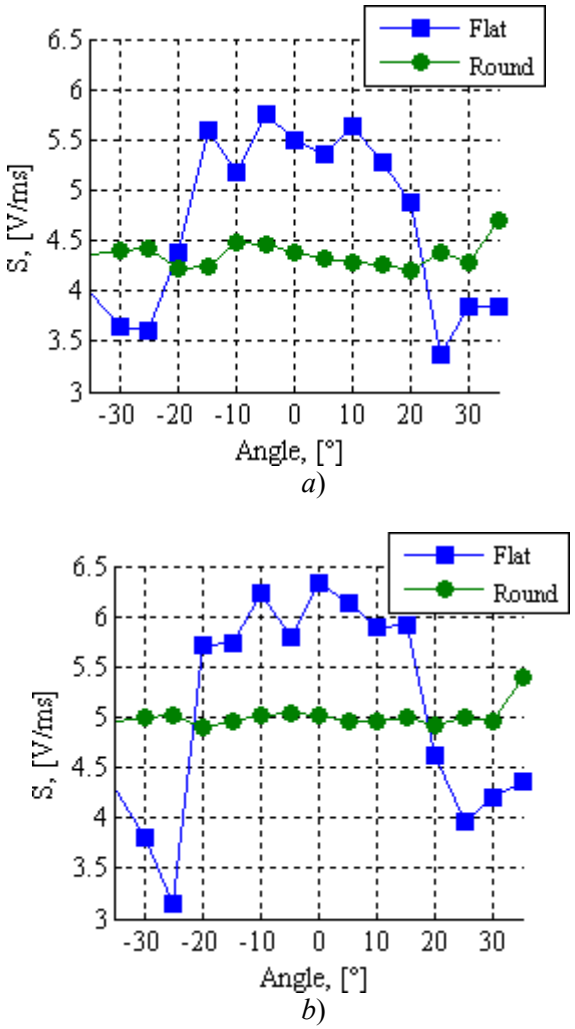


Figure 3. Calculated values of S for a) flat and b) round objects

III. DISPERSION ANALYSIS OF THE RESULTS

Considering the obtained reflections, their amplitudes, A, durations, D, and areas, Q, are estimated. Figure 4 *a*, *b*, *c* shows how these parameters change at different angles of orientation of the observed objects. Only data obtained from the left channel is presented here, since the dependencies for the right channel look much the same.

There is a noticeable similarity between the given trends which provides indication that the attack of the echo could be used for object recognition as well. It is suitable to perform a one-factor dispersion analysis of the results in order to give a proof to that statement.

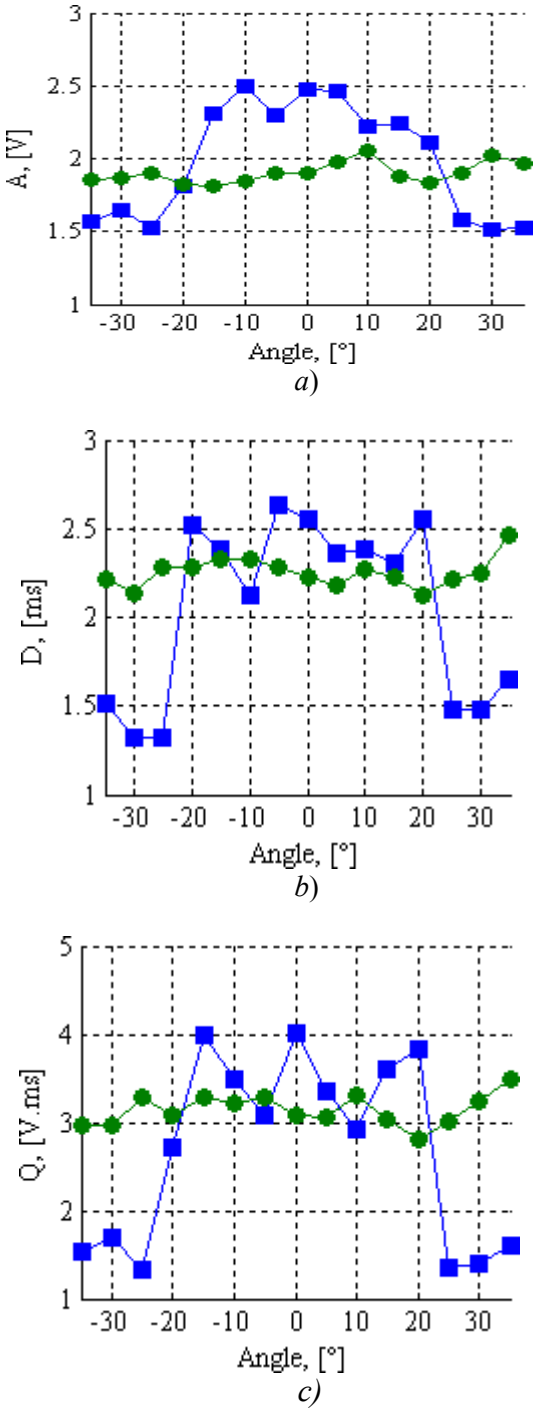


Figure 4. Calculated values of the parameters A, D and Q, used for object recognition

The shape of the objects serves as factor with two levels ($k = 2$) - *flat* and *round*. For each level of the factor the number of experiments is between 3 and 15. According to [1], the dispersion relations F are calculated (2) and then compared to the Fisher's distribution at level of significance $\alpha = 0.05$.

$$F = \frac{S_1^2}{S_\varepsilon^2}, \qquad (2)$$

where S_1^2 estimates the influence of the factor, and S_ε^2 - the influence of the error.

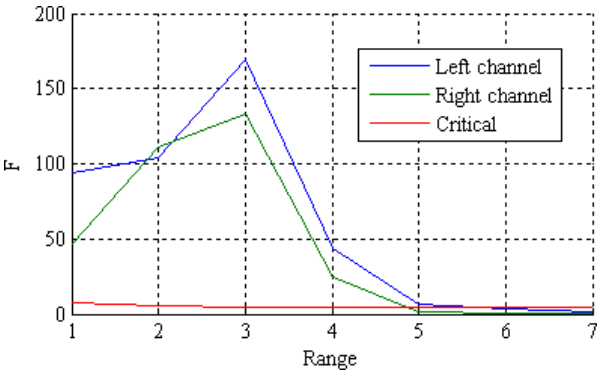


Figure 5. Fisher's distribution for every set of angles

Table 2. Angle variations for each specific range

#	Range, [°]	n
1	$-5 \div 5$	3
2	$-10 \div 10$	5
3	$-15 \div 15$	7
4	$-20 \div 20$	9
5	$-25 \div 25$	11
6	$-30 \div 30$	13
7	$-35 \div 35$	15

Figure 5 shows how F changes when a different range of angles is used. Table 2 lists the range numbers and their correspondent set of angles as well as the number of the experiments. The expression $F > F_{critical}$ shows whether the factor has a significant impact on the results or not. As clearly seen on figure 5, the expression is true for both channels for a ranges up to 4 (-20° to $+20^\circ$). At higher angles the impact of the factor is insignificant.

IV. DATA CLUSTERING

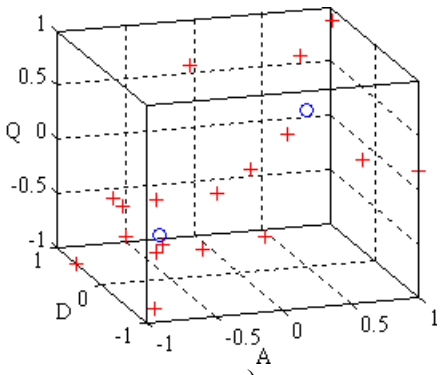
Since the dispersion analysis proved that the attack of the echo could be used for object recognition it is now necessary to check how the data is being grouped using that parameter. To correctly compare the results, measured data has to be normalized within the limits of $-1 \div +1$, which is done according to equation (3).

$$X_n = \frac{2}{X_{\max} - X_{\min}} \cdot X - \left(\frac{2X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} + 1\right), \qquad (3)$$

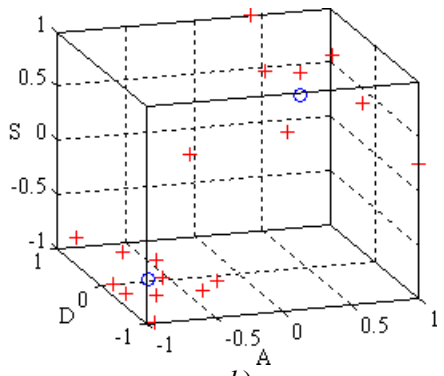
where $X_{\max}$ and $X_{\min}$ are the maximum and minimum values of the converted parameter respectively.

Figure 6 *a*) depicts the normalized data from the left channel for the conventional informative parameters - A, D and Q. The combinations with the proposed parameter S - ADS, ASQ and SDQ, are shown on figure 6 *b*), *c*) and *d*). Positions of the cluster centers are calculated according to the procedure, described in [2] and marked with circles on the drawings. The results for the right channel are similar therefore they are not presented in this article

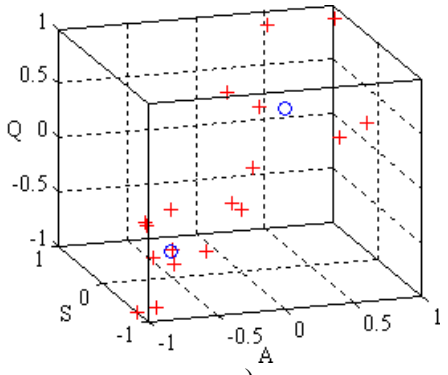
Figure 6 shows that using the attack of the echo as informative parameter provides better data grouping in the three dimensional space.



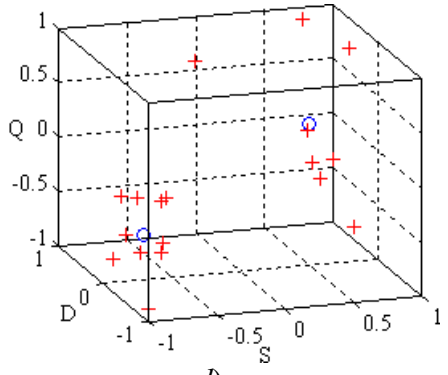
a)



b)



c)



d)

Figure 6. Spatial distribution of the points in different combination of the parameters A, D, S, Q

To correctly estimate the quality of clusterisation, the index J has to be calculated according to equation (3) [2],

$$J = \sum_{j=1}^{2} \sum_{a \in K_j} \left\| a - Z_j \right\|^2 . \qquad (3)$$

The relative error can be calculated as a relation between the correct classified patterns p and the entire number of patterns P (4).

$$\varepsilon = (1 - \frac{p}{P}) \cdot 100, [\%] , \qquad (4)$$

Table 3. Quality of clusterisation

	ADQ		ADS	
	L	R	L	R
J	7	3.69	6.08	3.69
N	3	3	3	4
ε , %	11	0	11	0
	ASQ		SDQ	
	L	R	L	R
J	2.66	2.61	5.54	2.52
N	2	4	2	4
ε , %	11	0	11	6

Table 3 lists the calculated values of J and ε, along with the number of iterations, necessary for estimation of the cluster centers positions. It is obvious that using the attack of the echo leads to better or at least similar recognition results. Furthermore, that proves the possibility for expansion of the informative parameters set.

V. CONCLUSION

The analysis of the ultrasonic measurements confirms the impact of the reflective surface's shape on the attack of the echo. This allows expansion of the set of informative parameters, which leads to more clustered data and possible improvement of the recognition results. Possible guideline for future work is combining the parameters of the ultrasonic reflections with parameters, obtained from a different kind of measurements, e.g. laser and image acquisition. These could form a set of patterns, fed as an input vector to a neural network. The network on the other hand could be utilized as a classifier in an object recognition stage.

ACKNOWLEDGEMENTS

Project #21 "Improvement of research potential in the area of engineering and IT", part of the program "Development of human resources", Ministry of Education, Bulgaria

REFERENCES

[1] Вучков И., Ст. Стоянов, "Математическо моделиране и оптимизация на технологични обекти", ДИ "Техника", София, 1986г.

[2] Гочев Г., "Компютърно зрение и невронни мрежи", София, 1998г.

[3] Фархи. О., М. Скопчанов, "Относно разработка и експериментално изследване на системи за ултразвуково зрение", УИ ВСУ "Черноризец Храбър", Варна, 2004

[4] Barat C., E. Colle, N. Oufroukh, "Toward a Versatile Ultrasonic Sensor", International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, IEEE, 2001

[5] Caselli S., I. Sillitoe, A. Visioli, F. Zanichelli, "Object Classification for Robot Manipulation Tasks Based on Learning of Ultrasonic Echoes",

International Conference on Intelligent Robots and Systems, IEEE, 1996
[6] De Poli G, L. Mion, "Algorithms for Sound and Music Computing", 2006
[7] Ecemis M., P. Gaudiano, "Object Recognition with Ultrasonic Sensors", International Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automation, IEEE, 1999
[8] Harper N., P. McKerrow, "Recognising Plants with Ultrasonic Sensing for Mobile Robot Navigation", IEEE Transactions on Robotics and Autonomous Systems, vol. 34, No. 2, February 2001
[9] Martinsson P., J. Carlson, "Investigating the Feasibility of Using Principal Component Analysis for Ultrasonic Classification of Gas Mixtures", IEEE Ultrasonics Symposium, 2003
[10] McKerrow P., N. Harper, "Plant Acoustic Density Profile Model of CTFM Ultrasonic Sensing", IEEE Sensors Journal, vol. 1, No. 4, December 2001
[11] McKerrow P., S. Volk, "A Systems Approach to Data Fusion", First Australian Data Fusion Symposium, IEEE, 1996
[12] Oufroukh N., C. Barat, E. Colle, "Ultrasonic Multi-Transducer Processing for Pattern Recognition", IEEE Proceedings on Sensors, 2002
[13] Sillitoe I., A. Visioli, F. Zanichelli, S. Caselli, "Experiments in the Piece-wise Linear Approximation of Ultrasonic Echoes for Object Recognition in Manipulation Tasks", International Conference on Robotics and Automation, IEEE, 1996
[14] Shamdasani V., R. Managuli, S. Sikdar, Y. Kim, "Ultrasound Color-Flow Imaging on a Programable System", IEEE Transactions on Informational Technology in Biomedicine, vol. 8, No. 2, June 2004
[15] Sobral L., G. Lindstedt, R. Johansson, G. Olsson, "Ultrasonic Detection in Robotic Environments", International Conference on Robotics and Automation, IEEE, 1996
[16] Stanley B., P. McKerrow, "Measuring Range and Bearing with a Binaural Ultrasonic Sensor", International Conference on Intelligent Robots and Systems, IEEE, 1997
[17] Streilein W., P. Gaudiano, G. Carpenter, "A Neural Network for Object Recognition through Sonar on a Mobile Robot", IEEE/ISIC/CIRA/ISAS Joint Conference, 1998

Contacts

Michael Scopchanov, Department of Automation, Technical University of Varna
e-mail: scopchanov@tu-varna.bg

Reviewed by: prof. eng. Oved Farhi PhD

ИЗОБРАЗЯВАНЕ НА ПОТОК ОТ ВИДЕО ДАННИ В ПОТРЕБИТЕЛСКИ ПРОЗОРЕЦ В СРЕДА MATLAB

PREVIEW OF A VIDEO STREAM IN USER WINDOW UNDER MATLAB

Михаил Скопчанов, Елена Драганова

Резюме: За автоматизиране на обработката на изображения от видеокамера за целите на роботиката, е необходимо използване на програмен продукт, способен да обработи и съхрани постъпващия поток от видео данни. Средата за инженерни изчисления MATLAB предоставя такава възможност чрез своя Image Acquisition Toolbox. В настоящата статия се разглежда изобразяването и обработката на поток от видеоданни в потребителско приложение на MATLAB. Проследено е създаването на графичния потребителски интерфейс и програмирането на съответната му функционалност.
Ключови думи: видео, графичен потребителски интерфейс, MATLAB, машинно зрение, мобилни роботи

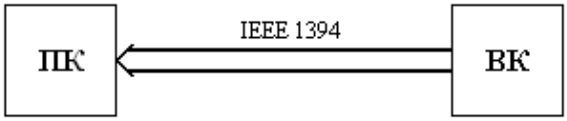
Abstract: In order to automate the image processing in robotics it's necessary to use a software product, capable of acquiring, processing and storing the input video stream. MATLAB offers such functionality via its integrated Image Acquisition Toolbox. This paper presents a way for previewing and processing a video stream in a user application under MATLAB. The process of creating the graphical user interface is shown, as well as the actual programming of its functions.
Keywords: video, graphical user interface, MATLAB, machine vision, mobile robots

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Машинното зрение може да се разглежда като съвкупност от един или повече методи за възприятие на околната среда, съчетани с алгоритми за извличане на полезна информация от постъпилите данни. Процесът на възприятие се осъществява от система за сбор на данни, използваща различни по естество датчици. Несъмнено най-голямо количество информация за обкръжението се получава от видеоизображения. В редица приложения мобилните роботи са снабдени с видеокамера, но данните от нея не се обработват от машина, а се възприемат от оператор, който е отговорен за вземането на решения. За създаване на интелигентни мобилни роботи, интерес представлява отсъствието на оператора. Това налага необходимостта от средства за обработка на постъпващия поток от видео данни. Такова средство се явява средата за инженерни изчисления MATLAB чрез своя Image Acquisition Toolbox.

II. ОПИТНА ПОСТАНОВКА

Представянето на възможността за добавяне на поток от видеоданни към потребителски прозорец в MATLAB е направено с помощта на показаната на фиг. 1 опитна постановка. Използвана е видеокамера (**ВК**) Sony DCR-TRV285E, свързана чрез интерфейс IEEE 1394 към персонален компютър (**ПК**), работещ под управлението на операционна система Windows XP.



Фиг. 1. Свързване на видеокамера към персонален компютър

Използваната версия на MATLAB е 7.3, а на Image Acquisition Toolbox – 2.0. Приема се, че драйверите за операционната система са предварително инсталирани и работоспособността на видеокамерата е проверена чрез

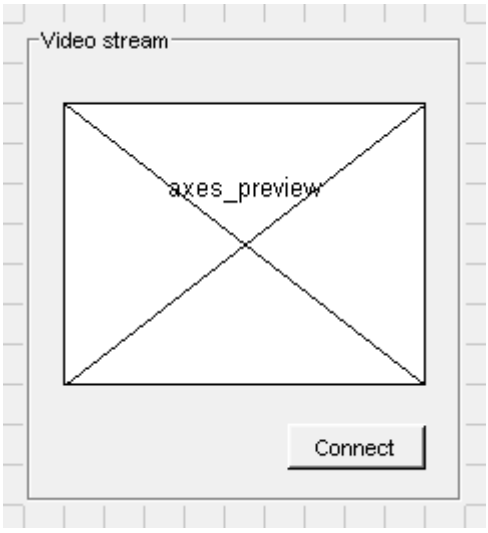
предоставеното от производителя ù приложно програмно осигуряване.

Разгледаните по-нататък в статията програмни фрагменти с малки модификации могат да се използват и с друга апаратна част, например уебкамера, свързана към USB порт на компютъра.

III. ВГРАЖДАНЕ НА ВИДЕО В ПРОЗОРЕЦ НА ПРИЛОЖЕНИЕ В MATLAB

1. Създаване на графичен потребителски интерфейс

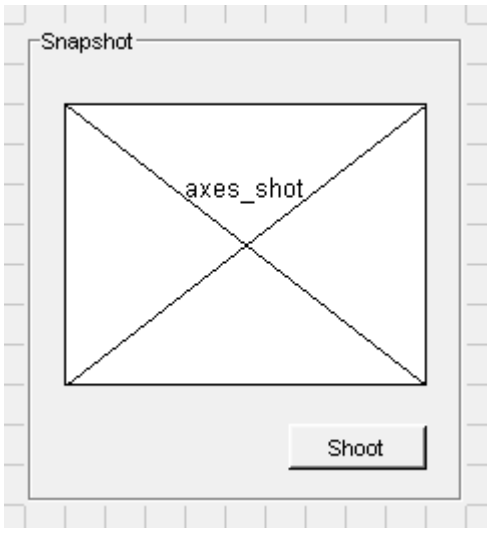
За създаване на приложението първоначално се стартира редактора на графичен потребителски интерфейс GUIDE. При размер на мрежата 20 пиксела се създава работно поле с ширина 25 деления и височина 14. В лявата част на това поле, използвайки лентата с инструменти, се изчертава панел (*Panel*), графика (*Axes*) и бутон (*Push Button*), както е показано на фигура 2.



Фиг. 2. Поле за изобразяване на потока от видеоданни

Чрез редактора на свойства (*Property Inspector*) за съответния елемент, се задава име на панела *Video stream*, а на бутона – *Connect*. Таговете на графиката и бутона се променят съответно на *axes_preview* и *button_connect*. Първоначалното изчертаване на графиката трябва да бъде забранено (*Enable: Off*). Този панел, след добавяне на подходяща функционалност по програмен път, ще служи за връзка с видеокамерата и изобразяване в реално време на графичните данни, постъпващи от нея.

По подобен начин се добавя панел, графика и бутон в дясната част на работното поле, както е показано на фиг.3.



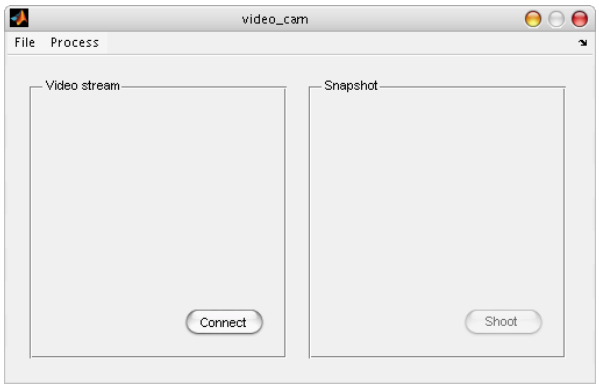
Фиг. 3. Поле за изобразяване на заснетото изображение

Задава се име на панела *Snapshot*, а на бутона – *Shoot*. На таговете на графиката и бутона се присвояват имена съответно *axes_shot* и *button_shoot*. Бутонът трябва да бъде неактивен, а графиката не трябва да бъде изчертавана първоначално (*Enable: Off*). Така, направеният панел ще дава възможност на потребителя да заснима текущото състояние на сцената.

В редактора на менюта (*Menu Editor*) се създават две падащи менюта (*Menu*) с имена *File* и *Process*. Към всяко от тях се добавя по един елемент (*Menu Item*), съответно *Save* и *Invert*, с тагове *menu_save* и *menu_invert*. Двата елемента трябва да са неактивни (*Enable: Off*). Предназначението на създаденото меню е да позволява съхраняване и обработка на заснетото изображение.

За стартиране на приложението се използва команда *Run*, при което MATLAB ще изиска първоначално съхраняване на фигурата. Нека името на

файла бъде *video_cam* (разширението *fig* се добавя автоматично). Прозорецът следва да изглежда по начин, подобен на показания на фиг. 4.



Фиг. 4. Общ вид на графичния потребителски интерфейс

Дотук бе създаден графичният потребителски интерфейс. Следващият етап е програмно задаване на функционалността му.

2. Програмиране на функционалността на GUI

Първоначално ще бъде разгледан панел *Video stream*. Бутон *Connect* изпълнява две функции - *Connect* или *Disconnect*, в зависимост от текущото си състояние. Изборът на функция се осъществява посредством *switch - case* структура, както следва:

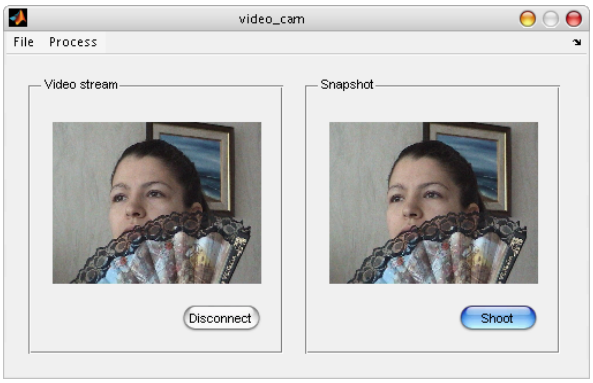
```
% Прочитане състоянието на бутона
(Connect/Disconnect)
switch get(hObject, 'String')

    % Ако текущото състояние е "Connect"...
    case 'Connect'

        % Деактивиране на бутона с цел
избягване на повторното му натискане, преди да
е приключило изпълнението на текущата операция

        set(hObject, 'Enable', 'Off');

                % Извършване на необходимите
операции за Connect
                .....

        % Смяна на етикета и повторно
активиране на бутона
        set(hObject, 'String', 'Disconnect');
        set(hObject, 'Enable', 'On');

        % Създадена е връзка с видеокамерата и
е възможно правенето на снимка. За целта се
активира бутон Shoot
        set(handles.button_shoot, 'Enable',
'On');

    % Ако текущото състояние е "Disconnect"...
    case 'Disconnect'

        % Деактивиране на бутона с цел
избягване на повторното му натискане, преди да
е приключило изпълнението на текущата операция
        set(hObject, 'Enable', 'Off');

                % Извършване на необходимите
операции за Disconnect
                .....

        % Смяна на етикета и повторно
активиране на бутон Connect. Деактивиране на
бутон Shoot
        set(hObject, 'String', 'Connect');
        set(hObject, 'Enable', 'On');
        set(handles.button_shoot, 'Enable',
'Off');
end

% Актуализиране на структурата с използваните
променливи
guidata(hObject, handles);
```

При изпълнение на функция *Connect* се създава обект от тип "видео вход" и се стартира изобразяването на потока от видеоданни. Това се реализира от следния програмен фрагмент:

```
% Създаване на видео обект
handles.vid = videoinput('winvideo');

% Определяне параметрите на данновия поток
vidRes = get(handles.vid, 'VideoResolution');
nBands = get(handles.vid, 'NumberOfBands');

% Създаване на графично поле с необходимите
размери
axes(handles.axes_preview);
hImage = image(zeros(vidRes(2), vidRes(1),
nBands) );

% Изобразяване на видео данните
preview(handles.vid, hImage);
```

Функция *Disconnect* служи за прекратяване на връзката с видеокамерата и изтриване на създадените променливи. Използва се следната последователност от команди:

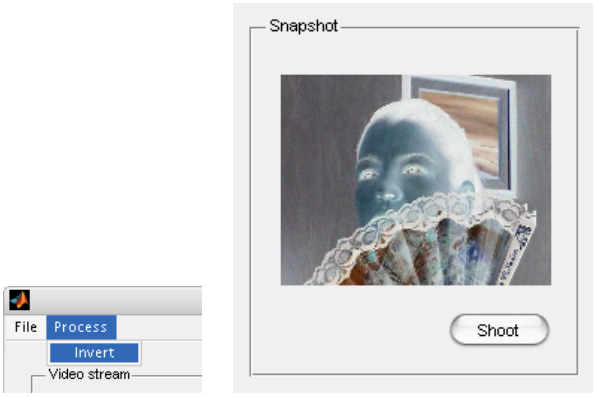
```
% Спиране на прегледа
closepreview(handles.vid);

% Изтриване на видео обекта
delete(handles.vid);

% Изчистване на графичното поле и изтриване на
променливата vid
cla(handles.axes_preview);
clear handles.vid;
```



Фиг. 5. Работа на разработеното в MATLAB приложение

В панела *Snapshot* се показва заснетото изображение (фиг.5). Функционалността на бутон *Shoot* се реализира от показания по-долу програмен фрагмент:

```
% Съхраняване на текущия кадър в променливата
frame_snapshot
handles.frame_snapshot =
getsnapshot(handles.vid);

% Избор на графично поле и изчертаване на
изображението
axes(handles.axes_shot);
imagesc(handles.frame_snapshot);
axis off;

% Разрешаване на обработката и записа на
изображението
set(handles.menu_invert, 'Enable', 'On');
set(handles.menu_save, 'Enable', 'On');

% Актуализиране на структурата с използваните
променливи
guidata(hObject, handles);
```



а) б)

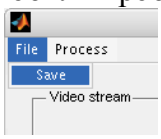
Фиг. 6. Обработка на заснетото изображение

Несложна обработка на заснетото изображение е реализирана чрез функция *Invert* – фиг. 6 *а*) и *б*). За по-сложни обработки могат да се използват предоставените в Image Processing Toolbox функции, както и да се създадат нови, специфични за конкретното приложение.

Негативът на изображението се изчертава непосредствено в полето на снимката, като самото инвертиране се реализира програмно по следния начин:

```
% Инвертиране на всички стойности на
изображението
handles.frame_snapshot = 255 -
handles.frame_snapshot;

% Избор на графично поле и изчертаване на
изображението
axes(handles.axes_shot);
imagesc(handles.frame_snapshot);
axis off;

% Актуализиране на структурата с използваните
променливи
guidata(hObject, handles);
```

Вместо натискане на бутон, за заснимането на изображението и стартирането на неговата обработка могат да се използват събития, например *изтекло време на таймер*, при което процесът става автоматичен и отпада нуждата от наличие на човек – оператор. Тази особеност е от голямо значение за изграждането на интелигентна система за управление на мобилни роботи.



Фиг. 7. Команда в менюто за съхраняване на обработеното изображение

Фиг. 8. Съдържание на записания графичен файл

Чрез команда *Save* се предлага възможност за съхраняване на изображението (фиг. 7). Програмно това се извършва с помощта на следната функция:

```
imwrite(handles.frame_snapshot,
'snapshot.bmp'),
```

При изпълнението на този програмен код графичната информация се записва на твърдия диск в *bitmap* файл с име *snapshot* (фиг. 8).

IV. ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Средата за инженерни изчисления MATLAB чрез вградените в нея Image Acquisition Toolbox и Image Processing Toolbox предлага удобен начин за визуализация, обработка и съхраняване на изображения, постъпващи от видеокамера, като същевременно могат да се използват стандартните ù функции и език за програмиране, добили известност сред научната общност. По тази причина е удачно използването ù за разработка на алгоритми за машинно зрение в роботиката и в частност мобилните роботи.

БЛАГОДАРНОСТИ

Научните изследвания, предмет на настоящата статия, са проведени в рамките на проект №21 ‘Повишаване на научния потенциал в областта на инженерните науки и информатиката’, Оперативна програма ‘Развитие на човешките ресурси’, ‘Подкрепа за развитието на докторанти, постдокторанти, специализанти и млади учени’, BG 051PO001/07/3.3-02, МОН.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Гочев Г., *Компютърно зрение и невронни мрежи*, София, 1998г.
[2] Ferrary R.J., H. Zhang, C.R. Cube, *Real-time Detection of Stream in Video Images*, Pattern Recognition, 2006
[3] *Matlab R2006b User’s guide – Image Acquisition Toolbox*, Mathworks Inc., 2006
[4] Poggio T., C. Shelton, *Machine Learning, Machine Vision, and the Brain*, Cambridge, Massachusetts, 1999
[5] http://www.mathworks.com

За контакти
д-р инж. Михаил Скопчанов, гл. ас. в Катедра ”Автоматизация на производството” при ФИТА на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 520НУК, e-mail: scopchanov@tu-varna.bg

Рецензент: доц. д-р инж. Овид Фархи

ИЗСЛЕДВАНЕ ДИНАМИЧНАТА РАБОТА НА ИЗТОЧНИЦИТЕ НА ТОК ПРИ ИЗМЕРВАНЕ ПРОВОДИМОСТ НА ТЕЧНОСТИ

RESERCH OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE CURRENT SOURCES USED FOR MEASURING OF THE CONDUCTIVITY OF LIQUIDS.

Николай Недев

Резюме: Изследвана е динамичната работа на източници на ток при измерване проводимост на течностите. Описан е принципът на работа на изследваните схеми и са представени честотно-времевите им параметри. Приведени са експериментални резултати и е направено съпоставяне на метрологичните характеристики на източниците на ток, с помощта на графики и таблици.
Ключови думи: динамична работа на източник на ток, източници на ток, проводимост на течности, честотно-времеви параметри.

Abstract: In this article I studied the dynamic characteristics of the current sources used in measuring of conductivity of liquids. The operating principle is given for each of the described schematics, followed by a experimental results, as well as the time-frequency domain characteristics. The results are given in various charts and graphs.
Keywords: dynamic characteristics of the current sources, current sources, conduction of liquids, frequency-time domain parameters.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

В [1] е представен метод с честотна модулация за кондуктометрия, при който сигналът от опорните източници се превключва от управляваща схема последователно към товара, с помощта на аналогов ключ.

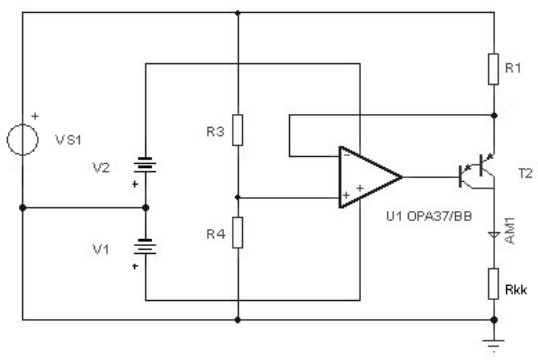
При изследването на честотно-времевите параметри на източниците на ток, използвани при измерване проводимост на течности, интерес представляват процесите на нарастване и спадане на тока приложен към заземен товар, променящ се в границите от 10 ома до 10000 ома (отговарящ на диапазона от 100mS/cm до 0,1mS/cm, за константа на кондуктометричната клетка K=1) с честота на превключване на източниците на ток към товара от 1kHz до 10kHz (работен честотен диапазон на кондуктометричния преобразувател) и изходен ток приблизително 500 uA (съобразен със захранващото напрежение на ОУ и товарното съпротивление **Error! Reference source not found.**).

II. АНАЛИЗ

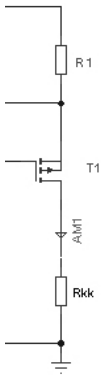
На Фиг. 1 са представени източници на ток [2, 3, 4, 5, 6] реализирани с помощта ОУ и транзистор. За изходния ток на схемата от Фиг. 1 а), използвайки транзистор с висок коефициент на усилване по ток, ОУ с малък входен поляризационен ток $I_{IB} \approx 0$ и малко входното напрежение на несиметрия, може да се запише уравнението :

$$I_T = \frac{U_{VS1} - R_4.U_{V3}/R_3 + R_4}{R_1} = \frac{U_{V3}.R_3}{R_1(R_3 + R_4)}.$$

Същото е валидно и за схемата показана на Фиг. 1 б).



а)

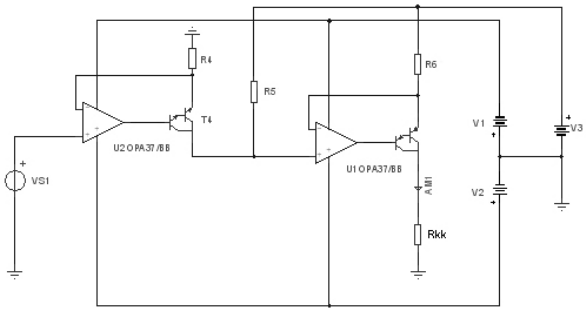


б)

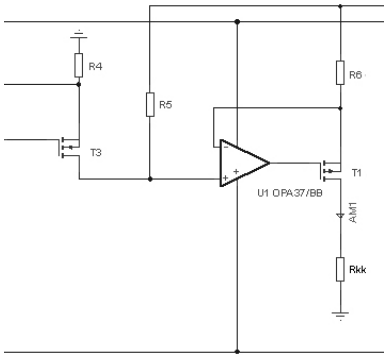
Фиг. 1. Източник на ток с ОУ и транзистор.

На Фиг. 2 са представени източници на ток [2, 3, 4, 5, 6] реализирани с помощта на два ОУ, при които товарът и опорният източник имат обща маса. Използвайки транзистор с висок коефициент на усилване по ток, ОУ с малък входен поляризационен ток $I_{IB} \approx 0$ и малко входното напрежение на несиметрия, за изходния ток на схемата от Фиг. 2 а) може да се запише уравнението: $I_T = \frac{U_{VS1}.R_5}{R_4.R_6}$.

Същото е валидно и за схемата показана на Фиг. 2 б).



а)



б)

Фиг. 2. Източник на ток с два ОУ и транзистори.

Недостатък на схемата от Фиг. 1 а*)* е, че входното напрежение VS1 се ограничава отдолу от минималното напрежение U_{CE}, необходимо на транзистора да работи в линеен режим, отстранен в схемата представена на Фиг. 2 а).

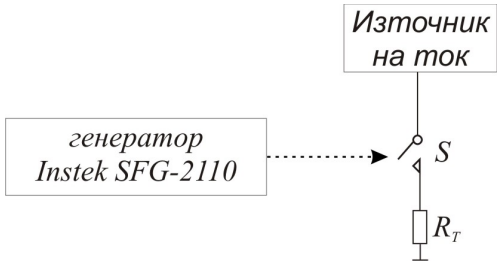
Недостатък на схемите показани на Фиг. 1 а), 2 а) е възникването на мултипликативна [2] и температурна грешка, в зависимост от стойността на коефициента на усилване по ток, отстранен в схемите Фиг. 1 б), 2 б*)*, с използването на полеви транзистор.

В експерименталната част се изследват честотно-времевите параметри на представените схемни решения на източници на ток, като се обърне внимание на времето за установяване на тока (от старта до достигането на

зададения ток), реакцията при промяна на честота на превключване на източника на ток към товара и промяна на товарното съпротивление.

Експериментални резултати.

Проведени са при следните условия: токът се превключва към товара по схемата от Фиг. 3; температура на околната среда $23^{O}C$; използван е амперметър (мултицет) GDM-8246; декада с възможност за задаване на съпротивление 1 ом, с помощта на която се задава товарното съпротивление R_T; генератор Instek SFG-2110 и осцилоскоп HAMEG HM2008. Част от данните са с 0-нулева стойност поради невъзможността да се измерят по-точно показанията. При използването на Δ се има предвид изменението на величината от минималната до максималната стойност на входното въздействие.



S е интегрален аналогов ключ тип: ADG453BRUZ (LC^2MOS 5Ω R_{ON} SPST Switches)

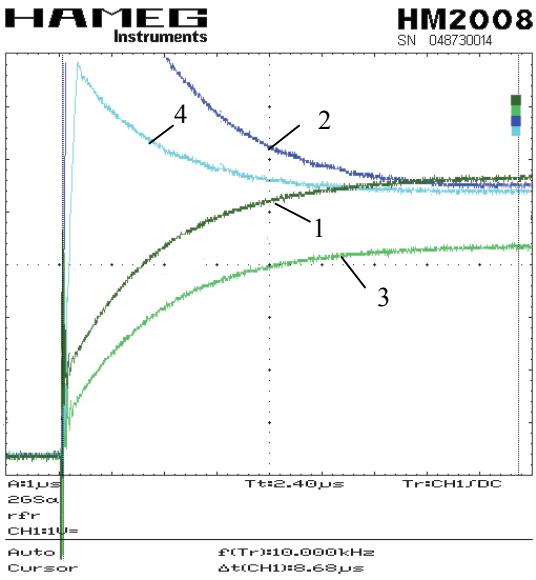
Фиг. 3. Схема на превключване на тока към товара.

С ■ (1) са представени резултатите за схемата представена на Фиг. 1 *а); с ■ (2) за* Фиг. 1 *б); с ■ (3) за* Фиг. 2 *а) и с ■ (4) за* Фиг. 2 *б).*

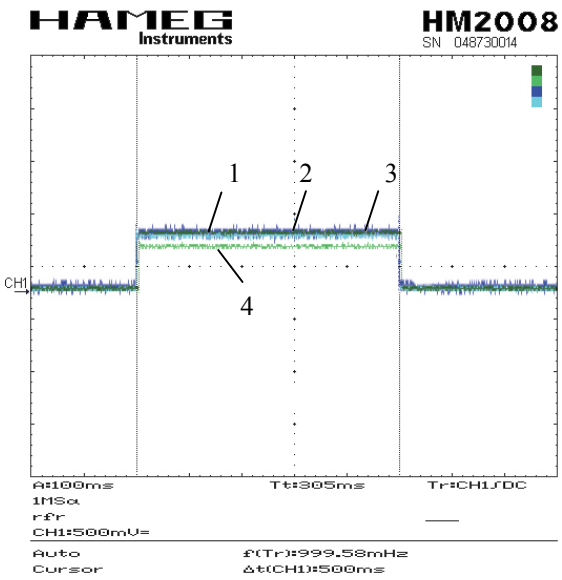
Табл. 1. Изменение на изходния ток, при промяна товарното съпротивление.

I \ Схема	■ (1) mA	■ (2) mA
I	0.5404	0.5101
ΔI (от 10 ома до 10000 ома)	0.0002	0
I \ Схема	■ (3) mA	■ (4) mA
I	0.4049	0.5069
ΔI (от 10 ома до 10000 ома)	0	0

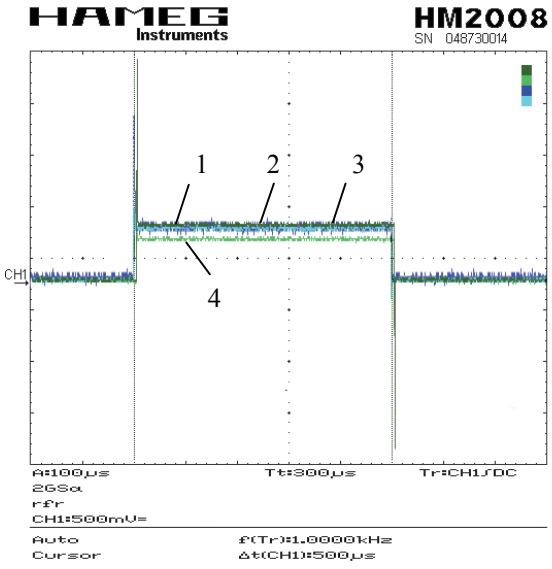
На първи ред в таблицата е представен изходният ток за разглежданите схеми; на втори ред - изменението на тока за разглежданите схеми, при промяна на товара от 10 ома до 10000 ома.



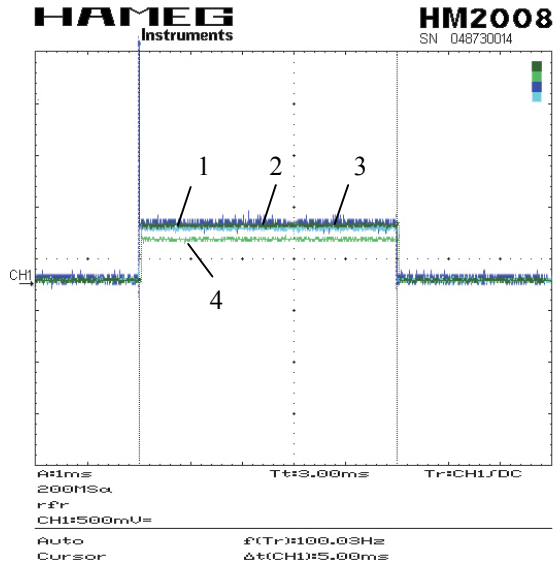
Фиг. 4. Време за установяване.



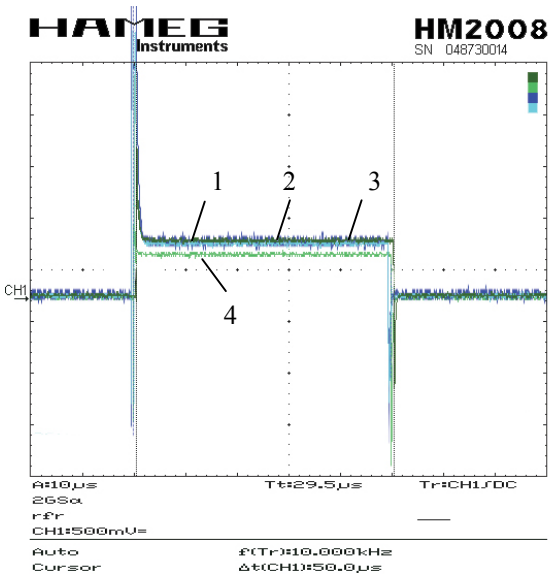
Фиг. 5 Изходен ток при честота 1Hz и товар 1000 ома.



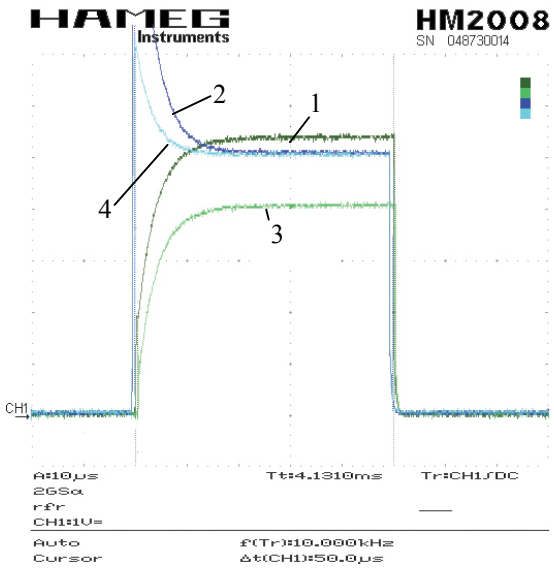
Фиг. 7. Изходен ток при честота 1000Hz и товар 1000 ома.



Фиг. 6. Изходен ток при честота 100Hz и товар 1000 ома.



Фиг. 8. Изходен ток при честота 10кHz и товар 1000 ома



Фиг. 9. Изходен ток на схемите при работа с честоти 10кHz и товар 10000ома.

От експерименталните резултати представени на
Фиг. 4 (при честота на превключване на източника на ток 10000Hz и товар 10000 ома) се вижда, че при превключване на тока към товара се забелязва завалване (при схемите с биполярни транзистори) или нарастване (при схемите с полеви транзистори) на предния фронт на импулса, известно като време на установяване на сигнала, което е около 8us. Времето на установяване на сигнала е с постоянна стойност за честота на превключване на ток към товара от 1kHz до 10kHz.

От резултатите представени на Фиг. 5, 6, 7, 8 се вижда, че при товарно съпротивление *1000 ома* и промяна на честотата от 1kHz до 10kHz, с нарастването на честотата, нараства и пикът на предния фронт на импулса за схемите от Фиг. 1 б) и Фиг. 2 б), реализирани с полеви транзистори.

III. ИЗВОДИ

От представените експериментални резултати за изследваните източници на ток може да се каже, че имат:
възможност за превключване на ток към товара с честота от 1kHz до 10kHz; време за установяване на сигнала (до максималната си стойност) 8us; висока стабилност на тока при широк диапазон на изменение на товарното съпротивление от 10 ома до 10000 ома (*Табл. 1*).

Съществен недостатък за схемите реализирани с полеви транзистори (схемите от Фиг. 1 б и Фиг. 2 б) е пикът на предния фронт на импулса, при началното установяване на тока от 0 до зададената стойност.

Всичко дотук може да се обобщи по следния начин: Подходящи за използване са схемите с биполярни транзистори от Фиг. 1 а) и Фиг. 2 а), удовлетворяващи всички изисквания към опорния източник на ток за преобразуването на проводимостта на течността, за метода представен в [1]. Схемата от Фиг. 2 а) дава допълнителна функционалност, свързана с възможността да се регулира изходният ток по стойност, с помощта на входното напрежение VS1, като последното е от особено значение при кондуктометричните измервания, представени в [1].

В експерименталната постановка са използвани резистори с точност 1% ТК50, ОУ от типа OPA37 за симулациите и AD8510 за експериментите, транзистори SSM6L16FE(TE85L,F) – MOSFET и BC847BPN – биполярен, захранващо напрежение $V_1 = V_2 = +18V$ и $V_3 = +12V$ и опорно напрежение VS1.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Гигов, Х.И., Недев, Н.Б., „Инвариантен метод с честотна модулация за кондуктометрия", статия публикувана в „Годишник на ТУ – Варна" страница 824-831, Варна, 2003.

[2] Гигов, Х.И., Янков, И.Я., Бекяров, Л. И. „Измерване в електрониката", Технически Университет – Варна, Варна, 2003, с. 68-73.

[3] Клейтън, Д., Нюбай, Б., „Операционни усилватели", Издателство „Техника", София, 1997.

[4] Алексенко, А.Г., Коломбет, Е.А., Стародуб, Г.И. „Применение прецизионных аналоговых микросхем", Москва: „Радио и связь", 1985.

[5] Гутников, В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах" 2-е изд., перераб. и доп. , Энергоатомиздат Ленингр. отделение, 1988, 304 с.

[6] Титце, У., Шенк, К. „Полупроводниковая схемотехника" Перевод с немецкого под редакцией д-ра техн. наук А.Г. Алексенко, Москва: „Мир", 1982.

За контакти:
инж. Николай Недев
Катедра „Електронна техника и микроелектроника"
9023 Варна, п.к. №82
телефон: 0877198432
e-mail: nnedev@ntbg.net

Рецензент:
Доц. д-р. инж. Христо Гигов, ТУ-Варна

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ИЗТОЧНИЦИ НА ТОК ИЗПОЛЗВАНИ ПРИ ИЗМЕРВАНЕ ПРОВОДИМОСТ НА ТЕЧНОСТИ

RESEARCH OF CURRENT SOURCES USED FOR MEASURING OF CONDUCTIVITY OF LIQUIDS.

Николай Недев

Резюме: Изследвана е приложимостта на различни схемни решения на източниците на ток, при измерване проводимостта на течности. Описан е принципът на работа на схемите. Приведени са симулационни и експериментални резултати, и е направено съпоставяне на метрологичните характеристики на източниците на ток, с помощта на графики и таблици.
Ключови думи: източници на ток, източник на постоянен ток, кондуктометрия, статични характеристики на източниците на ток.

Abstract: In this article I examined the applicability of various circuit solutions of current sources used in measuring of conductivity of liquids. The operating principle is given for each of the described schematics, followed by a simulation and experimental results. The results are given in various charts and graphs.
Keywords: current source, DC current source, conductivity, static characteristics of current source supplies.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Широкото приложение и все по-високите изисквания към точността на параметрите на кондуктометричните устройства налага решаването на някои от основните проблеми, възникващи в процеса на измерването, свързани със стабилността на източника на опорен сигнал.

В представения метод с честотна модулация за кондуктометрия [1], като опорен източник на сигнал се използва двуполюсен източник на ток със заземен товар, обуславящ широкия измервателен диапазон и точността на кондуктометричния преобразувател.

Задачата на настоящата работа е да се направи изследване на приложимостта на различните схемни решения на източниците на ток, при измерване на проводимост на течности, при следните типични за обекта ограничителни условия: заземен товар; промяна на товарното съпротивление от 10 ома до 10000 ома (проводимост от 100mS/cm до 0.1mS/cm, за константа на кондуктометричната клетка К=1); изменение на температурата в диапазона от 0 до 85^{O}C и изходен ток приблизително 1000 uA (съобразен със захранващото напрежение на ОУ и товарното съпротивление [1]).

В съвременната измервателна техника широко приложение намират източници на ток, реализирани с помощта на операционни усилватели (ОУ). Характерно при тях е, че за поддържането на тока през товара равен на зададения ток, определен от входното опорно напрежение, ОУ е обхванат от отрицателна обратна връзка по ток.

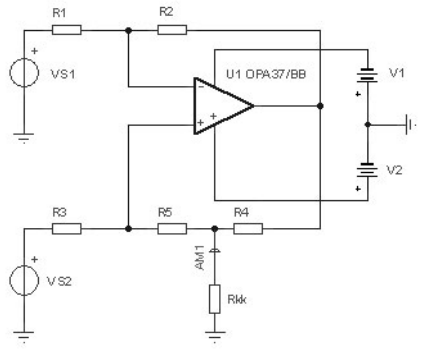
II. АНАЛИЗ

На Фиг. 1, е представен източник на ток [2, 5] реализиран с помощта на ОУ. Токът през товара ($R_{кк}$) се изчислява с помощта на уравнението:

$$I_T = \frac{R_1.(R_4 + R_5).R_2.R_4.(U_{VS2} - U_{VS1})}{[R_1.(R_4 + R_5) - R_2.R_3]R_{kk} + R_1.R_5.(R_3 + R_4)}$$

.

За да не зависи изходният ток I_T от товарното съпротивление R_{kk}, е необходимо да е изпълнено равенството $R_1.(R_4 + R_5) = R_2.R_3$, при което за тока през товара можем да запишем уравнението: $I_T = \frac{(U_{VS2} - U_{VS1}).R_2}{R_1.R_4}$.



захранващи напрежения: V1 = V2 = 18V
опорни напрежения: VS1=0V и VS2 = +5V

Фиг. 1. Източник на ток с ОУ.

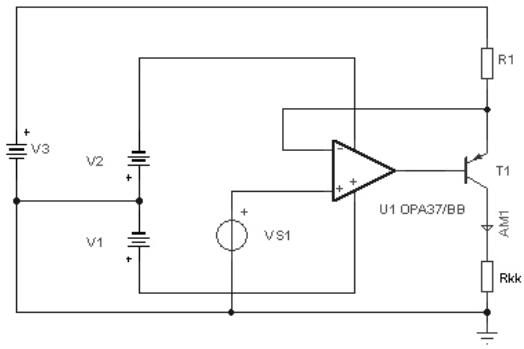
Предимство на схемата е, че с помощта на входните напрежения VS1 и VS2 лесно може да се регулира изходният ток както по стойност, така и по знак, като последното е от особено значение при кондуктометричните измервания, представени в [1].

Някои от недостатъците на схемата са: напрежението върху товара е ограничено от допустимото захранващо напрежение на ОУ, а изходният ток е ограничен от максималния допустим изходен ток на ОУ.

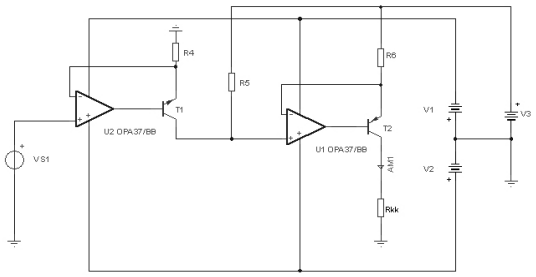
На Фиг. 2 е представен източник на ток [2, 3, 4, 5, 6] реализиран с помощта на ОУ и транзистор. Отчитайки входния поляризиращ ток, входното напрежение на несиметрия на ОУ и коефициента на усилване на биполярните транзистори, за изходния ток може да се запише уравнението:

$$I_T = \left(\left(\frac{U_{VS1} \pm V_{IO}}{R_1} \right) + I_{IB} \right) . \left(\frac{h_{21}}{1 + h_{21}} \right),$$

където h_{21} е коефициентът на усилване на транзистора по ток; I_{IB} е входният поляризиращ ток на ОУ; V_{IO} е входното напрежение на несиметрия на ОУ.
Допускайки, че ОУ е идеален и обезпечавайки висок коефициент на усилване по ток на транзистора $h_{21} >>> 1$ (за избягване на мултипликативната грешка [2], внасяна от биполярния транзистор), токът през товара може да се изрази с уравнението: $I_T = \frac{U_{VS1}}{R_1}$.



Фиг. 2. Източник на ток с ОУ и транзистор.



Фиг. 3. Източник на ток с два ОУ и транзистори.

На Фиг. 3 е представен източник на ток [2, 3, 4, 5, 6] реализиран с помощта на два ОУ, при който товарът и опорният източник имат обща маса. За изходния ток на схемата можем да запишем уравнението:

$$I_T = \frac{1}{R_4}.\frac{h_{21}}{1+h_{21}}.\frac{R_1}{R_2}.\frac{h_{21}}{1+h_{21}} \approx \frac{U_{VS1}.R_5}{R_4.R_6},$$

използвайки ОУ с малък входен поляризационен ток $I_{IB} \approx 0$, малко входно напрежение на несиметрия $\pm V_{IO} \approx 0$ и транзистор с висок коефициент на усилване по ток.

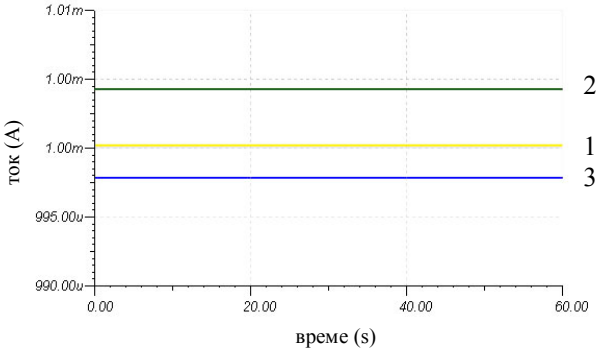
Недостатък на схемите от Фиг. 2 и Фиг. 3 е еднополярността на изходния ток, поради което се налага използването на втора, огледална структура на източниците на ток и тяхното комутиране, както е предложено в литература [1], което от своя страна усложнява реализирането на опорните източници на ток.

В симулационната и експерименталната част се изследва приложимостта на представените схемни решения на източници на ток (измерване проводимост на течности, в диапазона от 100mS/cm до 0,1mS/cm, за константа на кондуктометричната клетка К=1), като се обърне внимание на широкия диапазон на изменение на товарното съпротивление и висока температурна стабилност за посочените ограничения, с цел постигането на широк измервателен диапазон и подобряване точността на кондуктометричния преобразувател.

Симулационни резултати.

При използването на Δ се има предвид изменението на величината от минималната до максималната стойност на входното въздействие.

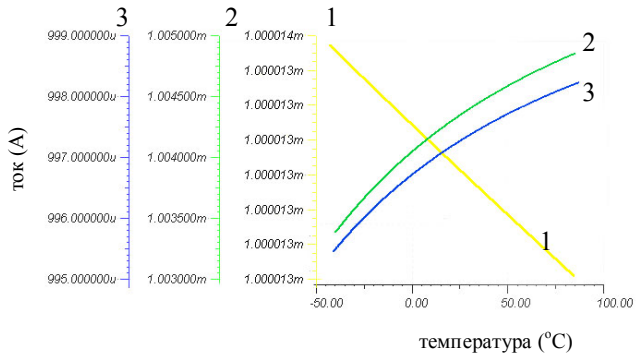
С ■ (1) са представени резултатите за схемата представена на Фиг. 1; с ■ (2) за Фиг. 2 и с ■ (3) за Фиг. 3.



	I
■ (1)	1.0000mA
■ (2)	1.0042mA
■ (3)	0.9978mA

* за товар се използва резистор със стойност 1000ома, температура на околната среда 25°C.

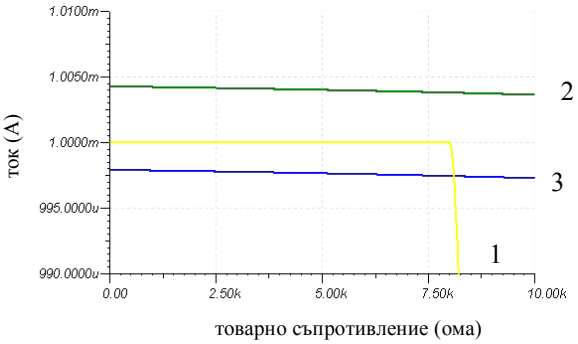
Фиг. 4. Изходен ток.



	ΔI (от 0 до +85°C)
■ (1)	-666.05p
■ (2)	1.39 uA
■ (3)	2.94 uA

* за товар се използва резистор със стойност 1000 ома

Фиг. 5. Изходен ток, при промяна на температурата от 0 до +85°C.



	ΔI
(1)	-137.16uA
(2)	0.6uA
(3)	0.6uA

* Температура на околната среда $25^{O}C$

Фиг. 6. Изходен ток, при промяна на товара от 10 ома до 10000 ома.

Табл. 1. Изменение на изходния ток, при промяна на захранващото напрежение.

ΔV \ Схема	(1)	(2)	(3)
ΔV_1 (± 10%)	961.37pA	-9.67nA	69.74pA
ΔV_2 (± 10%)	-964.91pA	9.67nA	-66.87pA
$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2$	-3.54pA	0pA	-2.87pA

* за товар се използва резистор със стойност 1000 ома и температура на околната среда 25^{O}.

В Табл. 1 е представено изменението на изходния ток за разглежданите схеми, при промяна на захранващото напрежение ΔV, като изменението е ±10%. Промяната на напрежението за двуполюсното захранване на схемите е направено последователно, т.е. първо е симулирано изменението на напрежението на V_1 (представено на първи ред от таблицата) и след това и на V_2 (представено на втори ред от таблицата). Както се вижда от таблицата при едновременно въздействие върху захранващото напрежение (представено на трети ред от таблицата) изменението на изходният ток е незначително.

Експериментални резултати на схемите от Фиг. 2 и Фиг. 3.

Проведени са при следните условия: температура на околната среда $23^{O}C$, използван е амперметър (мултицет) GDM-8246, декада с възможност за задаване на 1 ом и температурна пещ с възможност за измерване на температурата с точност 0.25% . При използването на Δ се има в предвид изменението на величината от минималната до максималната стойност на входното въздействие.

Табл. 2. Изменение на изходния ток, при промяна на температурата и товарното съпротивление.

I \ Схема	(2) mA	(3) mA
I	1.139	0.9978
ΔI (от +30 до $+80^{O}C$)	0.0048	0.0029
ΔI (от 10 ома до 10000 ома)	-0.003	-0.0007

В Табл.2 е представено: на първи ред от таблицата е изходният ток за разглежданите схеми; на втори ред от таблицата е изменението на тока при промяна на температурата от +30 до $+80^{O}C$; на трети ред от таблицата е изменението на тока при промяна на товара от 10 ома до 10000 ома.

III. ИЗВОДИ

На представените симулационните резултати за схемата от Фиг. 1 се вижда, че: промяната на изходния ток при изменение на товарното съпротивление от 10 ома до 10000 ома (Фиг. 6) е ΔI=-137.16uA; промяната на изходния ток при изменение на захранващото напрежение с ±10% е ΔI= -3.54pA (Табл. 1); промяната на изходния ток при изменение на температурата от 0 до $85^{O}C$ (Фиг. 5) е ΔI=-666.05pA.

За схемите представени на Фиг. 2 и Фиг. 3 от представените симулационни и

експериментални резултати се вижда, че: промяната на изходния ток при изменение на товарното съпротивление от 10 ома до 10000 ома (Фиг. 6) е ΔI=0.6uA; промяната на изходния ток при изменение на захранващото напрежение с ±10% (Табл. 1) е съответно ΔI=0pA и ΔI= -2.87pA; промяната на изходния ток при изменение на температурата от 0 до 85^{O}C за симулационните резултати и от +30 до $+80^{O}$C за експерименталните резултати (Фиг. 5 и Табл. 2) е съответно ΔI=1.39 uA (4.8 uA) и ΔI=2.94 uA (2.9 uA).

Всичко дотук може да се обобщи по следния начин:

- схемата на източник на ток представена на Фиг. 1 не е подходяща за захранване на измервателната верига на кондуктометричния преобразувател [1], не може да обезпечи диапазона на изменение на товарното съпротивление от 10 ома до 10000 ома.
- подходящи източници на ток за захранване на измервателната верига на кондуктометричния преобразувател [1] , са схемите представени на Фиг. 2 и Фиг. 3, притежаващи: широк диапазон на изменение на товарното съпротивление; стабилност на изходния ток при промяна на захранващото напрежение с ±10%; висока температурна стабилност; възможност за протичане на ток по-голям от максималният на ОУ.

Намаляването изменението на колекторния ток вследствие промяна на напрежението колектор-емитер, за схемите от Фиг. 2 и Фиг. 3, е възможно чрез замяната на транзистора/ите с полеви.

За симулациите е използван програмен продукт TINA^{TM} – The Complete Electronics Lab.

За симулациите и експерименталната постановка са използвани резистори с точност 1% TK50, ОУ от типа OPA37 за симулациите и AD8510 за експериментите, транзистори BC817 и BC807, захранващо напрежение V1 = V2 = +18V и V3 = +12V, опорни напрежения VS1 и VS2.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Гигов, Х.И., Недев, Н.Б. Инвариантен метод с честотна модулация за кондуктометрия. // статия публикувана в „Годишник на ТУ – Варна”, Варна, 2003, с. 824-831.

[2] Гигов, Х.И., Янков, И.Я., Бекяров, Л. И. „Измерване в електрониката”, Технически Университет – Варна, Варна, 2003, с. 68-73.

[3] Клейтън, Д., Нюбай, Б., „Операционни усилватели”, Издателство „Техника”, София, 1997.

[4] Алексенко, А.Г., Коломбет, Е.А., Стародуб, Г.И. „Применение прецизионных аналоговых микросхем”, Москва: „Радио и связь”, 1985.

[5] Гутников, В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах” 2-е изд., прераб. и доп. , Энергоатомиздат Ленингр. отделение, 1988, 304 с.

[6] Титце, У., Шенк, К. „Полупроводниковая схемотехника” Перевод с немецкого под редакцией д-ра техн. наук А.Г. Алексенко, Москва: „Мир”, 1982

[7] Източник на ток: [Електронен документ]. - http://en.wikipedia.org/wiki/Current_source - проверен на 4.06.2010г.

За контакти:
инж. Николай Недев
Катедра „Електронна техника и микроелектроника”
9023 Варна, п.к. №82
телефон: 0877198432
e-mail: nnedev@ntbg.net

Рецензент:
доц. д-р. инж. Христо Гигов, ТУ-Варна

КОНФОРМНИ ПАНЕЛНИ ФРЕНЕЛОВИ АНТЕННИ ЛЕЩИ

CONFORMAL PANEL FRESNEL- ZONE LENS ANTENNAS

Йордан Урумов, Любомир Камбуров, Лъчезар Иванов

Резюме: Предлага се метод за проектиране на конформни панелни френелови лещови антени, разположени върху външните повърхности на различни физически обекти. Методът се заключава в представянето на външната повърхност на различни физически обекти като множество от плоски повърхности (панели) върху които се конструират френелови лещи с общ фокус.
Ключови думи: антени, конформни антени, френелови лещи.

Abstract: A method for design of Conformal Panel Fresnel-Zone Antennas (CPFZA) placed on the external surface of physical objects is proposed. The method is based on the possibility of creation of more that one Fresnel-Zone Antennas (FZA) with common focus.
Keywords: Antennas, Conformal, Fresnel-Zone, Lens.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Миниатюризацията е една от глобалните цели в усъвършенстването на средствата за комуникация. В областта на антените този процес среща принципни ограничения. Едно приемливо решение на проблема е съвместяването на антената с физическите очертания на обекта. Този подход може да доведе до положителни резултати, ако в качеството на фокусиращ елемент се използват нетрадиционни елементи, регулиращи фазата на електромагнитното поле [1].

Статията съдържа резултатите от разработката на методика за проектирането на конформни панелни френелови зонирани антени (CPFZA), разположени върху външните осветени повърхности на сгради и съоръжения, фокусиращи електромагнитното излъчване от стационарни спътници и неподвижни ретранслатори, които се използват за комуникация в сантиметровия диапазон на радиовълните (X-обхват).

С помощта на методите на електродинамичното подобие, тези резултати могат да се използват успешно в оптичния диапазон на електромагнитните вълни, за целите на порталната (въвеждаща/ извеждаща) оптика използвана във фотонните интегрални схеми.

Френеловите антени са обект на научни и експериментални изследвания в продължение на десетки години. Интересът към тях нараства през последните години, заради възможността този тип антени да бъдат съвместени с повърхността на различни обекти [2]. Създадени са редица конструкции намерили практическо приложение в сантиметровия и милиметровия обхвати [3], [4]. Има публикации доказващи тяхната приложимост в оптичния диапазон [5].

Слабо изучени са френеловите лещи, разположени върху сложни повърхности. Практически отсъстват изследвания на конформни антени, които представляват множество плоски повърхности (панели), образуващи външната геометрия (силуета) на реални обекти (сгради и съоръжения). Публикуването на резултатите от изследвания в тази област е основна задача на настоящата публикация.

II. АНАЛИЗ

Използваният метод се основава на предположението, че търсените очертания на френеловите зони представляват пространствени елиптични повърхности, които се получават в резултат на пресичането на френелови повърхности с външните повърхности на

физическия обект, върху който трябва да бъде разположена CPFZA.

Прилагането на метода изисква предварително решаването на някои базови задачи:

1. Аналитично определяне на границите на Френеловите зони върху повърхност, сключваща произволен ъгъл θ спрямо посоката източник–абонат. В настоящата публикация са използвани формулите за границите на Френеловите зони получени в [6].

$$\sqrt{(y')^2+(z')^2}+y'_n\cos\theta+\frac{n\lambda}{2}=\sqrt{(x'_n)^2+(y'_1-y')^2+(z')^2}$$

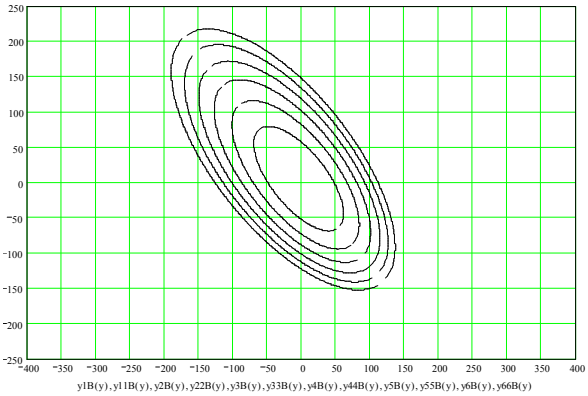
2. Определяне на границите на френеловите зони върху произволна наклонена повърхност.

Алгоритъмът за определяне на границите на френеловите зони върху произволна наклонена повърхност, съвпадаща с някои от осветените повърхности на обекта (панели), се заключава в следното:

- Определяне на положението на панела спрямо географските му координати, или базовата координатна система на подложката (β_n, α_n).
- Определяне положението на облъчвателя (F, α, β).
- Определяне на началото O' на локалната координатна система на панела ($x'y'z'$).
- Определяне на положението на проекцията на фокуса $F'(0y'0)$ върху панела и осите на координатната система, свързана с този панел.
- Определяне координатите на фокуса $F(0y'z')$ и посоката на максимума на ДН на антената $\theta' = \arctan(z'/y')$.
- Определяне на границите (y'_n, x'_n) на френеловите зони върху безкрайна повърхност, съдържаща панела, по методиката изложена в литература [4].
- Определяне на френеловите зони в границите на панела.

В съответствие с предложения алгоритъм беше създадена програма за определяне на границите на френеловите зони върху произволно наклонен панел, ориентиран в произволна посока.

Програмата е тествана при следните изходни данни: работна дължина на вълната: $\lambda = 3cm$, фокусно разстояние $F = 520cm$. На фиг. 1 са изобразени първите шест френелови зони върху наклонен спрямо хоризонта на ъгъл $\alpha_n = 15°$ панел с размери 5×8 метра, сключващ ъгъл $\beta_n = -20°$ с посоката „изток” (посока „североизток”–„югозапад”). Положението на източника спрямо избраното положение на абоната е $\alpha = 37°$, $\beta = 116°$ (София –Sirius 4).



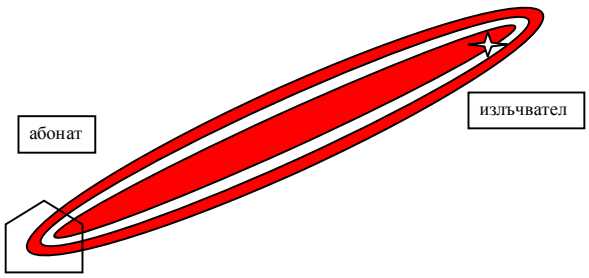
Фиг. 1 Френелови зони върху наклонен спрямо хоризонта на ъгъл $\alpha_n = 15°$ панел

3. Построяване на достатъчен брой повърхнини на Френел.

В статията се предлага метод за определяне на очертанията на френеловите зони, който се основава на принципа на Хюйгенс. Съгласно този принцип пренасянето на електромагнитната енергия между две точки в пространството (от източника до абоната) се извършва през области в пространството, ограничени от криволинейни повърхности. Всяка точка от тези повърхности преизлъчва електромагнитни вълни, които създават в приемната антена на абоната токове с една и съща фаза. Ако положението им е такова, че високочестотните токове в антената на абоната, създадени от две съседни повърхности, имат фазова

разлика 2π , тези повърхности се наричат повърхности на Френел и имат формата на ротационни елипсоиди с фокуси, съвпадащи с източника и абоната (фиг. 2).

Методът се заключава в определянето на очертанията на онези участъци от външната повърхност на обекта, които закриват деструктивните пространствени области (бели полета). Неговото предимство е общата координатна система. За начало се избира положението на абоната, а за главни оси - основните географски посоки. В тази координатна система се дефинира положението на източника (азимут и ъгъл на място), осветените повърхности на абоната и повърхностите на Френел.



Фиг. 2 Повърхности на Френел

4. Представяне на повърхностите на Френел като ротационни параболоиди.

В случаите, когато разстоянието между абоната и източника е много по-голямо от размерите на физическия обект, върху който трябва да бъде разположена CPFZA, елиптичните френелови повърхности се заменят с параболични. Грешката в размерите на френеловите зони, получена в резултат замяната, е хилядни части от процента за сателитни телевизионни антени [6].

5. Ориентиране на ротационните параболоиди ограничаващи пространствените области на Френел.

Ориентирането на ротационни параболоиди, ограничаващи пространствените области на Френел, може да се извърши с помощта на ротационната матрица:

$$R(\alpha,\beta)=\begin{pmatrix}\sin\beta & -\cos\beta & 0\\ \cos\beta & \sin\beta & 0\\ 0 & 0 & 1\end{pmatrix}\begin{pmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & \sin\alpha & -\cos\alpha\\ 0 & \cos\alpha & \sin\alpha\end{pmatrix}$$

в която α и β са ъглите на елевация и азимута на посоката на източника (отчетена от посоката „юг”).

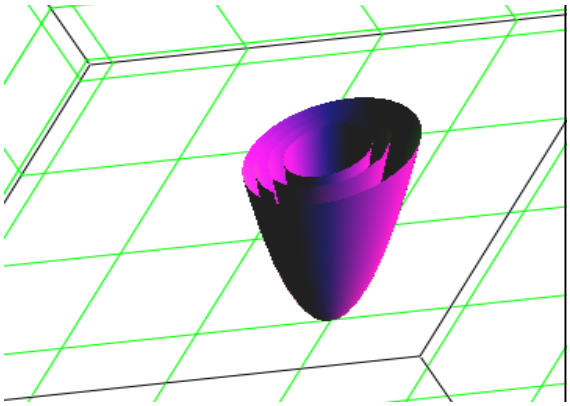
На фиг. 3 е осъществено ориентиране в посоката София – Sirius 4, Азимут – $\beta = 26°$ ($206°$ от посоката “север”) елевация – $\alpha = 37°$.

6. Моделиране на осветените повърхности на физическия обект.

Осветените повърхности на физическият обект се моделират като плоски повърхности (панели) в избраната координатна система. В най-общ вид матрицата $Pk(x,y)$ на равнината в която е разположен произволен панел с номер k има следния вид:

$$Pk(x,y)=\begin{pmatrix}fkx(xy)\\ fky(xy)\\ fkz(xy)\end{pmatrix}$$

Границите на панелите могат да се дефинират чрез въвеждане на подходящи диапазони на изменение на променливите.



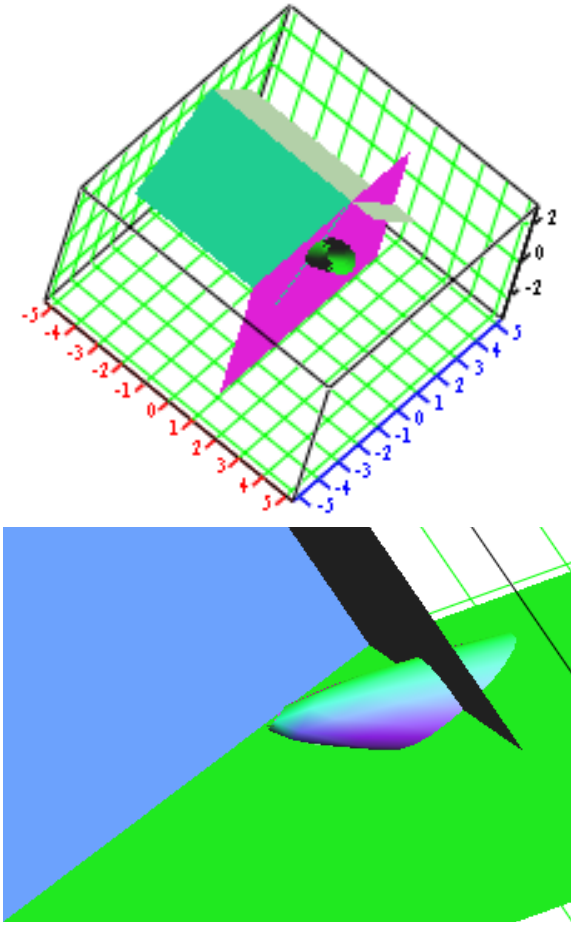
Фиг.3 Ориентиране в посоката София – Sirius

7. Определяне границите на френеловите зони на CPFZA.

Определяне границите на френеловите зони на CPFZA се свежда в решаване на задачата за определяне на пресечните криви на осветените панели на обекта (абоната) и правилно

ориентираните ротационни параболоиди, ограничаващи пространствени области на Френел. Тази задача може да се реши аналитично или геометрично.

Фиг. 4 илюстрира метода за постройка с два осветени панела (фронталната стена с южно изложение и западен скат на покрива).

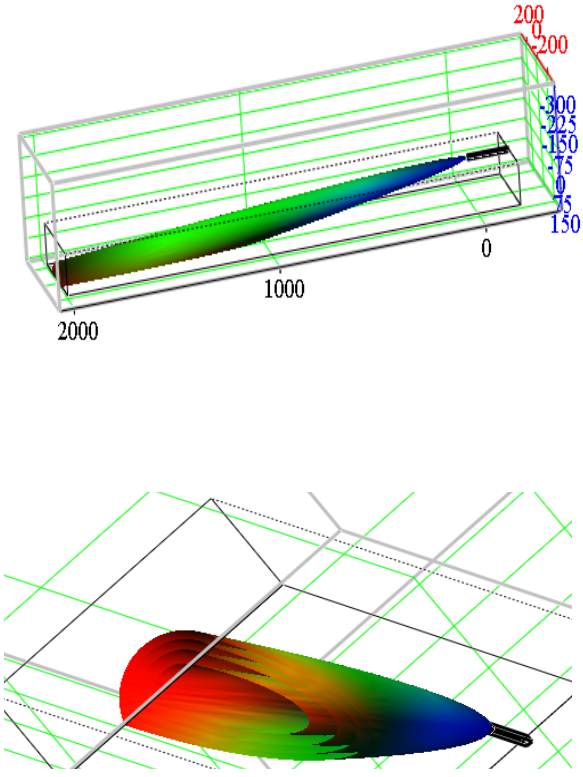


Фиг. 4 Постройка с два осветени панела

Методите на електродинамичното подобие позволяват разработеният метод да бъде успешно приложен в оптичния диапазон на електромагнитните вълни.

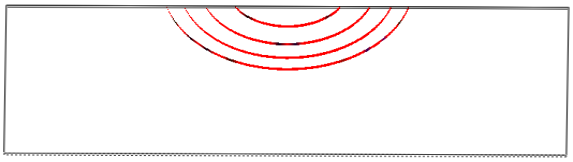
Приложението на CPFZA за целите на порталната (въвеждаща/извеждаща) оптика, използвана във фотонните интегрални схеми, може да доведе до значителни икономии на материални средства и до повишаване на технологичността им. Разполагането на CPFZA непосредствено върху повърхностите на диелектричната подложка дава възможност порталната оптика да бъде реализирана с помощта на същата технология, която се използва за изработката на интегралната схема. По този начин отпада необходимостта от монтаж на въвеждащи призми и SELFOC лещи, а също, и необходимостта от тяхното използване за тези цели.

В качеството на пример за приложимостта на метода е проектирана портална оптика за фотонна интегрална схема, въвеждаща хомогенен колимиран оптичен поток от външен излъчвател (лазерен диод) в потопен канален световод с размери $10\times10\ \mu m$, който е изработен върху подложка с дебелина $150\ \mu m$. Построени са четири ротационно параболични повърхнини, ограничаващи пространствени области на Френел, за работна дължина на вълната $\lambda = 1\ \mu m$. Разстоянието от челната повърхност на каналния световод до напречния разрез на подложката е $2000\ \mu m$. На фиг. 5 са представени две проекции на обекта в различен мащаб.

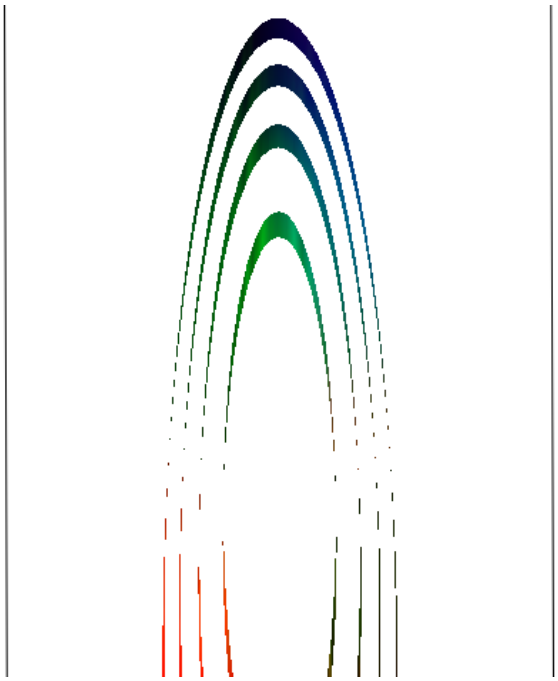


Фиг. 5 Проекции на обекта в различен мащаб

Очертанията на границите на френеловите зони на CPFZA върху челната и долната повърхност на подложката са представени на фиг. 6 а) и фиг. 6 б).



а)



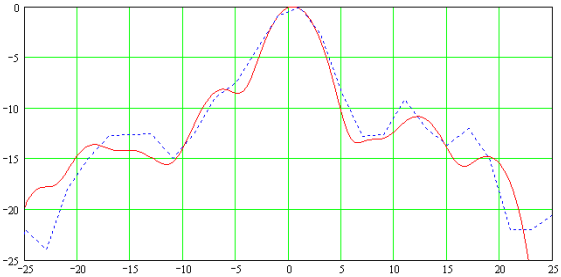
б)

Фиг. 6 Очертания на границите на френеловите зони на CPFZA върху челната и долната повърхност на подложката

Експериментална проверка на получените резултати е извършена с помощта на физически модел в X - диапазона фиг. 7.

Насочените свойства на CPFZA се определят с помощта на диаграми, получени като суперпозиция, след интегрирането по излъчващите повърхности на всеки от сегментите на антената. На фиг. 8 са сравнени теоретичната (непрекъсната линия) и експериментално измерената диаграма на насоченост на модела в равнина, перпендикулярна на общия ръб на конформната панелна френелова антенна леща.

Фиг. 7 Физически модел в X -диапазона



Фиг.8 Теоретична (непрекъсната линия) и експериментално измерената диаграма на насоченост на модела

III. ИЗВОДИ

Създадени са метод, алгоритъм и програма за конструиране на CPFZA върху „осветени" повърхности на обекти в сантиметровия и оптическия диапазон.

Работоспособността на метода е потвърдена експериментално в X-диапазона.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. L. Kamburov, H. Hristov, J. Urumov, S. Savov. Conformal Fresnel Zone Plate Lens Antennas. COST ASSIST meeting, Valencia, Spain, 18 – 20 May 2009

[2]. H. D. Hristov, L. P. Kamburov and R. Feick. Microwave Antenna with Compound Fresnel Zone-Plate Lens Conformal to Truncated Conical Dome. Proc. of 4th European Workshop on Conformal Antennas (EWCA-05), May 23-24, 2005, Stockholm, Sweden, pp. 113-116.

[3]. H. D. Hristov; L. P. Kamburov; R. Feick; J. R. Urumov, "Compound Fresnel Zone Lens

Conformal to Truncated Cone: Antenna Application", International Journal of Infrared and Millimeter Waves, Vol. 28, No. 6, June 2007, pp. 451-464.

[4]. Й. Урумов, Л. Камбуров, Л. Иванов. Конформна антена от френелови лещи разположени върху външни повърхности на физически обекти. НП-8, ТУ-Варна, 2009 г.

[5]. J. Canning, E. Buckley, K. Lyytikainen, S. Huntington. Optical fibre Fresnel lenses and zone plates. Proceedings of the 2003 SBMO/ IEEE MTT-S, 20-23 Sept. 2003, pp. 633 - 636, vol. 2

[6]. J. R. Urumov, L. P. Kamburov and H. D. Hristov. Panel Conformal Fresnel Lenses. "Proceedings of Second Intern. Congress on Mechanical and Electrical Engineering and Marine Industry (MEEMI'2005)", October 07-09, 2005, Varna, Bulgaria, vol. I, pp. 253-257

За контакти:
д-р инж. Йордан Урумов, доцент д-р
Катедра "Радиотехника" при ФЕ на ТУ – Варна
ул. Студентска № 1, 309 РСС
тел. +359 52 383596
e-mail: jurumov@abv.bg

Рецензент: доц. д-р. инж. Георги С. Киров

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА РЕЗОНАНСНАТА ЧЕСТОТА ПРИ МЕТАМАТЕРИАЛНИ СРЕДИ

DETERMINATION OF THE RESONANT FREQUENCY IN METAMATERIAL MEDIA

Антония Георгиева, Росен Георгиев

Резюме: Метаматериалите, като изкуствени среди с едновременно отрицателни проницаемости, са в центъра на микровълновите изследвания през последните няколко години. Проектирането на такива материали изисква определяне на резонансните честоти на техните отделни клетки. В статията е показано, че проводящите пръстени на тези клетки трябва да се разглеждат като резониращи отрязъци от линии с разпределени параметри. Разгледани са няколко вида резонатори с прекъснати пръстени и са дадени формули за определяне на тяхната резонансна честота. Теоретичните резултати са подкрепени чрез сравнения с реални експерименти.
Ключови думи: метаматериали, ляво-ориентирани материали, резонатори с прекъснати пръстени.

Abstract: Metamaterials, as artificial media with simultaneously negative constitutive parameters, are in the centre of microwave investigations in the past decade. The design of such materials requires the determination of the resonant frequencies of the unit cells. In this paper is shown that the conducting rings of these cells must be considered as resonating parts of lines with distributed parameters. Several kinds of split-ring resonators are discussed and formulae for their resonant frequencies are given. Theoretical results are supported by comparisons with real experiments.
Keywords: metamaterials, left-handed materials, split-ring resonators.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Метаматериалите, като изкуствени среди, характеризиращи се с едновременно отрицателни проницаемости, са предмет на интензивни изследвания през последните няколко години. Интересът към тях се поражда от възможността за реализация на нови микровълнови устройства, използващи ефекта на противоположно насочените фазова и групова скорост. Един от основните градивни елементи на тези среди са резонаторите с прекъснати пръстени, изпълнени по печатни технологии. Общоприетият подход при тяхното проектиране, като се започне от основополагащата работа [1] до по-съвременните и обстойни монографии [2], се базира на обстоятелството, че размерите на отделните резонаторни клетки в общата метаматериална структура са много по-малки от дължината на вълната в свободното пространство или в дадена вълноводна линия. Това дава основание да се определят индуктивността и капацитета на отделната клетка като съсредоточени параметри, след което се определя резонансната честота по формулата на У.Томсън за трептящ кръг. Но традиционното прилагане на елементарни математични решения, познати от теорията на статичните и стационарните полета, не води до достатъчно точни резултати, което налага използване на трудоемки методи на реално или числено експериментиране. Това прави актуално намирането на лесно приложима и адекватна методика за проектиране на въпросните резонатори.

II. РЕЗОНАНСНА ЧЕСТОТА НА РЕЗОНАТОРИ С ПРЕКЪСНАТИ ПРЪСТЕНИ

В общия случай, разглежданите резонатори могат да съдържат два концентрични пръстена с различни размери и противоположни процепи. Резонансните явления в такава система, очевидно, ще бъдат доминирани от свойствата на по-големия пръстен, който,

със своите размери, осигурява по-голям обем запасена електромагнитна енергия и по-силно взаимодействие с приложеното външно поле. Заедно с това, отново поради своите размери, този пръстен определя най-ниската резонансна честота, която представлява интерес в случая, защото непосредствено над нея се проявява ефектът на отрицателна магнитна проницаемост.

Както правилно приема съществуващата теория, размерите на една резонаторна клетка остават значително по-малки от дължината на вълната, което представлява принципен критерий за разграничаване на метаматериалите от периодичните структури. Необходимо е, обаче, да се конкретизира, че това се отнася до напречните размери на клетката. Не е трудно да се забележи, че общата дължина на външния пръстен е многократно (3 – 4 пъти) по-голяма от неговия напречен размер.

Същевременно, резонансните свойства на отрязъци от линии с разпределени параметри са едни от най-добре изучените и използвани за различни практически цели. Например, праволинеен проводник с дължина, равна на половината от дължината на вълната λ , има ефективна отразяваща повърхност, равна на λ^2.

Числената проверка показва, че дължината на външния контур на резонаторите с прекъснати пръстени не е пренебрежимо малка, а е съизмерима с половината от дължината на вълната, изчислена за непосредствената околна среда, където той е поместен. Тази среда може да се характеризира чрез ефективна диелектрична проницаемост, която отразява общата инерция на процесите, обусловена както от свойствата на диелектричните среди, така и от допълнителните капацитети от поместените в близост проводящи пръстени и др. Уместно е, също така, в различните конкретни случаи да се въвежда ефективен размер (дължина) на резонансния контур.

Гореизложените съображения позволяват да се приеме, че резонансният контур на резонаторите с прекъснати пръстени може да се разглежда като линия с разпределени параметри, а неговата ефективна дължина е равна на половината от дължината на вълната в непосредствената околна среда. Тази хипотеза се потвърждава от дадените по-долу примери.

1. Копланарни резонатори с квадратна форма

В случай на едностранно (копланарно) разполагане на двата пръстена ефективната дължина на копланарната линия се измерва по средата на метализираната лента на външния пръстен, т.е. тя е равна на сумата от средноаритметичните дължини на четирите страни **4(l – c)**, намалена с размера на процепа **g**. Следователно, резонансната дължина на вълната е:

$$\lambda_0 = 2\left[4(l-c)-g\right]\sqrt{\varepsilon_{reff}} \ . \qquad (1)$$

Ако размерите **l**, **c**, **g** са в милиметри, резонансната честота се получава:

$$f_0 = \frac{300}{\lambda_0} \ [\text{GHz}] \ . \qquad (2)$$

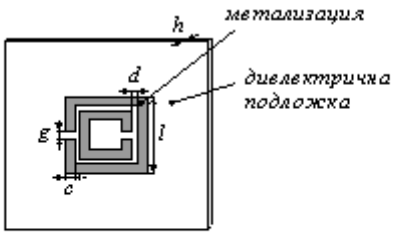
Ефективната диелектрична проницаемост се определя както при копланарна линия, образувана от лентите на двата пръстена с диаметрално противоположни процепи. Както е известно, нейната стойност (при пренебрежима дебелина на метализацията) е средноаритметична между диелектричните проницаемости на двете среди, поради симетрията на полето на електрическия интензитет. Така, ако метална конфигурация е изпълнена върху диелектрична подложка с относителна диелектрична проницаемост $\boldsymbol{\varepsilon_{rd}}$, поместена във въздушна среда:

$$\varepsilon_{reff} = \frac{1+\varepsilon_{rd}}{2} \ . \qquad (3)$$

Ако дебелината **h** на подложката е съизмерима с големината на процепа между двата пръстена, коефициентът на скъсяване $\sqrt{\varepsilon_{reff}}$ на дължината на вълната се намалява, приблизително, с големината

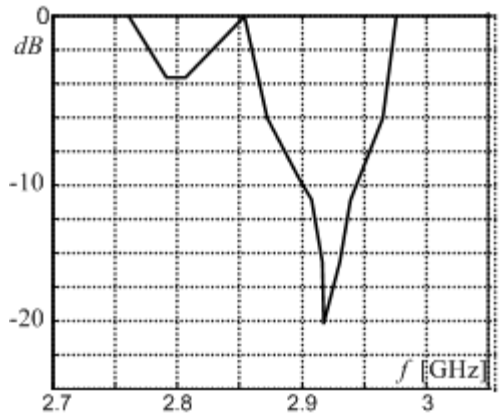
на отношението **t/h**, където **t** е дебелината на металното покритие.

Пример 1. Квадратен резонатор, съгласно фиг.1, има размери l = 9 mm, c = g = d = 0,9 mm и е изпълнен върху диелектрична подложка с дебелина 1,5 mm и $\varepsilon_{rd} = 4{,}4$. Изчислената по формули (1) и (2) резонансна честота е 2,90 GHz, а експериментално измерената, посочена в [3] е 2,92 GHz. Относителната разлика е



Фиг.1. Копланарен резонатор с квадратна форма

под 1 %. Експериментално заснетата честотна зависимост на затихването, внасяно от единичен резонатор, поставен във вълновод, е показана на фиг.2.



Фиг.2. Зависимост на затихването на единичен резонатор

Пример 2. За квадратен резонатор от същия вид с размери l = 10 mm, c = g = d = 1 mm върху подложка със същите параметри изчислената резонансна честота е 2,60 GHz, докато експериментално определената е 2,54 GHz, което представлява относително различие около 2 %.

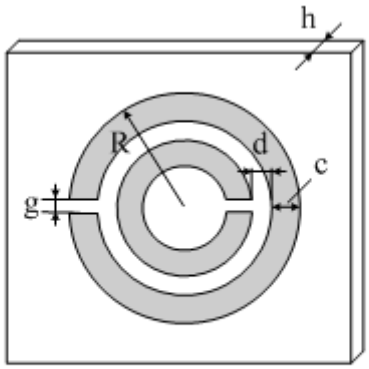
Пример 3. За квадратен резонатор с размери l = 8 mm, c = g = d = 0,8 mm, но изпълнен върху по-тънка подложка с дебелина h = 1 mm и дебелина на металното покритие t = 0,035 mm, изчислената честота е 3,33 GHz, докато измерената е 3,4 GHz . Това означава относително различие 2 %.

2. Копланарни резонатори с кръгла форма

В този случай ефективната дължина на линията се определя по най-външния контур (фиг.3) на метализираната лента на по-големия пръстен **(2π R – g)**. Следователно, резонансната дължина на вълната е:

$$\lambda_0 = 2(2\pi R - g)\sqrt{\varepsilon_{reff}} \,. \qquad (4)$$

Пример 4. Копланарен резонатор с прекъснати пръстени с кръгова форма има размери R = 3,75 mm, c = 0,9, g = d = 0,5 mm, изпълнен върху диелектрична подложка с дебелина



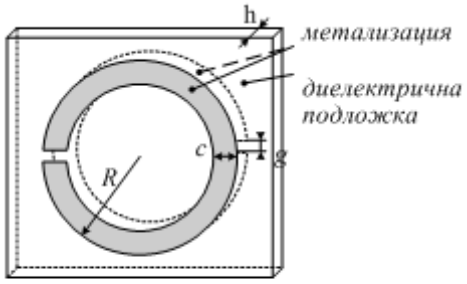
Фиг.3. Копланарен резонатор с кръгла форма

1,5 mm и $\varepsilon_{rd} = 4{,}4$. Изчислената в съответствие с израза (4) резонансна честота е 3,95 GHz, а експериментално определената е 3,915 GHz, което представлява около 1 % относителна разлика.

Пример 5. Кръгъл резонатор от същия вид с размери R = 4 mm, c = 0,8, g = d = 0,8 mm. Теоретично намерената резонансна честота е 3,75 GHz, а експериментално измерената – 3, 67 GHz. Това означава относително различие от порядъка на 2 %.

3. Двустранни резонатори с кръгла форма

Тези резонатори представляват два идентични пръстена от проводящи ленти, изпълнени съосно от двете страни на диелектричната подложка, но с диаметрално противоположни процепи (фиг.4). Ефективната дължина на линията отново се определя по най-външния контур, а резонансната дължина на вълната – по израза (4).



Фиг.4. Двустранен резонатор с кръгла форма

Определянето на ефективната диелектрична проницаемост в този случай може да стане като се има предвид, че полето е концентрирано предимно в пространството между двата пръстена. Следователно, в първо приближение, $\varepsilon_{r\,eff}$ е равна на диелектричната проницаемост на подложката. Но краевият ефект, в съчетание с реалната дебелина на металното покритие, води до наличие на поле във външната среда. Това може да бъде отчетено в израза за ефективната проницаемост. За целта, чрез интегриране на енергията на електрическото поле в отделните области, може да се уточни изразът за ефективната проницаемост. Така, за въздушна външна среда:

$$\varepsilon_{reff} = \frac{(c+2t)\varepsilon_{rd} + hF}{c+2t+hF}, \qquad (5)$$

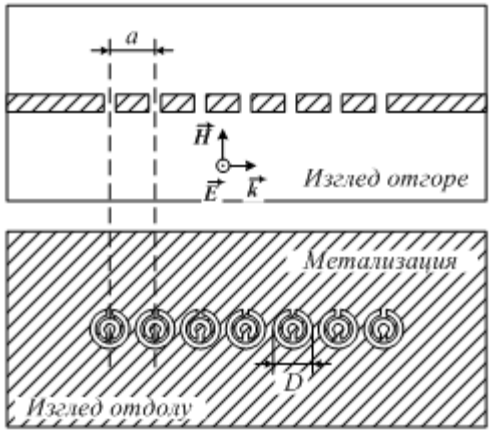
където $F = \frac{1}{2\pi}\ln\left(2\pi\frac{t}{h}+1\right)$.

Пример 6: Двустранен кръгов резонатор с прекъснати пръстени с размери R = 3,7 mm, c = g = 0,5 mm, е изпълнен върху диелектрична подложка с дебелина h = 1 mm и ε_{rd} = 4,4, при дебелина на металното покритие t = 0,035 mm. Изчислената, съгласно предложената методика резонансна честота е 3,21 GHz, докато измерената, докладвана в [4], е 3,20 GHz.

Аналогични резултати могат да се получат и за друг резонатор, описан в [4], с размери R = 3,2 mm, c = g = 0,5 mm, където различието между теоретичната и измерената резонансна честота остава в рамките на 1 %.

4. Комплементарни резонатори с кръгла форма

Пръстените на тези резонатори имат същата форма, както разгледаните по-горе, но са изпълнени във вид на прорези в метализирана повърхност. В разгледаната в [5] несиметрична лентова линия те

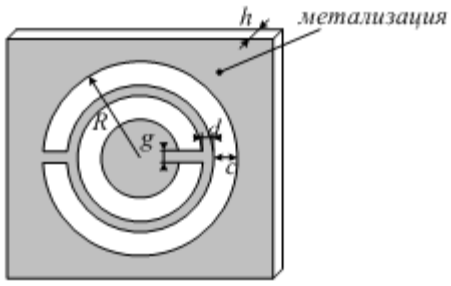


Фиг.5. Лентова линия с отрицателни проницаемости

играят ролята на елементи, създаващи отрицателна диелектрична проницаемост, докато последователно включените в централния проводник процепни капацитети създават отрицателна магнитна проницаемост (фиг.5). Резонансната дължина на вълната тук се определя пак от най-външния контур, т.е. от радиуса R (фиг.6), но ефективната диелектрична проницаемост е тази на предавателната линия, тъй като резонаторите тук са непосредствено свързани с нейните елементи и параметри.

Пример 7: Комплементарен резонатор с размери R = 4 mm, c = 0,8, g = d = 0,8 mm е включен в несиметрична

лентова линия, чиято относителна ефективна проницаемост е определена на 3,33 [5]. Изчислената по (4) и (2)



Фиг.6. Комплементарен резонатор с кръгла форма

резонансна честота е 3,38 GHz, което съвпада с измерената. Сходен е резултатът и с друг резонатор от същия вид с размери R = 4,7 mm, c = g = d = 0,9 mm описан в същата статия.

5. Определяне на максималния брой резонатори

Гореизложените съображения позволяват лесно да се определи максималният брой резонатори, които могат да се разположат в една линия непосредствено един след друг. (Заб. авт.: Това не се отнася за реалния период на структурата, който се определя от други съображения). Така, на разстояние, равно на дължината на вълната в свободното пространство λ_0 , могат да се вместят до λ_0/D на брой кръгли резонатори с диаметър D, при което:

$$\frac{\lambda_0}{D} = 2\pi\sqrt{\varepsilon_{reff}} \quad . \qquad (6)$$

За резонатори с квадратна форма със страна **l** този брой е до:

$$\frac{\lambda_0}{l} = 8\sqrt{\varepsilon_{reff}} \, . \qquad (7)$$

Това може да се тълкува и като ограничение върху максималния размер на резонаторите, което е:

$$D_{max} = \frac{\lambda_0}{2\pi\sqrt{\varepsilon_{reff}}} \qquad (8)$$

при кръгла форма, а при квадратна:

$$l_{max} = \frac{\lambda_0}{8\sqrt{\varepsilon_{reff}}} \quad . \qquad (9)$$

III. ИЗВОДИ

От приведените съображения и сравнения с експерименталните данни може да се заключи, че:

1. Доминиращо значение за резонансните свойства на резонатора има по-големият (външен) пръстен, чийто размер определя ефективната дължина на резонансния контур.

2. Самият резонансен контур може да се разглежда като линия с разпределени параметри.

3. Дължината на този контур при резонанс е равна на половината от дължината на вълната в средата, непосредствено окръжаваща резониращия елемент и характеризирана чрез нейната ефективна диелектрична проницаемост.

Както се вижда от сравнението с експерименталните примери, предложената методика позволява проектиране на разглежданите структури с достатъчно добра точност и разширява представите за процесите в резонаторите с прекъснати пръстени.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. J.Pendry, A. Holden. Magnetism from Conductors and Enhanced Nonlinear Phenomena. IEEE Transactions on Microwave theory, vol.47, NO.11, 1999.

[2]. R.Marques, F. Martin, M. Sorolla. Metamaterials with Negative Parameters. "J.Wiley&Sons", 2008.

[3]. А.Георгиева. Изследване на електромагнитните резонанси при резонатори с прекъснати пръстени. Годишник ТУ-Варна, 2006г., стр. 76 – 81.

[4]. A.Georgieva, R.Georgiev. Application of Artificial Negative Permeability Material to Waveguide Miniaturization. TELECOM '06, 12 – 13 October, Varna, Bulgaria. 2006.

[5]. A.Georgieva, Investigation of a Left-handed Microstrip Line, Microwave Review, November, 2006, Serbia, pp. 41 – 44.

За контакти:
д-р инж. Росен Георгиев, доцент в катедра "Радиотехника" при ФЕ на ТУ-Варна ,
e-mail: rkgeorg@yahoo.com

Рецензент:
доц. д-р. инж. Георги Киров - ТУ-Варна

НЯКОИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА МИКРОЛЕНТОВИ КЪСИ АНТЕНИ С ОБРАТНО ИЗЛЪЧВАНЕ С ПРОЦЕПНО ВЪЗБУЖДАНЕ

SOME STUDIES OF APERTURE COUPLED MICROSTRIP SHORT BACKFIRE ANTENNAS

Г.С. Киров, Г.Ц. Червенков, Д.М. Радев
G.S. Kirov, G.T. Chervenkov and D.M. Radev

Резюме: В статията са описани изследванията на микролентови къси антени с обратно излъчване с процепно възбуждане (МЛКАОИПВ), извършени през последните няколко години в Технически университет – Варна. Три вида МЛКАОИПВ са разгледани в изследването: МЛКАОИПВ с обикновен периферен екран и две МЛКАОИПВ с гофриран (набразден) периферен екран (МЛКАОИПВ с един пръстен и МЛКАОИПВ с два пръстена). Получените резултати от изследванията показват, че МЛКАОИПВ притежават високи електрически и механични характеристики и могат да намерят разнообразни приложения в съвременните комуникации, в частност в мобилните комуникации.
Ключови думи: микролентова антена с процепно възбуждане, микролентова къса антена с обратно излъчване с процепно възбуждане, къса антена с обратно излъчване

Abstract: Simulation studies of aperture coupled microstrip short backfire antennas (ACMSSBFAs) carried out during the last some years in the Technical University of Varna are described in this paper. Three types of ACMSSBFAs are considered in the research: an ACMSSBFA with a conventional rim and two ACMSSBFAs with a corrugated rim (an ACMSSBFA with one ring and an ACMSSBFA with two rings). The obtained results of the studies show, that the ACMSSBFAs possess high electrical and mechanical characteristics and may find various applications in the contemporary communications, particularly, in the mobile communications.
Keywords: aperture coupled microstrip antenna, aperture coupled microstrip short backfire antenna, short backfire antenna

I. INTRODUCTION

The short backfire antenna (SBFA) is known since of 1960s [1], [2]. It consists of two planar reflectors with different dimensions (a big and small reflector), separated by a half wavelength. This forms a leaky cavity resonator with radiation normal to the smaller reflector [3]. The SBFA is fed by a dipole, crossed dipole, waveguide, or microstrip patch antenna, set at the midpoint between the two reflectors. Because of its compact construction and high performance the SBFA is widely used in mobile satellite communications, tracking, telemetry, and wireless local-area network systems [3], [4].

The microstrip SBFA (MSSBFA) combines a microstrip-type element (patch element) with a backfire cavity [5], [6]. In the MSSBFA the patch element can be considered as a feed of the backfire cavity. The similar constructions of MSSBFAs are proposed in [7] and [8].

The survey carried out in [9] shows that the main disadvantage of the MSSBFA is its narrow bandwidth due to the resonant structure of this type of antennas.

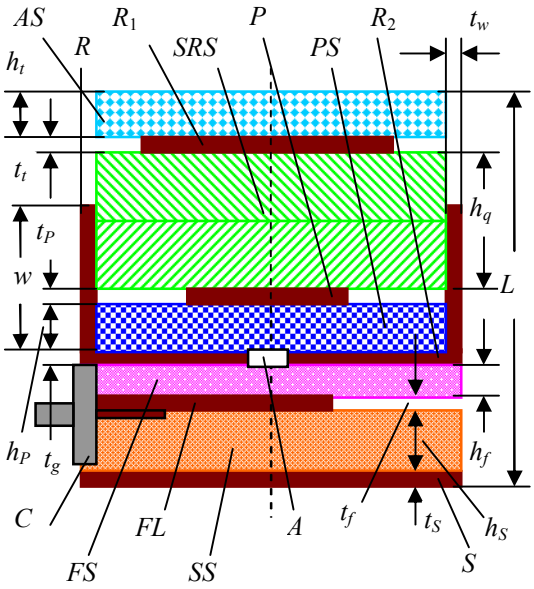
The goal of this study is a design and simulation investigation of MSSBFA with high gain and wide bandwidth. For this reason an aperture coupled feed is chosen as an antenna feed. It allows independent optimization of the feed and radiating parts of the antenna due to the metal ground plane placed between them. Also, two resonances are inserted in the impedance characteristic of the antenna. The first one (at the lower frequency) is the patch resonance, and the second one (at the higher frequency) is the backfire resonance.

Three types of aperture coupled MSSBFAs (ACMSSBFAs) are considered in the research: an ACMSSBFA with a conventional rim (antenna A1) and two ACMSSBFAs with a corrugated rim (an

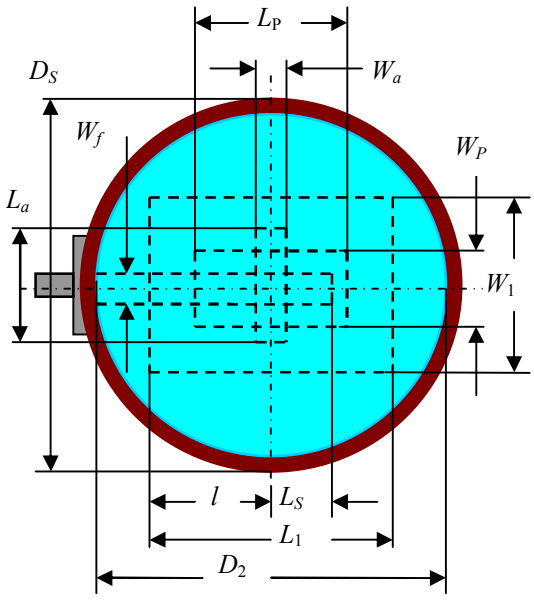
ACMSSBFA with one ring (antenna A2) and an ACMSSBFA with two rings (antenna A3).

II. APERTURE COUPLED MICROSTRIP SHORT BACKFIRE ANTENNA WITH A CONVENTIONAL RIM

The geometry of an ACMSSBFA with a conventional rim is shown in Fig. 1 and the denotations of its dimensions are listed in Table 1.



(a)



(b)

Fig. 1. Geometry of the antenna A1: (a) cross section, (b) front view

The antenna consists of the following elements: small reflector R_1, big reflector R_2, patch P, rim R, slot (aperture) A, microstrip feed line FL, screen S, connector C, additional substrate AS (Taconic TLX-7: ε_{rt} = 2.6, $\tan\delta_t$ = 0.0019), small reflector substrate SRS (Arlon AD 410: ε_{rq} = 4.1, $\tan\delta_q$ = 0.0030), patch substrate PS (Arlon AD 600: ε_{rp} = 6.15, $\tan\delta_p$ = 0.0030), feed substrate FS (Arlon AD 600: ε_{rf} = 6.15, $\tan\delta_f$ = 0.0030) and screen substrate SS (Taconic TLX-7: ε_{rs} = 2.6, $\tan\delta_s$ = 0.0019).

The approximative design of the antenna is carried out according to the recommendations of [10] reducing all dimensions approximately $n = \sqrt{\varepsilon_r}$ times, where ε_r is the relative dielectric constant of the corresponding substrate and n is its indice of refraction. The antenna dimensions are optimized by a computer simulation using the software CST Microwave Studio 2008 and given in Table 1. As criteria in the optimization the impedance bandwidth bw and the back radiation level BRL are chosen.

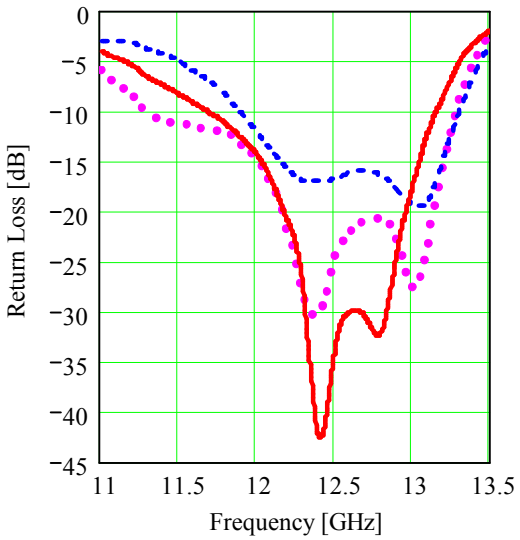


Fig. 2. Return loss of the antennas: antenna A1 – dot line; antenna A2 – dash line and antenna A3 – solid line

The return loss (the module of the reflection coefficient S_{11}), the directivity D, the gain G and the back radiation level BRL of the antenna A1 versus frequency in the frequency band 11 GHz to 13.5 GHz are shown in Fig. 2 to Fig. 5.

The co- and cross-polarization radiation

Table 1. Dimensions of the antennas

Antenna / Dimension,mm	A1	A2	A3
Big reflector inner diameter D_2	24	24	24
Big refl./Ground thickness t_g	0.018	0.018	0.018
Antenna length L	13.14	13.14	13.14
Small reflector length L_1	7.6	7.2	7.2
Small reflector width w_1	6.175	5.85	5.85
Small reflector thickness t_t	0.035	0.035	0.035
Rim width w	6.1	6.4	6
Rim thickness t_w	1.0	0.5	0.5
Ring/First ring width w_1	-	2.5	2.5
Ring/First ring thickness t_1	-	0.5	0.5
Ring height u	-	1	-
Ring thickness t_u	-	0.5	-
Ring/First ring distance h_1	-	0.4	0
Second ring width w_2	-	-	2
Second ring thickness t_2	-	-	0.5
Second ring distance h_2	-	-	0
Patch length L_P	2.2	2	2
Patch width W_P	1.788	1.625	1.625
Patch thickness t_P	0.035	0.035	0.035
Slot length L_a	3.8	3.8	3.8
Slot width W_a	0.38	0.38	0.38
Feed line length l	12	11.9	11.9
Stub length L_S	0.7	0.9	0.9
Feed line width W_f	0.98	0.98	0.98
Feed line thick. t_f	0.018	0.018	0.018
Screen diam. D_S	24	24	24
Screen thickn. t_S	0.035	0.035	0.035
Additional Subst. thickness h_t	1.575	1.575	1.575
Small reflector thickness h_q	6.35	6.35	6.35
Patch substrate thickness h_P	1.27	1.27	1.27
Feed substrate thickness h_f	0.635	0.635	0.635
Screen substrate thickness h_S	3.175	3.175	3.175

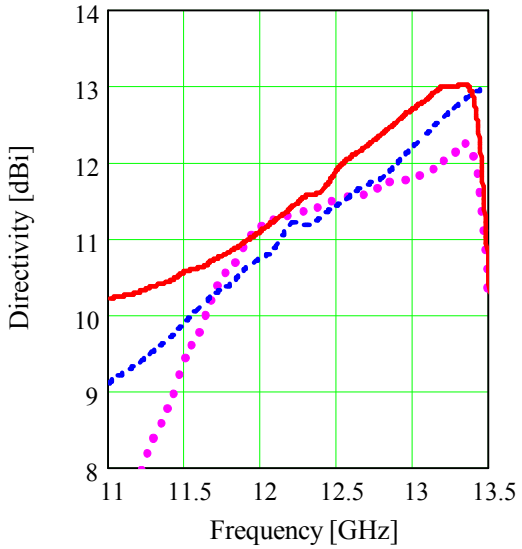


Fig. 3. Directivity of the antennas: antenna A1 – dot line; antenna A2 – dash line and antenna A3 – solid line

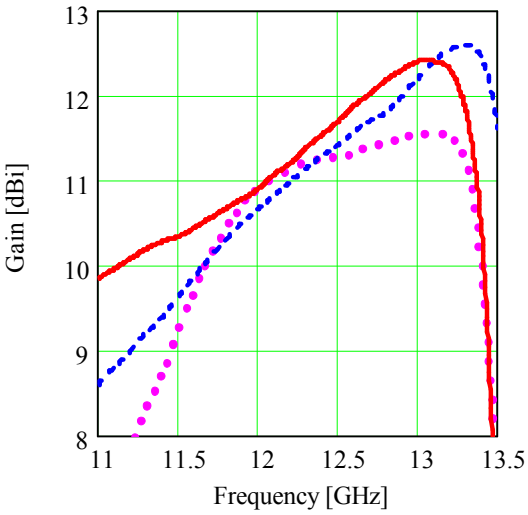


Fig. 4. Gain of the antennas: antenna A1 – dot line; antenna A2 – dash line and antenna A3 – solid line

patterns of the antenna A1 in E- and H-planes at frequency f = 2.4 GHz are shown in Fig. 6.

The basic electrical parameters of the antenna A1 obtained by computer simulation are summarized in Table 2. It is seen from the table that the antenna A1 has a bandwidth bw of 14.6 %, a maximum gain G_{max} of 11.5 dBi, a back radiation level BRL between -6 dB and -16.4 dB and a maximum cross-polar level XPL_{max} = -25 dB and -44 dB in E- and H-

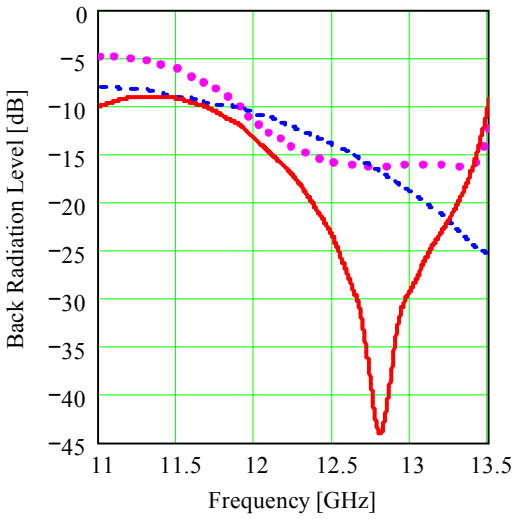


Fig. 5. Back radiation level of the antennas: antenna A1 – dot line; antenna A2 – dash line and antenna A3 – solid line

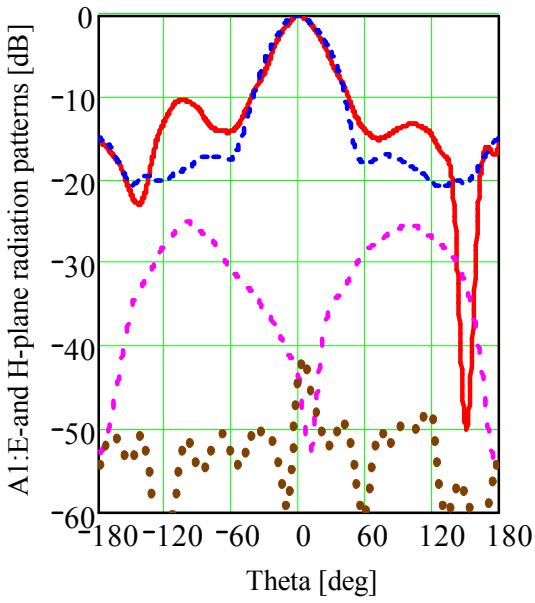


Fig. 6. Radiation patterns of the antenna A1: E-plane: co-polar – solid line cross-polar – dadot line; H-plane: co-polar – dash line, cross-polar – dot line; $f = 2.4$ GHz

plane, respectively, at frequency $f = 2.4$ GHz.

III. APERTURE COUPLED MICRO-STRIP SHORT BACKFIRE ANTENNA WITH ONE RING

It is known [11] that the virtual radiating aperture of the SBFA extends far outside the physical radiating aperture. In this manner it is possible to improve the electrical characteristics of the antenna (the directivity and the back radiation level) by changing the shape of the rim.

Table 2. Electrical parameters of the antennas

Antenna / El. parameter	A1	A2	A3
Min. frequency f_{min}, GHz	11.47	11.90	11.68
Max. frequency f_{max}, GHz	13.28	13.30	13.15
Central frequency f_0, GHz	12.38	12.60	12.42
Central wave-length λ_0, mm	24.24	23.81	24.16
Frequency band-width BW, GHz	1.81	1.40	1.47
Fractional band-width bw, %	14.63	11.11	11.84
Max. directivity D_{max}, dBi	12.1	13	13
Directivity in the bandwidth D, dBi	> 9.1	>10.6	>10.7
Max. gain G_{max}, dBi	11.5	12.6	12.4
Gain within the bandwidth G, dBi	> 9	>10.5	>10.5
Max. back radia-tion BRL_{max}, dB	-6	-10.2	-10.1
Min. back radia-tion BRL_{min}, dB	-16.4	-23	-44
Radiation pattern at $f =$, GHz	12.40	12.50	12.50
E-plane beamwidth $2\theta_{3dBE}$, deg	40	38	38
Max. E-plane sidelobe level SLL_{Emax}, dB	-10	-10.4	-12.8
Max. E-plane cross-pol XPL_{Emax}, dB	-25	-25	-30
H-plane beamwidth $2\theta_{3dBH}$, deg	46	46	46
Max. H-plane sidelobe level SLL_{Hmax}, dB	-17	-20	-18.5
Max. H-plane cross-pol XPL_{Hmax}, dB	-44	-37	-43
Back radiation BRL, dB	-15	-14	-24

Fig. 7 shows the geometry of an ACMSSBFA with one additional ring placed on the rim (an antenna A2).

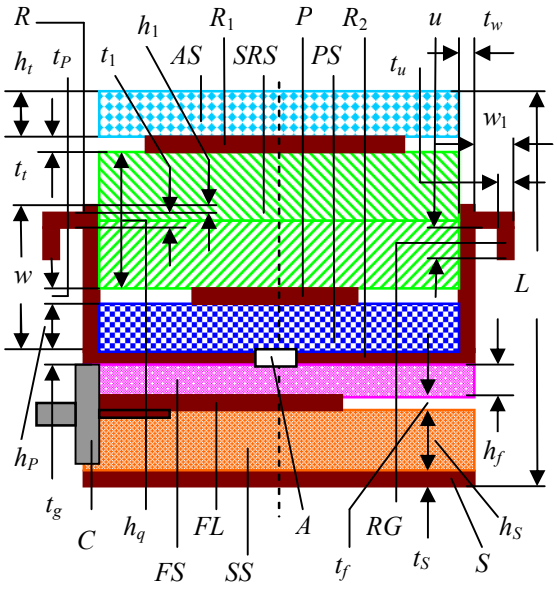


Fig. 7. Geometry of the antenna A2

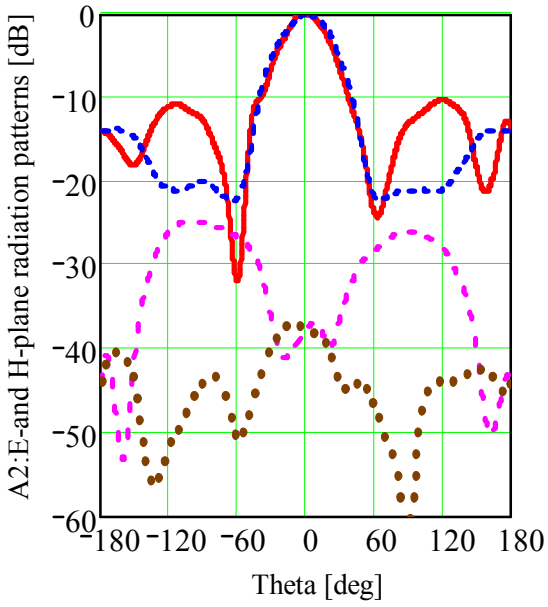


Fig. 8. Radiation patterns of the antenna A2: E-plane: co-polar – solid line cross-polar – dadot line; H-plane: co-polar – dash line, cross-polar – dot line; $f = 2.5$ GHz

The new dimensions of the antenna in comparison with an antenna A1 are: the ring width w_1, the ring thicknesses t_1 and t_u, the ring height u and the ring distance h_1. The antenna dimensions after the computer optimization are given in Table 1.

The simulated electrical characteristics of the antenna A2 are shown in Fig. 2 to Fig. 5 and Fig. 8. For comparison the basic electrical parameters of the antenna are shown in Table 2. They have the following values: a bandwidth bw = 11.1 %, a maximum gain G_{max} = 12.6 dBi, a back radiation level BRL between -10.2 dB and -23 dB and a maximum cross-polarization level XPL_{max} = -25 dB and -37 dB in E- and H-plane, respectively, at frequency $f = 2.5$ GHz. The bandwidth of the antenna A2 decreases by 3.5 % in comparison with antenna A1, but its gain and back radiation level are improved. The cross-polar characteristics of the antenna remain almost the same.

IV. APERTURE COUPLED MICRO-STRIP SHORT BACKFIRE ANTENNA WITH TWO RINGS

Fig. 9 shows the geometry of an ACMSSBFA with two rings on the rim (antenna A3).

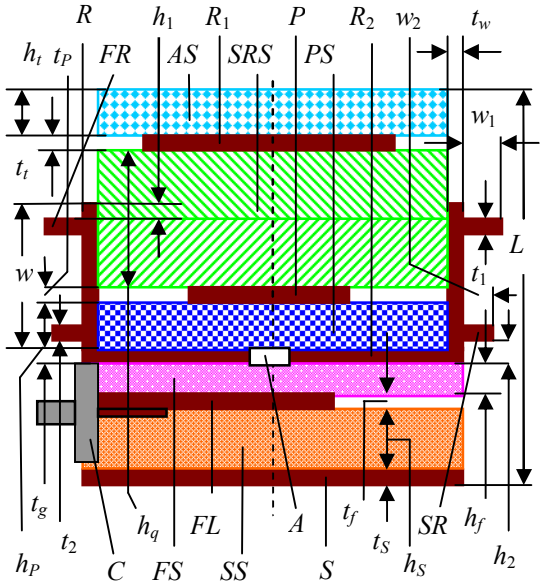


Fig. 9. Geometry of the antenna A3

The following dimensions of the antenna are optimized by computer simulation: the rim width w, the rim thickness t_w, the first ring width w_1, the first ring thickness t_1, the first ring distance h_1, the second ring width w_2, the second ring

thickness t_2 and the second ring distance h_2. Their optimized values are given in Table 1.

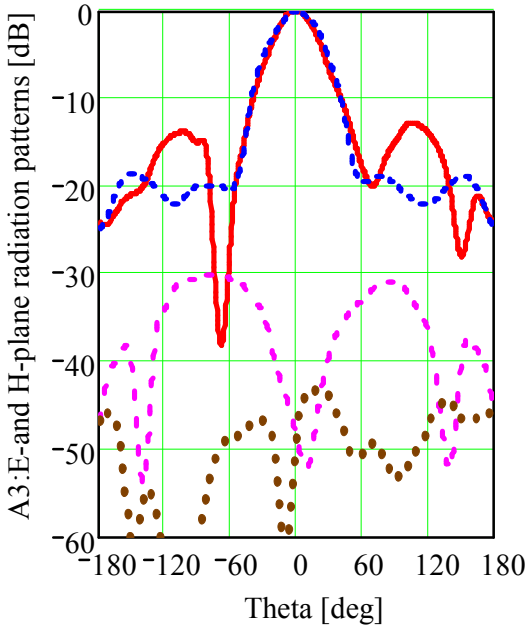


Fig.10. Radiation patterns of the antenna A3: E-plane: co-polar – solid line, cross-polar – dadot line; H-plane: co-polar – dash line, cross-polar – dot line; f = 2.5 GHz

The simulated electrical characteristics of the antenna A3 are shown in Fig. 2 to Fig. 5 and Fig. 10 and its electrical parameters are listed in Table 2. The antenna A3 has a bandwidth bw of 11.8 %, a maximum gain G_{max} of 12.4 dBi, a back radiation level BRL between -10.1 dB and -44 dB and a maximum cross-polarization level XPL_{max} = -30 dB and -43 dB in E- and H-plane, respectively, at frequency f = 2.5 GHz. The bandwidth of the antenna A3 decreases by 2.8 % in comparison with antenna A1, but its gain, back radiation level and cross-polarization characteristics are improved.

V. CONCLUSION

The studies of aperture coupled microstrip short backfire antennas show that their characteristics can be essentially improved and they could find wide application in the contemporary communications, particularly, in the mobile communications.

ACKNOWLEDGEMENT

The first two authors wish to acknowledge Bulgarian Ministry of Education, Youth and Science and the Technical University of Varna for financial support under the Project No PD-2/2010 “Study of Microstrip Short Backfire Antennas”.

REFERENCES

[1]. G.v. Trentini. Bündelung elektrischer Wellen durch Leitscheiben. Zeitschrift für angewandte Physik, 1954, 6, No. 10, s. 462-470.
[2]. H.W. Ehrenspeck. The Short Backfire Antenna. Proceedings of the IEEE, 1965, Vol. 53, No. 8, pp. 1138-1140.
[3]. A. Kumar, H.D. Hristov. Microwave Cavity Antennas. Norwood, MA, Artech House, Boston. London, 1989.
[4]. K. Fujimoto, J.R. James. Mobile Antenna Systems Handbook. Second Edition, Norwood, MA, Artech House, Boston. London, 2001.
[5]. C.M. Kaloi. Microstrip Backfire Antenna. US Patent No. 4 347 517/Aug. 31, 1982 (Filed: Jan. 26, 1981).
[6]. C.M. Kaloi, D. Hatfield, P. Simon. Microstrip Backfire Antenna. Proceedings of the IEEE AP-S Symposium, 1981, pp. 343-346.
[7]. R.Q. Lee, K.-F. Lee. Experimental Study of the Two-Layer Electromagnetically Coupled Rectangular Patch Antenna. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 1990, Vol. 38, No. 8, pp. 1298-1302.
[8]. E. Nishiyama, M. Aikawa. FDTD Analysis of Stacked Microstrip Antenna with High Gain. Progress In Electromagnetics Research (PIER), 2001, Vol. 33, pp. 29-43.
[9]. G.T. Chervenkov, G.S. Kirov. Microstrip Short Backfire Antennas. Годишник на Технически университет във Варна. Варна, 2009, т. I, с. 20-25.
[10].G.S. Kirov. Design of Short Backfire Antennas. IEEE Antennas & Propagation Magazine, 2009, Vol. 51, No. 6, pp. 110-120.
[11].H.W. Ehrenspeck. A New Class of Medium – Size High-Efficiency Reflector Antennas. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 1974, Vol. 22, No. 2, pp. 329-332.

Contact information:
Dr. G.S. Kirov, associated professor, Dept. of Radio engineering, FE, TU-Varna, Studentska Str.1, 503E.
e-mail: gkirov@abv.bg
M.Sc.Eng. G.T.Chervenkov, Ph.D. student, Dept. of Radio engineering, FE, TU-Varna, Studentska Str.1, 514E.
e-mail: lz2gec @abv.bg
M.Sc.Eng. D.M. Radev, Navigat LTD Varna.

Рецензент: доц. д-р инж. Йордан Урумов

ПРОЕКТИРАНЕ НА ДВУЧЕСТОТНИ МИКРОЛЕНТОВИ ПРЪСТЕНОВИДНИ АНТЕНИ

DESIGN OF DUAL-FREQUENCY MICROSTRIP ANNULAR-RING ANTENNAS

Г.С. Киров
G.S. Kirov

Резюме: Разширяването на честотната лента на антените е изключително важна задача за разрешаване в съвременните антенни системи. В някои случаи разширяването на честотната лента на антените се постига чрез използване на антени, които работят на две различни честоти или честотни обхвати. Този подход е използван в представената статия, в която е описана двучестотна система от две микролентови пръстеновидни антени (МЛПА). Предложени са методики за проектиране на единична МЛПА и на двойна МЛПА. Експерименталните резултати, получени с антените, проектирани по предложената методика, са в добро съответствие с теорията. Те позволяват създаването на високоефективни двучестотни микролентови антени

Ключови думи: двучестотна антена, двучестотна микролентова антена с два кръгови пръстена, двучестотна микролентова пръстеновидна антена, микролентова пръстеновидна антена

Abstract: The bandwidth widening of the antennas is an exclusively important problem to solving in the contemporary antenna systems. In some cases the antenna broadbanding is achieved using antennas which operate at two different frequencies or frequency bands. This approach is used in the present article in which a dual-frequency system of two microstrip annular-ring antennas (MSARAs) is described. Design procedures of a single MSARA and a double MSARA are proposed. The experimental results obtained with antennas designed according to proposed procedure are in good agreement with the theory. They allow the creation of high efficient dual-frequency microstrip antennas

Keywords: dual-frquency antenna, dual-frequency microstrip annular-ring antenna, dual-frequency microstrip double annular-ring antenna, microstrip annular-ring antenna

I. INTRODUCTION

The microstrip annular-ring antenna (MSARA) was first studied by Bergman and Schultz [1] as a traveling wave antenna. The geometry of the antenna is shown in Fig. 1. It consists of an annular-ring patch *AR*, a metal ground plane *G*, a dielectric substrate *S*, and a coaxial connector *C*. TM_{nml} modes with components E_z, H_r, and H_φ are excited in the ring resonator of the antenna. For the thin substrates, usually used in MSARAs, fields may be considered as independent of z coordinate ($l = 0$).

The MSARA has several advantages in comparison with microstrip circular-disk antenna (MSCDA). First, the resonant frequency of the lowest order TM_{110} mode can be much lower than a circular disk of approximately the same size [2] (Fig. 2). In application to arrays, this allows the elements to be more densely situated, thereby reducing

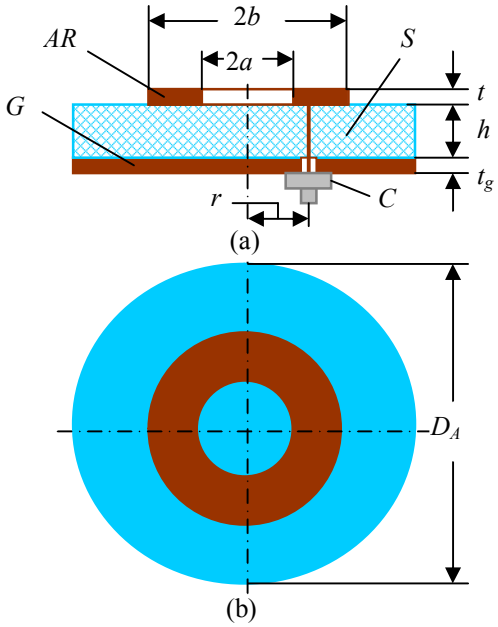


Fig. 1. Geometry of a microstrip annular- ring antenna: (a) cross section, (b) front view

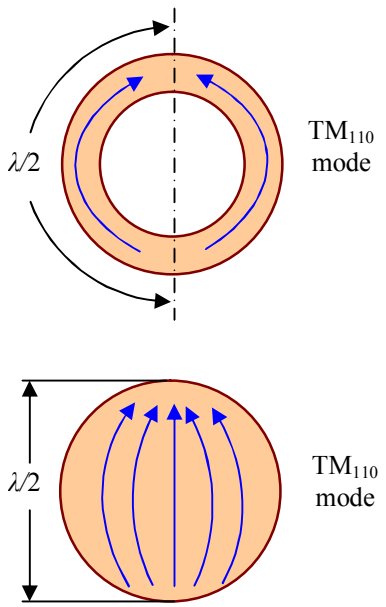


Fig. 2. Difference in current lengths between circular disk and annular ring

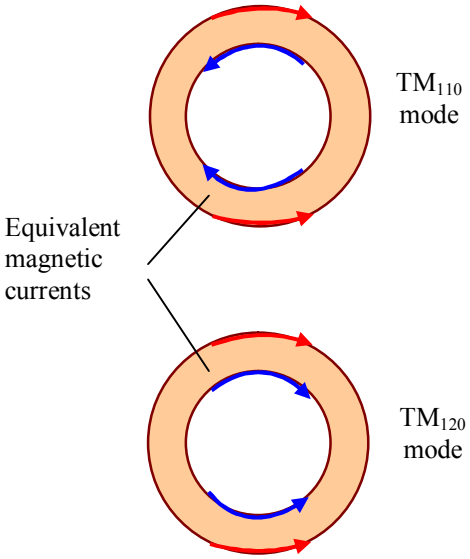


Fig. 3. Equivalent magnetic currents for TM_{110} and TM_{120} modes in an annular-ring antenna

the apparition of grating lobes [3]. Secondly, the separation of the modes can be controlled by the ratio of outer to inner radii. Fig. 3 shows that in the MSARA the

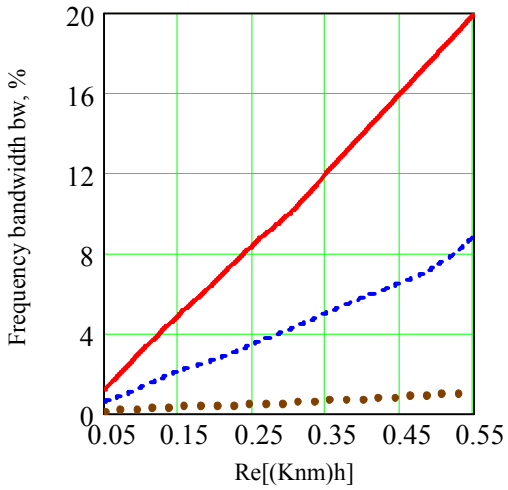


Fig. 4. Bandwidth of two microstrip antennas [2]: circular disk, TM_{110} – dashed line; annular-ring: TM_{110}-dotted line, TM_{120} – solid line

equivalent magnetic currents of the inner and outer edges for TM_{110} mode are of opposite polarity, while the same currents for the higher-order broadside modes, i.e. TM_{120} are of the same polarity. On the other hand, compared to a MSCDA, the MSARA has less stored energy and thus a lower Q-factor. The last two reasons lead to a wider bandwidth of the antenna [2] (Fig. 4).

II. DESIGN OF A MICROSTRIP ANNULAR-RING ANTENNA

Assuming that only TM modes exist, the resonant frequencies are determined by

$$f_{nm} = \frac{k_{nm} c}{2\pi \sqrt{\varepsilon_{reff}}} \qquad (1)$$

where c is the speed of light in vacuo, ε_{reff} is the effective relative dielectric constant of the substrate, and k_{nm} are the roots of the characteristic equation

$$J_n'(ka)Y_n'(kb) - J_n'(kb)Y_n'(ka) = 0 \qquad (2)$$

In equation (2), $J_n(x)$ and $Y_n(x)$ are

Besel functions of the first and second kind, order n, respectively, the prime denotes

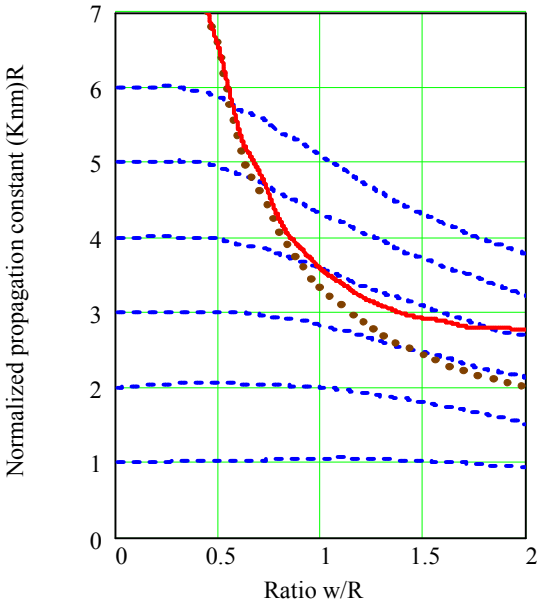


Fig. 5. Chart of some TM resonant modes in microstrip ring resonator [4]: TM_{n10} – dashed line, TM_{020} – dotted line and TM_{120} – solid line

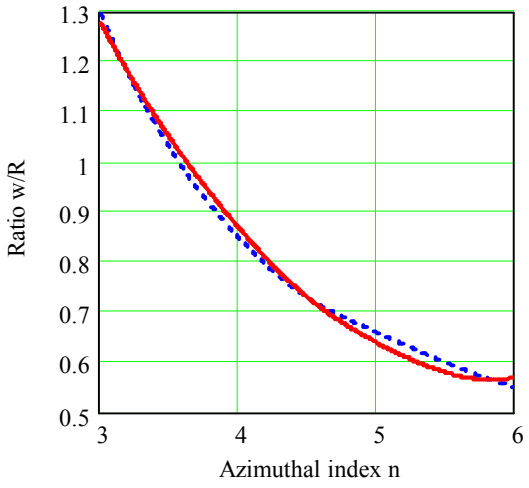


Fig. 6. Ratio w/R versus azimuthal index n: Wu and Rosenbaum – dashed line; quadratic approximation – solid line

derivates with respect to kr, and a and b are the inner and outer radius of the annular ring, respectively. The integer n is the azimuthal mode number, and the radial index m designates the mth radial root of (2) for a given n.

Fig. 5 shows the mode chart of some TM resonant modes in microstrip ring resonator by solution of (2) from Wu and Rosenbaum [4]. The solution of (2) for TM_{120} mode may be presented by following quadratic approximation

$$w/R = 3.511 - n(1 - 0.085n), \quad 3 \le n \le 6 \qquad (3)$$

where w is the annular-ring width, R is a mean radius

$$R = (a + b)/2 \qquad (4)$$

Table 1. Ratio w/R and coefficient q for microstrip annular-ring antennas

Az.index *n* / **Parameter**	**3**	**4**	**5**	**6**
Ratio w/R [4]	1.30	0.85	0.66	0.55
Ratio w/R (3)	1.28	0.87	0.64	0.57
Error $\delta_{w/R}$, %	1.54	2.35	3.03	3.64
Av. error $(\delta_{w/R})_{av}$, %	2.64			
Coef. q [4, 5]	0.91	0.89	0.87	0.85
Coef. q (6)	0.92	0.89	0.86	0.85
Error δ_q, %	1.10	0	1.15	0
Av. error $(\delta_q)_{av}$, %	0.56			

The average relative error $(\delta_{w/R})_{av}$ in the approximation is 2.64 % for $3 \le n \le 6$ (Fig. 6 and Table 1).

The effective relative dielectric constant in (1) is determined from the expression [4, 5]

$$\varepsilon_{reff} = 1 + q(\varepsilon_r - 1) \qquad (5)$$

where ε_r is the relative dielectric constant of the substrate and q is a filling factor. Its values are shown in Fig. 7 and Table 1.

The values of the coefficient q in (5) may be found using the expression

$$q = 0.750 + 0.205(w/R) - 0.055(w/R)^2, \qquad (6)$$
$$0.2 \le w/R \le 2.0$$

with an average relative error $(\delta_q)_{av}$ in the approximation equal to 1.16 % (Fig.7).

Design procedure

The central frequency f is assumed

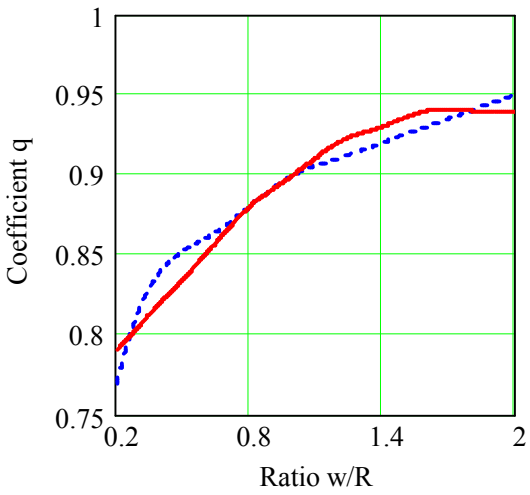


Fig. 7. Coefficient q versus ratio w/R : Wu and Rosenbaum – dashed line; quadratic approximation – solid line

known in the design.

1). Azimuthal number n

Its value is chosen and depends of the concrete application of the antenna.

2). Ratio w/R

It is determined by the expression (3).

3). Coefficient q

The formula (6) gives the value of q.

4). Effective relative dielectric constant ε_{reff}

Its value is determined by the expression (5).

5). Mean radius R

$$R = \frac{n\lambda}{2\pi\sqrt{\varepsilon_{reff}}} \qquad (7)$$

where λ is the wavelength corresponding to the central frequency f.

6). Annular ring width w

$$w = (w/R)R \qquad (8)$$

7). Inner radius a

$$a = R - w/2 \qquad (9)$$

8). Outer radius b

$$b = R + w/2. \qquad (10)$$

III. DESIGN OF A DUAL-FREQUENCY MICROSTRIP DOUBLE ANNULAR-RING ANTENNA

The main disadvantage of the microstrip antennas is their narrow bandwidth. In some cases the antenna broadbanding is achieved using antennas which operate at two different frequencies or frequency bands. It is possible, for example, to combine the annular ring with a second microstrip element, such as a circular disk within its aperture, to form a compact dual-band antenna system [6]. In this study a double annular-ring antenna system is used (Fig. 8). The antenna consists of two concentric microstrip annular rings: the inner ring operates at higher frequency, while the outer ring is tuned at lower frequency.

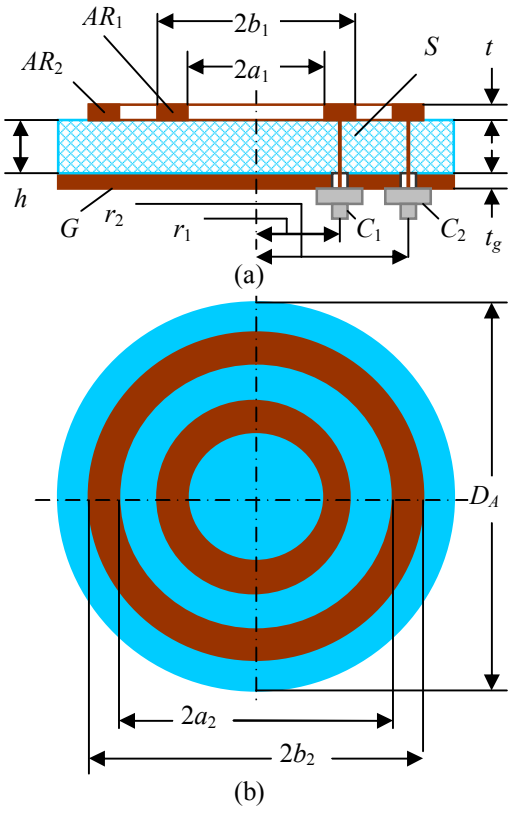


Fig. 8. Geometry of a microstrip double annular-ring antenna: (a) cross section, (b) front view

The desin of the dual-frequency microstrip double annular-ring antenna is similar to the design of a single MSARA. Only the choice of the azimuthal number n is critical and strongly depends on the frequency

ratio f_1/f_2. The low ratio f_1/f_2 (between 1.5 and 2) requires different values of the azimuthal number n and vice-versa – the higher ratio f_1/f_2 allows a choice of equal values for this quantity.

IV. PRACTICAL EXAMPLES

In order to verify the validity of the proposed design procedure three dual-frequency microstrip double annular-ring antennas with frequency ratio f_1/f_2 between 6.25 and 2.29 and equal values of the azimuthal number as follows: antenna A1/A2 – n = 3, antenna A3/A4 – n = 5, and antenna A5/A6 – n = 6, were designed, fabricated and tested in the frequency range 1 to 8 GHz. The antenna dimensions including the optimum values of the feed radii r_{opt} are listed in Table2.

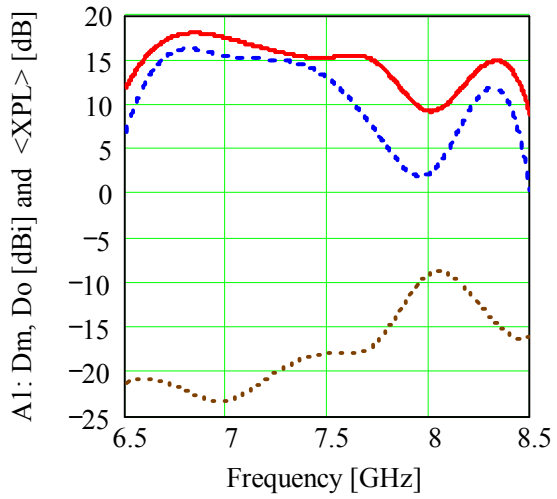


Fig. 9. Directivities D_m (solid line), D_0 (dashed line) and average cross-polar level <*XPL*> (dotted line) versus frequency for antenna A1

In Fig. 9 and Fig. 10 the maximum directivity D_m, the broadside directivity D_0 (for $\theta = 0^0$) and the average cross-polarization level <*XPL*> versus frequency for antennas A1 and A2, respectively, are drawn. The basic electrical parameters of all antennas are summarized in Table 3. For comparison in the same table is shown the parameter A calculated as follows

$$A = D_0(BW/f_0)_{VSWR=3.0} \qquad (11)$$

Table 2. Parameters and dimensions of the antennas A1/A2, A3/A4 and A5/A6

Antenna Par./dim.	**A1/A2 (n = 3)**	**A3/A4 (n = 5)**	**A5/A6 (n = 6)**
Ratio f_1/f_2	6.25	3	2.29
Diameter D_A, mm	400	240	220
Ring thic. t, mm	0.5		
Ground thic.t_g,mm	1		
Sub.thick. h, mm	4		
Sub. diel. const. ε_r	2.28		
Eff. diel. const. ε_{reff}	2.178	2.101	2.088
Inner ant.	**A1**	**A3**	**A5**
Fr. f, GHz	7.5	6	5.5
Wavelen-gth λ, mm	40	50	54.545
Mean rad. R, mm	12.94 0.324 λ	27.45 0.549 λ	36.05 0.661 λ
Ring widt. w, mm	17 0.425 λ	17.56 0.351 λ	20.6 0.378 λ
In. radius a, mm	4.44 0.111 λ	18.67 0.373 λ	25.75 0.472 λ
Out.radius b, mm	21.44 0.536 λ	36.23 0.725 λ	46.35 0.850 λ
Ratio b/a	4.83	1.94	1.80
Feed rad. r_{opt}, mm	4.44 1.0a	24.46 1.31a	30.64 1.19a
Out. ant.	**A2**	**A4**	**A6**
Fr. f, GHz	1.2	2	2.4
Wavelen-gth λ, mm	250	150	125
Mean rad. R, mm	80.88 0.324 λ	82.35 0.549 λ	82.60 0.661 λ
Ring widt. w, mm	104.34 0.417 λ	52.70 0.351 λ	47.08 0.377 λ
In. radius a, mm	28.71 0.115 λ	56 0.373 λ	59.06 0.472 λ
Out.radius b, mm	133.05 0.532 λ	108.7 0.725 λ	106.14 0.849 λ
Ratio b/a	4.63	1.94	1.80
Feed rad. r_{opt}, mm	120 4.18a	76.72 1.37a	100.40 1.7a

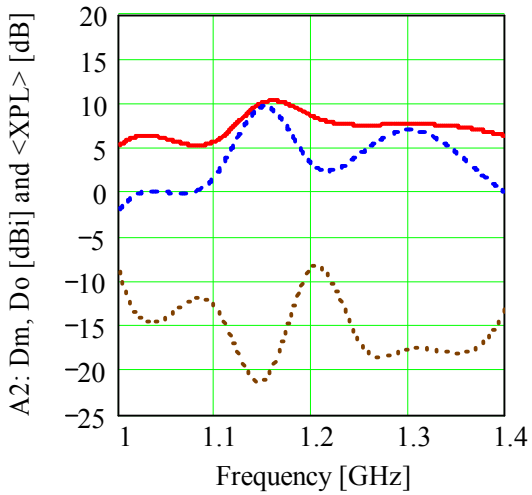


Fig. 10. Directivities D_m (solid line), D_0 (dashed line) and average cross-polar level <*XPL*> (dotted line) versus frequency for antenna A2

Table 3. Measured electrical parameters of the antennas A1/A2, A3/A4 A5/A6

Antenna Param.	**A1/A2 (*n* = 3)**	**A3/A4 (*n* = 5)**	**A5/A6 (*n* = 6)**
Inner (higher frequency) antenna			
Res. freq. f_0, GHz	7.6	6.3	5.18
Bandwdth $bw_{3.0}$, %	1.2	12.8	5.74
Maximum dir.D_m, dB	15	7	9.4
Broadside dir. D_0, dB	10	-3.5	1.4
Cross-pol <*XPL*>,dB	-17.5	-19.4	-18
Coef. *A*	0.12	0.06	0.08
Outer (lower frequency) antenna			
Res. freq. f_0, GHz	1.2	2.1	2.54
Bandwdth $bw_{3.0}$, %	2.5	4.64	7.09
Maximum dir.D_m, dB	8.56	4.9	7.6
Broadside dir. D_0, dB	3	-7.03	1.5
Cross-pol <*XPL*>,dB	-8.4	-15.5	-9.9
Coef. *A*	0.05	0.01	0.10

where BW and f_0 are the measured bandwidths and resonant frequencies of the investigated antennas in GHz. It is seen from the table, that the best performance possesses the antenna with azimuthal number $n = 3$.

VI. CONCLUSION

A procedure for design of high-efficiency dual-frequency MSARAs has been proposed. It is found a good agreement between the measured and design characteristics of the investigated antennas. The MSARA is compact, simple and cheap to build and can be employed for many attractive applications in the contemporary communications.

ACKNOWLEDGEMENT

The author wishes to acknowledge Bulgarian Ministry of Education, Youth and Science and Technical University of Varna for financial support under the Project No 40/ 2008 “Investigation and creation of high efficiency devices and systems in the electronics and communications”.

REFERENCES

[1]. W.J. Bergman and F.V. Schultz. The Circular Traveling-Wave Antenna. IRE Int. Conv. Rec., 1955, Vol. 3, pt. 1, pp. 40-50.
[2]. W.C. Chew. A Broad-Band Annular-ring Microstrip Antenna.. IEEE Trans. on AP, 1982, Vol. 30, No. 5, pp. 918-922.
[3]. J.R. James & P.S. Hall (Editors). Handbook of Microstrip Antennas. Peter Peregrinus Ltd., 1989, Vol. 1, Ch. 3.
[4]. Y.S. Wu and F.J. Rosenbaum. Mode Chart for Microstrip Ring Resonators. IEEE Trans. on MTT, 1973, Vol. 21, No. 7, pp. 487-489.
[5]. H.A. Wheeler. Transmission-line properties of parallel strips separated by a dielectric sheet. IEEE Trans. on MTT, 1965, Vol. 13, No. 2, pp. 172-185.
[6]. J.W. Mink. Circular ring microstrip antenna elements. IEEE AP-S Int. Symp. Dig., 1980, pp. 605-608.

Contact information:
Dr. G.S. Kirov, associated professor, Dept. of Radio engineering, FE, TU-Varna, Studentska Str.1, 503E.
e-mail: gkirov@abv.bg

Рецензент: доц. д-р инж. Йордан Урумов – ТУ - Варна

ПРОЕКТИРАНЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ НА ПАСИВНИ ФИЛТРИ С ПОМОЩТА НА ПРОГРАМНАТА СРЕДА LABVIEW

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF PASSIVE FILTERS USING LABVIEW

Валентина Илиева Маркова

Резюме: В тази статия са проектирани и реализирани пасивни филтри с помощта на учебната платформата Elvis II. В тази платформа се съчетава работата на два продукта - софтуера Multisim, които се използва за проектиране и симулиране на електрически схеми и програмната среда LabView, която позволява извършването на задълбочени експериментални изследвания върху реални устройства, при осигуряване на голяма достоверност на получените резултати. Целта е да се демонстрират възможностите на тази платформа при изучаването на една сравнително трудна материя каквато е теория на веригите. Представени са резултати от изследвания на няколко базови RC и LC филтри, получени чрез симулации и чрез реални реализации.

Ключови думи: Multisim, LabView, Elvis II, пасивни филтри

Abstract: In this paper the design and the realization of the passive filters using platform Elvis II are represented. This educational platform based on LabView is completely integrated with Multisim. The aim is to demonstrate it possibilities for teaching circuits concepts. For this reason the simulation and implementation of some basic RC and LC filters are investigated.

Keywords: Multisim, LabView, Elvis II, passive filters

I. ВЪВЕДЕНИЕ

През последните 20 години програмният продукт *Multisim* се превърна в лидер в областта на проектирането и симулацията на електрически схеми. С вградените си библиотеки този софтуер позволява изследването на практически всички електронни схеми, при това с много висока степен на достоверност.

Това е лесна за управление платформа, която дава възможности на преподаватели, студенти и специалисти да използват богат набор от средства (елементи и измервателни уреди) за анализ поведението на различни вериги.

Нещо повече *Multisim* позволява да се наблюдават характеристиките на изследваните вериги в реално време т.е всяка промяна в стойностите на даден елемент веднага се отразява върху съответната характеристика. В резултат на това студентите усвояват много по-лесно теорията на веригите [1].

През 1992г. фирмата *National Instruments* променя света на инженерите като създава графичната програмна среда *LabView*, която има повече от 450 вградени функции за анализ и обработка на сигнали[2]. *LabView* се интегрира добре с хиляди хардуерни устройства и благодарение на стотиците си вградени библиотеки позволява задълбочен анализ на всякакви системи и визуализация на данни.

Предимствата на софтуера Multisim и програмната среда *LabView* са съчетани блестящо в учебната платформа NI ELVIS II (Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite)[3].

NI ELVIS II позволява обучение по редица технически дисциплини – схемотехника, измерване и обработка на сигнали, моделиране на процеси, симулация, проектиране на системи, телекомуникации, ембедед дизайн и др.

Благодарение на тази платформа, преподаватели, студенти или специалисти могат първо да симулират действието на дадена електрическа схема чрез *Multisim*, след това да я проектират с помощта на ELVIS II и накрая да направят реални измервания с *LabView*.

Най-голямото предимство на ELVIS II е възможността да се изследват едновременно симулационния модел и реално проектирания с помощта на вградени виртуални устройства. Това от своя страна дава практическа насоченост на образователния процес.

В тази статия са проектирани и реализирани пасивни филтри с помощта на платформата ELVIS II. Целта е да се демонстрират предимствата на тази платформа при изучаването на една сравнително трудна материя каквато е теория на веригите.

Във втора глава са направени симулации със софтуера *Multisim* на няколко добре известни пасивни филтъра. След това в глава трета съответните филтри са реализирани и изследвани с помощта на платформата ELVIS II. Демонстрирани са разликите от резултатите, получени чрез симулации и тези от реални измервания с *LabView*.

II. СИМУЛАЦИОННИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА ПАСИВНИ ФИЛТРИ С *MULTISIM*

В тази точка са демонстрирани възможностите на продукта Multisim, които е част от платформата ELVIS II, като са представени резултати от изследванията на честотните характеристики на възможно най-простите реализации на RC и LC филтри.

2.1. RC филтри

2.1.1. Нискочестотни RC филтри

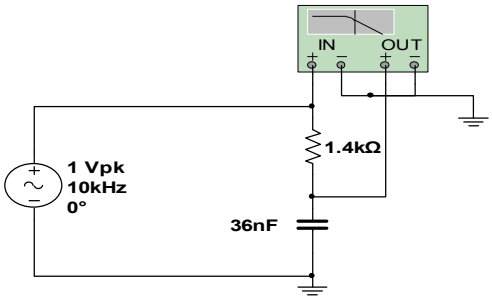
Разглеждаме нискочестотеният филтър (НЧФ), показан на фиг.1, който има следните стойности на елементите:

R = 1,4 кΩ. C = 36 nF.

Съгласно теорията, граничната честота се определя с израза:

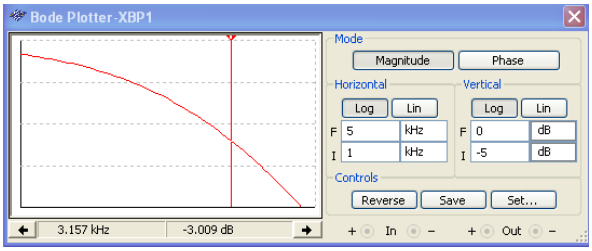
$$F_C = \frac{1}{2\pi RC} \qquad (1)$$

За използваните елементи се получава: $F_c = 3159\,\text{Hz}$.

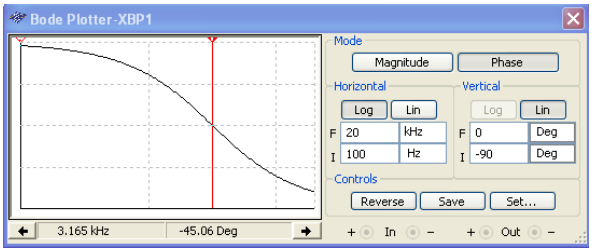


Фиг.1. Схема на опитната постановка

На фиг.2 и фиг.3 са представени графично получените резултатите съответно за амплитудно-честотната (АЧХ) и фазово-честотната характеристика (ФЧХ) на симулирания филтър. Трябва да отбележим, че отчените след симулацията гранична честота $F_c = 3157\,\text{Hz}$ и дефазиране $\varphi \approx 45°$ съвпадат с теоретичните. Това показва високата достоверност на резултатите от симулацията.



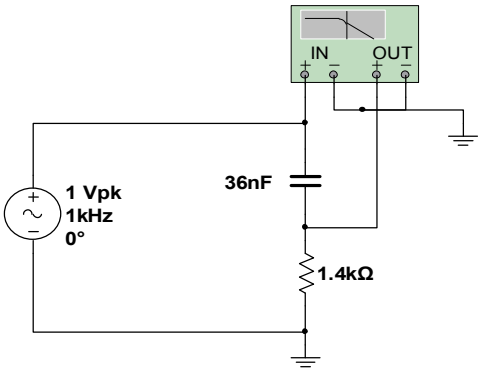
Фиг.2. АЧХ на симулирания НЧ филтър



Фиг.3. ФЧХ на симулирания НЧ филтър

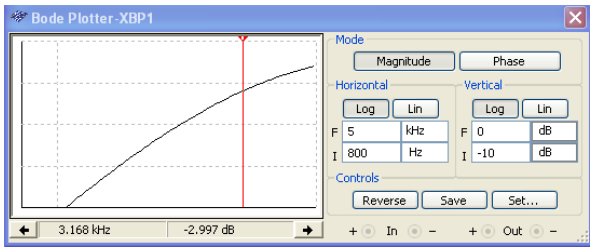
2.1.2. Високочестотни RC филтри

Разглеждаме високочестотен филтър (ВЧФ), представен на фиг.4, в които са използвани същите стойности на компонентите, както в т.2.1.1.

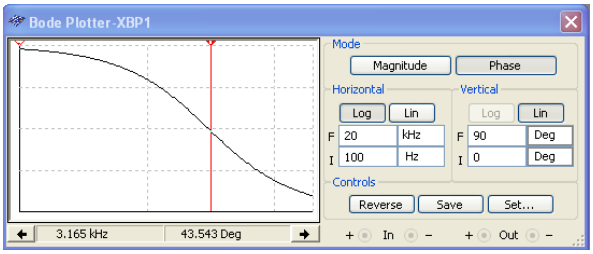


Фиг.4. Схема на опитната постановка

АЧХ и ФЧХ на симулирания ВЧ филтър са изобразени съответно на фиг.5 и фиг.6. От получените резултати се вижда, че при ниво - 3 dB са отчетени гранична честота $F_c = 3168$ Hz и дефазиране $\varphi \approx 43{,}5°$. В този случай разликата между изчислената и измерената стойност на граничната честота е под 0.3%.



Фиг.5. АЧХ на симулирания ВЧ филтър



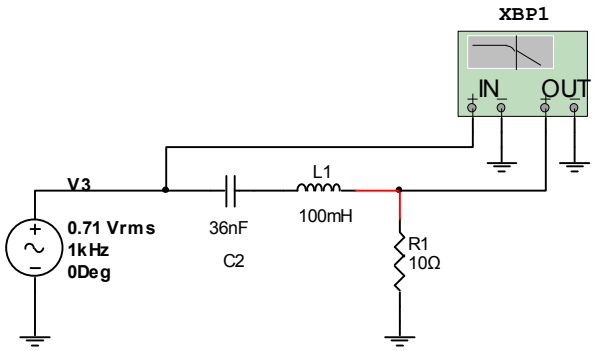
Фиг.6. ФЧХ на симулирания ВЧ филтър

2.2. RLC филтър с последователен трептящ кръг

При резонанс се получава максимум на тока в трептящият кръг. Този ток протича през R_1 и предизвиква максимум на напрежението при резонансната честота, определена по формулата:

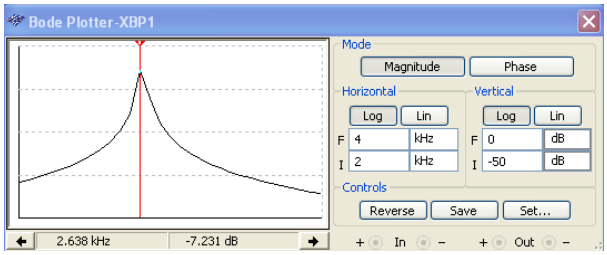
$$F_z = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}. \qquad (2)$$

На фиг.7 е показана принципната схема на LC филтър с последователен трептящ кръг, симулиран със следните стойности на елементите: L = 0,1 H и C = 36 nF. Съответно теоритично изчислената резонансна честота има стойност: $F_z = 2653$ Hz.

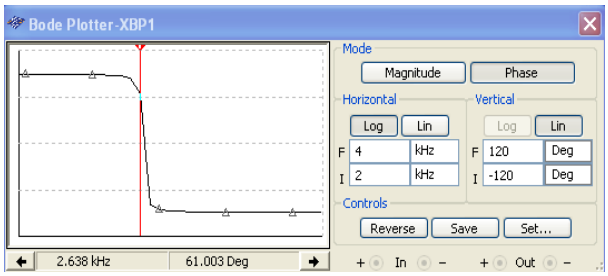


Фиг.7. Схема на опитната постановка

Резултатите от симулирането на работата на схемата са представени на фиг.8 и на фиг.9. Максимална стойност на напрежението се получава при резонансна честота $F_z = 2638$ Hz, която е с 15Hz по-малко от изчислената и дефазиране $\varphi \approx 61°$.Отчетеното дефазиране се отличава значително от теоретичната стойност ($\varphi \approx 0°$), което се дължи на голямата стръмност на ФЧХ в изследвания участък и недостатъчно високата разделителна способност на продукта в зададения честотен диапазон.



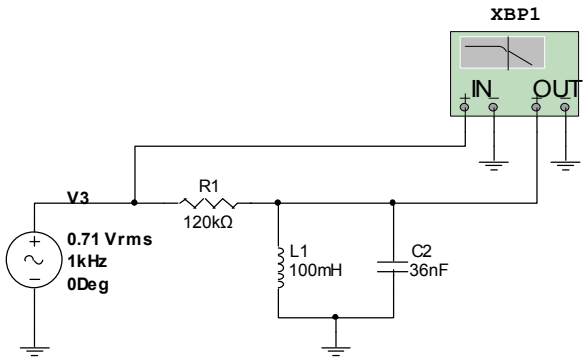
Фиг.8. АЧХ на симулирания филтър



Фиг.9. ФЧХ на симулирания филтър

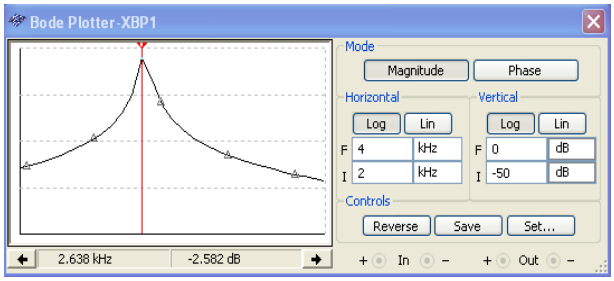
2.3. LC филтър с паралелен трептящ кръг

При паралелен трептящ кръг се получава резонанс на напрежението, т.е при резонансната честота се получава максимум на напрежението, постъпващо към Bode plotter. Принципната схема на LC филтър, симулирана със същите стойности на елементите е представена на фиг.10.

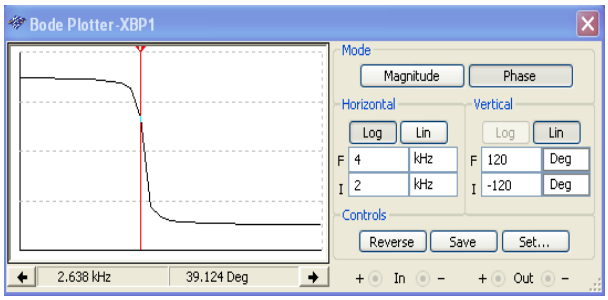


Фиг.10. Схема на опитната постановка

След направената симулация са отчетени резонансна честота $F_z = 2638\,\text{Hz}$ (фиг.11) и дефазиране $\varphi \approx 39°$ (фиг.12). Относителната грешка за резонансната честота е отново много малка – под 0,5 %. Грешката при дефазирането се дължи на същата неточност при отчитането.



Фиг.11. АЧХ на симулирания филтър



Фиг.12. ФЧХ на симулирания филтър

III. РЕАЛИЗАЦИЯ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПАСИВНИ ФИЛТРИ С LABVIEW

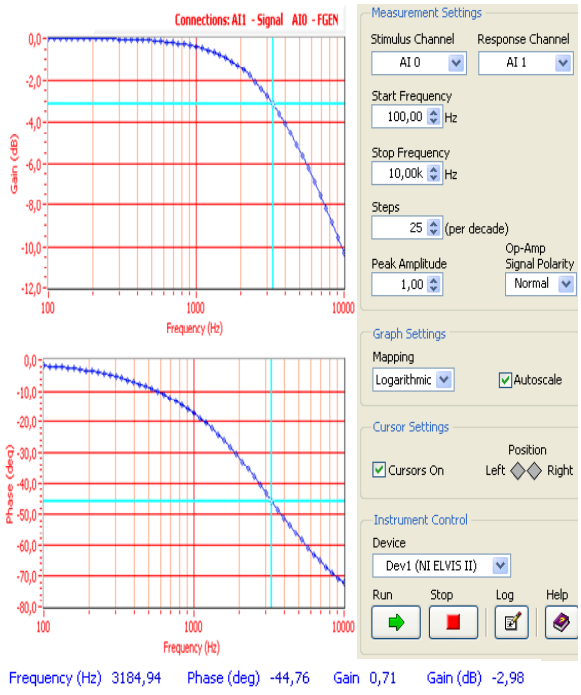
3.1. RC филтри

3.1.1. Нискочестотни RC филтри

Използвани са резистор със измерена стойност на съпротивлението $R = 1{,}3994\ \text{k}\Omega$ и кондензатор с капацитет $C = 36{,}77\ \text{nF}$.

Граничната честота, определена по формула (1), е $F_c = 3093\ \text{Hz}$.

Резултатите от работата на реализираната схема, получени от изследване с програмната среда LabView, са представени на фиг.13.



Фиг.13. АЧХ и ФЧХ на реализирания филтър

Компонентите, използвани при реалните експерименти, имат параметри, съответстващи на производствения им толеранс. Тези стойности се отличават от заложените при изчисленията и симулациите. Тази е причината за получаване на допълнителни разлики между измерените параметри с програмната среда *LabView* в реализираните схеми с тези от симулациите. Това ясно се вижда на фиг.13, където са отчетени гранична честота $F_c = 3185\,\text{Hz}$ и дефазиране $\varphi \approx 45°$.

3.1.2. Високочестотни RC филтри

При реализацията на ВЧФ са използвани същите елементи, като в т.3.1.1.

Получените АЧХ и ФЧХ са показани на фиг.14. Трябва да отбележим, че граничната честота на ВЧФ и НЧФ, изследвани с LabView имат една и съща стойност $F_c = 3185\,\text{Hz}$. Това е доказателство от една страна за точността на измерванията, а от друга за причините довели до разминаване със съответните стойности при симулация и теоретични изчисления.

3.2. RLC последователна верига

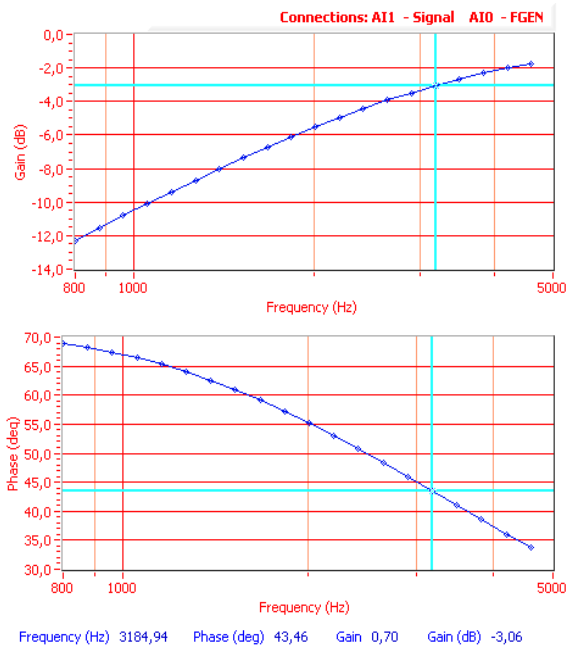
Използвани са бобина с измерена стойност на индуктивността L = 96,77 mH и кондензатор с измерена стойност на капацитета C = 36,77 nF.

Резонансната честота, определена по формула (2),

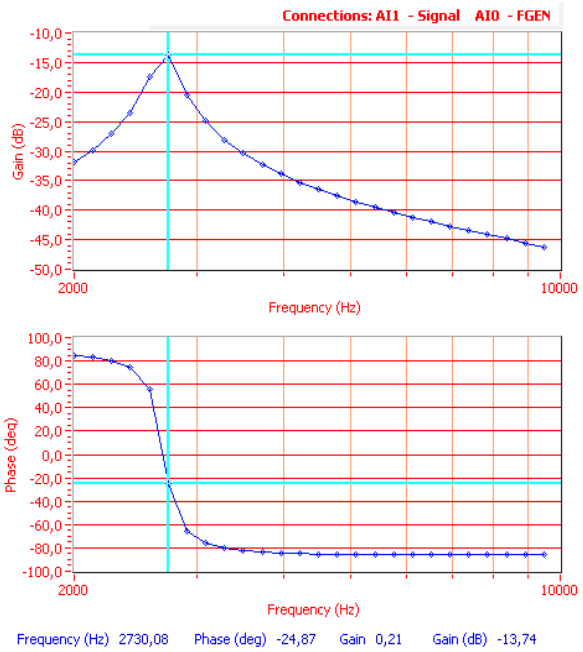
е $F_z = 2653\,\text{Hz}$.

При експерименталните изследвания са използвани реални елементи, отличаващи се от идеалните по толеранса в стойностите им и наличието на паразитни параметри: за резистора – индуктивност и капацитет; за кондензатора – загуби и индуктивност; за бобина – загуби и капацитет. Тези фактори обуславят сравнително големите разлики между експерименталните, симулираните и изчислените честотни характеристики на филтрите.

В сравнение с фиг. 8, формата на АЧХ на реализирания LC филтър (фиг.15) не е толкова стръмна в областта на резонансната честота, която в този случай има стойност $F_z = 2730$ Hz, а дефазирането е само $\varphi \approx 24°$.



Фиг.14. АЧХ и ФЧХ на реализирания филтър



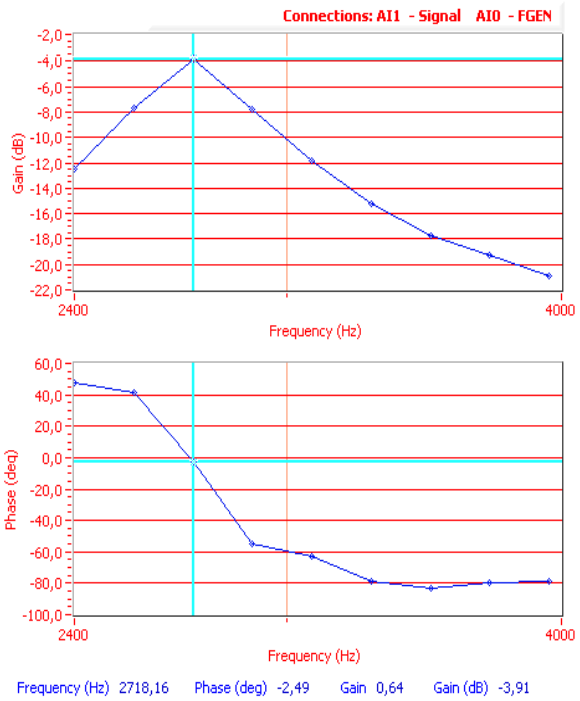
Фиг.15. АЧХ и ФЧХ на реализирания филтър

3.3. RLC паралелна верига

За проектирането на този филтър са използвани са същите бобина и кондензатор (както в т.3.2), при което резонансната честота е същата.

Резонансната честота на реализирания LC филтър, отбелязана на фиг.15, има стойност $F_z = 2718\,\text{Hz}$.

Интересен е фактът, че в този случай отчетеното дефазиране почти съвпада с идеалното $\varphi \approx 2.5°$.



Фиг.16. АЧХ и ФЧХ на реализирания RLC филтър

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учебната платформа NI ELVIS II, включваща два продукта - софтура Multisim за симулиране работата на разработваното устройство и програмната среда LabView, позволява извършването на задълбочени експериментални изследвания върху реални устройства, при осигуряване на голяма достоверност на получените резултати.

Възможностите на учебната платформа облекчават учебния процес, чрез визуализация в реално време на изследваните схеми. Едновременното наблюдаване на резултатите от симулацията и от реалния експеримент са предпоставка за по-бързото и лесно усвояване на теоретичните знания. Това води до повишаване качеството на учебния процес.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] T.Shields. Practical teaching ideas for Multisim10. Toronto, National Instrument Corp., 2007.

[2] B. Paton. Introduction to NI ELVIS. National Instrument Corp., 2009.

[3] В. Драганов, Б. Найденов, Р.Димова Учебна платформа за проектиране и моделиране NI ELVIS II, Годишник на ТУ-Варна, 2009.

За контакти:

инж. Валентина Маркова, главен асистент д-р в Катедра ”Съобщителна техника” при ФЕ на ТУ-Варна, ул. Студентска № 1, 409Е, e-mail: valliq@abv.bg

Рецензент:

инж. Венцеслав Драганов, доцент д-р в Катедра ”Съобщителна техника” при ФЕ на ТУ-Варна, ул. Студентска № 1, 411Е, e-mail: draganov_vd@abv.bg

МЕТОД ЗА МОДУЛНА РЕДУКЦИЯ БЕЗ ТРАДИЦИОННО ДЕЛЕНИЕ ПРИ АСИМЕТРИЧНИ КРИПТОГРАФСКИ АЛГОРИТМИ

METHOD FOR MODULAR REDUCTION WITHOUT TRIAL DIVISION FOR ASYMMETRIC CRYPTOGRAPHIC ALGORITHMS

Пламен Стоянов, Тодорка Георгиева

Резюме: Скоростта за обработка на данните при криптографските алгоритми с публичен ключ се определя основно от модулната редукция X = A mod M за многоразмерни числа. Предложен е ефективен начин за намаляване на времето чрез промяна на модула с кратен на b^n. Извършват се предварителни изчисления с умножение и деление. В предлаганият метод за намиране A mod M , тези операции се заместват само с елементарните - ротация, събиране и изваждане. В предварителните изчисления се използват изваждане и ротация.

Ключови думи: асиметрични алгоритми, криптография, модулна редукция, целочислена аритметика.

Abstract: In the paper the operational speed of public-key cryptosystems is determined by modular reduction X = A mod M for large integers. Effective way to reduce time is presented by changing the module multiple of b^n. Pre-calculation have made with multiplication and division. In the prposed method of finding AmodM, these operations are replaced by rotation, addition and substraction. In pre-calculation are used substraction and rotation.

Keywords: asymmetric algorithms, cryptography, modular reduction, integer arithmetics.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

С повсеместно навлизане на комуникациите във всички сфери на живота, мерките за защита срещу непреднамерени и целенасочени въздействия стават все по-важни, вследствие на нанесените щети. Степента на защита срещу шумови въздействия в комуникационните канали, се осъществява чрез използването на методите и средствата на теорията на информацията и предаването на данни. За целта се използва методът на шумоустойчивото кодиране и декодиране на информацията. Най-широко приложение намират шумоустойчивите линейни кодове. Те се използват в режим на откриване и корекция на независими и пакетни грешки. Най-разпространени от линейните блокови кодове е класът на цикличните кодове (CRC- Cyclic Redundancy Code) [3]. Използват се основно в режим на откриване на пакети от грешки с последващо повторно предаване на грешно приетите блокове.

Осигуряването на достатъчна степен на защита на данните срещу неправомерен достъп, се осъществява с помощта на използването на криптографски алгоритми. Цел на криптографията е разработването на сигурни криптографски алгоритми и протоколи, както и на ефективни режими за тяхното приложение. Обект на криптоанализа е разработката на методи и средства за анализ на криптографските системи и за оценка на тяхната сигурност.

Входните данни за криптографския алгоритъм се нарича открит текст (plaintext), а изходните преобразувани данни – шифротекст (ciphertext). Преобразуването на открития текст в криптограма е криптиране (encryption), а обратният процес е декриптиране (decryption). Използват се един или няколко ключа, които са функционалната зависимост при двата процеса. Криптографските алгоритми са два типа: симетрични и асиметрични. Разделянето е според използваните ключове. При симетричните алгоритми се използва един и същ ключ при криптиране и декриптиране. При асиметричните се

използват различни ключове защото функционалните зависимости са различни[4]. Криптографските алгоритми биват блокови и потокови. При блоковите данните се разделят на групи с определен обем (при DES е 64bits), които се обработват независимо един от друг. При потоковите алгоритми всеки бит се променя според определена функционална зависимост.

II. АНАЛИЗ

Предимство на асиметричните алгоритми пред симетричните е, че не се изисква секретен канал за обмен на сесийни ключове. Повечето криптосистеми с публичен ключ се основават на сложността от факторизиране на целочислени стойности с висока разрядност, както и на изчисляване на дискретни логаритми. Най-често използваните алгоритми са RSA, Diffie-Hellman, DSS, ElGamal. При тях, скоростта на обработка на данните се определя от операциите по модулна експонента $A^E \bmod M$, където A е основата, E е степента и M е модулът [1]. При алгоритъм на ElGamal, изразът е от вида $R^A X^B Y^C \bmod M$ [6]. Модулната експонента се изчислява като последователни модулни умножения [7]. Извършва се целочислено умножение с последваща редукция по модул M. При алгоритъм RSA (разработен 1977г.) [2] , за индустриални приложения се използва ключ с размер 1024 до 2048 bits. Производителността на RSA е значително по-ниска в сравнение със симетричните алгоритми. При декриптиране се използва китайската теорема за остатъците (CRT), което повишава бързодействието [8]. Софтуерната реализация на RSA е около 100 пъти по-бавна от DES [3]. Най-често използваните алгоритми за модулна редукция са алгоритмите на Barrett и Montgomery. При алгоритъм на Barrett [4] предварително се изчислява $R=b^{2n}/M$, където n е разрядността на модула. Изчислява се цялата част чрез $Y=\lfloor A/b^{n-1} \rfloor * \lfloor b^{2n}/M \rfloor / b^{n+1}$. При алгоритъм на Montgomery[5] се избира основа $R=b^n$ и (R,N)=1. Изчислява се N', така че $RR^{-1}-NN'=1$. За намиране на $X=A \bmod M$ се изчислява

$$X=AR^{-1} \bmod M = (T+(TN' \bmod R)N)/R.$$

При двата метода се извършват предварителни изчисления. Целта е да се промени модулът, така че при обработката на данни да се използва само умножение и да се избегне целочислено деление на произволна основа. За избягване на операциите умножение и деление се предлага следният алгоритъм в операторен вид:

$$\text{Input}: \quad A = \sum_{i=0}^{2n-1} a_i.2^i \ , \quad M = \sum_{i=0}^{n-1} m_i.2^i$$

$$\text{Output}: \quad X = \sum_{i=0}^{n-1} x_i.2^i = A \bmod M$$

1. $X \leftarrow \lfloor A/2^n \rfloor$

   1.1 while $X \geq M$ do $X \leftarrow X - M$

   1.2 $S \leftarrow 2^n - M$

   $i \leftarrow n$

2. while $i < 2n$ do :

   2.1 if i bit =1 then $X \leftarrow X + S$

   if $X \geq M$ then $X \leftarrow X - M$

   2.2 $S \leftarrow 2*S$

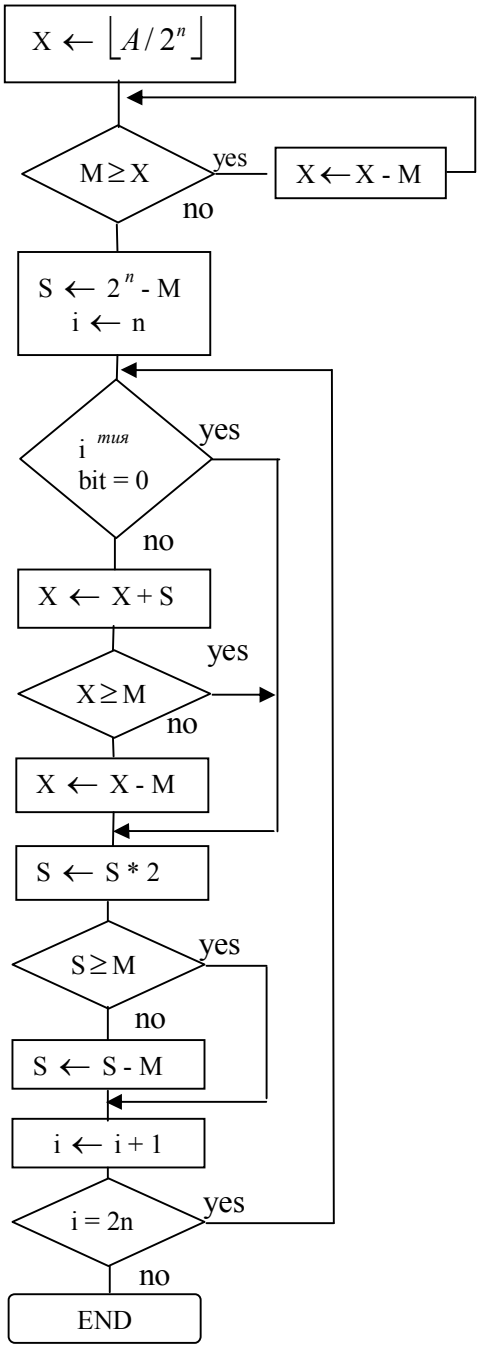
   if $S \geq M$ then $S \leftarrow S - M$

   2.3 $i \leftarrow i + 1$

В стъпка 1 от алгоритъма се извършват предварителни изчисления. Запомня се остатъка $A \bmod 2^n$ и се изчислява разликата $S=2^n - M$, използвана за основа при изчисленията в цикъла. Проверката $X \geq M$ не е нужна при алгоритми като RSA, тъй като при тях $M^2 > A$. В стъпка 2 действията се извършват в цикъл толкова пъти, колкото е размерността на модула. Ако проверяваният бит е =1, то към временният резултат X се прибавя текущата стойност на S. В стъпка 2.2 S се умножава по 2 за да се подготви за следващия цикъл. Тъй като $S=2^n \bmod M$ то $2^{n+m} \bmod M = S * 2^m \bmod M$. Проверките $X \geq M$ и $S \geq M$ не отнемат допълнително време, тъй като се извършва

предварително изваждане и ако се изпълни условието се работи с първоначалната стойност.

Представяне на алгоритъма в блоков вид:



III. ИЗВОДИ

При известните алгоритми за модулна редукция се извършват предварителни изчисления, с цел промяна на модула с кратен на b^n, за по-бърза обработка на блоковете от данни. При тези изчисления се използват умножение и деление на многоразрядни стойности.

В предложеният алгоритъм се използват само елементарните операции – събиране, изваждане и ротация. Той може да намери приложение при използването на микроконтролери с по-малки изчислителни възможности и без хардуерни умножители. При обработката на малък обем данни, неговата ефективност е по-висока в сравнение с традиционните алгоритми поради много кратките предварителни изчисления.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. A. Lenstra. Computational Methods in Public-key cryptology. Institute for Mathematical Sciences, National University of Singapore, 2002.

[2]. R. Rivest, A. Shamir, L. Adleman. A method for obtaining for digital signatures and public-key cryptosystems. CACM, vol.21, pp.120-126, 1978

[3]. П. Антонов, С. Малчев. Криптография в компютърните комуникации. Варна 2000г.

[4]. P. Barrett. Implementing the Rivest Shamir Adleman public-key encryption algorithm on a standart digital signal processor. Advances in Cryptology – CRYPTO'86, pp.311-323, 1987

[5]. P. Montgomery. Modular multiplication without trial division. Mathematics of Computation, vol.44, pp.519-521, 1985.

[6]. T. ElGamal. A public key cryptosystem and a signature scheme based on discrete logarithms. IEEE Transactions of Information Theory 31 (4), pp.469-472, 1985

[7]. Chia-Long Wu. Fast modular multi-exponentiation using modified complex arithmetic. Applied Mathematics and Computation, pp.1065-1074, 2007.

[8]. T.R. Rao. Aryabhata Remainder Theorem : Relevance to public-key crypto algorithms. Symposium on Cryptography and Information Security. Japan 2005.

За контакти:

инж. Пламен Стоянов, асистент в Катедра"Съобщителна техника" при ЕФ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 412Е

инж. Тодорка Георгиева, асистент в Катедра"Съобщителна техника" при ЕФ на ТУ-Варна.

e-mail: pl63@abv.bg

Рецензент:

доц. д-р. инж. Розалина Димова - ТУ-Варна

МЕТОДИКА ЗА ОЦЕНКА НА ADSL ЛИНИИ

METHOD FOR ADSL TELEPHONE LINES MEASURE

Розалина Димова

Резюме: Представя се методика за оценка на телефонни линии, които предоставят услуга за асиметричен цифров абонатен достъп (ADSL) за клиентите на телекомуникационния оператор. Предложен е алгоритъм за тестване на параметри на телефонната линия с цел използването и за миграция към по-високоскоростна услуга. Изследвана е зависимостта от преносната среда на технологията за асиметричен абонатен достъп.
Ключови думи: ADSL ,телефонна линия

Abstract: The paper presents method for telephone lines measure when telecommunication operators use ADSL access. Aalgorithm for telephone line parameters testing is formulated for migration to higher speed line access. Trends in ADSL service and transmission quality have shown.
Keywords: ADSL, telephone line

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Технологиите за цифровизиране на абонатната линия DSL(Digital Subscriber Line) са разработени за осигуряване на високоскоростен пренос на данни по телефонни линии в честотния обхват над 4 kHz. Развитието на технологиите за цифрова обработка на сигналите и технологиите за кодиране на информация, позволяват да се повиши многократно информационния капацитет на линиите за абонатен достъп. Ширината на използваната честотна лента през последните няколко години е увеличена в пъти - от приблизително 100 kHz при цифровата мрежа с интегрирани услуги ISDN, до повече от 10 MHz при VDSL. Между отделните DSL технологии съществуват различия както по отношение на броя на използваните медни двойки проводници и типа модулация, така и по отношение на скоростите на пренос и свързаните с тях максимални разстояния.

Технологията ADSL (Assymetric Digital Subscriber Line – асиметрична цифрова абонатна линия) е стандартизирана от ITU-T с препоръка G.992.1 в средата на 90-те години на миналия век, с цел предоставяне на услуги, ползващи асиметрично предаване на данни. Пример за това е предоставяне на видео по поръчка, когато трябва да се предава голямо количество данни към потребителя, а данните за заявка от него към централата са многократно по-малко. Технологията позволява реализиране на три информационни канала, като използва за преносна среда само един чифт от абонатната мрежа. Използването на високоефективна модулационна техника и цифрова обработка на сигналите позволява, по високоскоростния канал от мрежата към потребителя, да се предава информация със скорости от 1,5 Mbit/s до 6,144 Mbit/s. Дуплексният канал позволява предаване на информация със скорости от16 kbit/s до 640 kbit/s. Третият канал е обикновен телефонен канал по който, независимо от другите високоскоростни канали могат да се провеждат телефонни разговори[1].

Технологията ADSL поддържа множество широколентови приложения, като например високоскоростен достъп до Интернет, дистанционен достъп, виртуални частни мрежи, текущо мултимедийно съдържание. Повечето от тези приложения следват типичния модел клиент-сървър, където болшинството от информацията се изпраща в низходяща посока към клиента. Мултиплексорите DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) са устройства, които поддържат и управляват връзките към DSL модемите на клиентите и едновременно с това са свързани чрез високоскоростна мрежа към Интернет. На практика всеки DSL абонат е постоянно свързан

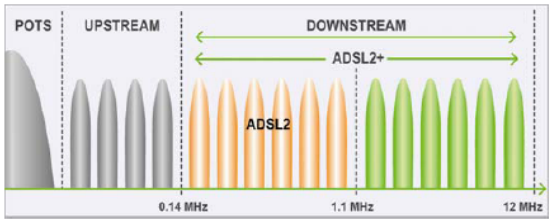
едновременно към най-близката телефонна централа и към Интернет.

Много от приложенията, които се ползват при ADSL, включват цифрово компресирано видео. Това е свързано с предаване на сигнал в реално време и не може да се използва контрол на грешките на ниво канал (link-level) или мрежа (network-level). Затова технологията ADSL включва корекция на грешките в права посока (forward error correction), което намалява грешките, предизвикани от импулсни шумове. При ADSL се извършва и коригиране на грешките символ по символ (symbol-by-symbol basis), което също намалява грешките, предизвикани от шум, индуктиран в линията.

RADSL(Rate-Adaptive Digital Subscriber Line – цифрова абонатна линия с адаптивна скорост) е друго приложение на асиметричната xDSL технология, която работи при поддържаните от ADSL скорости на предаване. Предлага допълнително възможност за динамично адаптиране на скоростта към качеството на абонатната линия, което е реализирано със специализиран софтуер. Скоростта се определя по време на синхронизацията на линията, при начално установяване. Това намалява разходите на труд за въвеждане, проверка и обслужване на линията. Модемите извършват постоянна адаптация към изменение на електрическите характеристики на линията.

Универсален или наричан още Splitterless ADSL (UADSL) представлява опростен вариант на технологията ADSL, при която силно са олекотени инсталирането и работата с ADSL модема. UADSL е в състояние да работи без така наречения POTS-сплитер, който разделя телефонния канал от каналите за предаване на данни. Вследствие на опростяванията, скоростта на работа на системата в посока към абоната е 1,5Mbit/s и 512 Kbit/s обратно в посока към мрежата. Технологията е насочена към домашни абонати и е стандартизирана през 1998 г. от ITU (G.992.2)[2] .

Развитието на ADSL довежда до създаване на нови стандарти от ITU-T ADSL2 (Препоръки G.992.3 и G.992.4). При тях се постига по-голяма скорост в посока към абоната - до 12 Mbit/s и се удължава разстоянието на връзката със 180m. Подобрено е динамичното адаптиране на скоростта и диагностиката. В спецификацията е включен и енергоспестяващ режим на “standby”. Приемането на 16-степенно кодиране TC-PAM в съчетание с алгоритъм за едноразредна квадратурно амплитудна модулация (QAM) позволява да се повиши ефективността на модулацията и така да се достигнат по-високи скорости на предаване по дълги линии, с малко съотношение сигнал/шум (SNR). За разлика от първия стандарта ADSL, спецификацията ADSL2 предвижда възможност за програмно изменение броя на служебните битове в предаваните пакети. Подобряване на характеристиките в ADSL2 се постига чрез използване на по-ефективна модулация, съкращаваща служебната информация във фреймовете. Ползват се усъвършенствани алгоритми за обработване на сигналите. При традиционния ADSL служебната информация е твърдо зададена на 32 Kbit/s в пакет, а при ADSL2 тя може да се програмира от 4 Kbit/s go 32 Kbit/s. Процедурите за инициализация траят от 3 до 10 секунди и гарантират съвместимост между устройства от различни производители, и осигуряват по-високите скорости. Ограничена е мощността в двата края на линията, с което се намалява ехото и прослушването между линиите в близък край (NEXT). По време на инициализация се извършва деактивация на тонове. Ползват се и техники за активиране на схеми за анулиране на радиочестотната интерференция (RFI). Осигурява се информация за качеството на линията и нивото на шумовете в двата и края, в реално време. На фиг. 1 е представен ползвания честотен диапазон от ADSL2. Тези технология дава допълнителни възможност на телекомуникационните оператори да предлагат на пазара нова широколентова качествена и надеждна услуга.



Фиг.1 Честотен диапазон на ADSL2, ADSL2+

Създаден е стандарт ADSL2+ (ITU-G.992.5), който достига скорост - 25Mbit/s на разстояние 1500m. Скоростта към доставчика на услугата е до 1 Mbit/s и прилага удвояване на честотата в посока към абоната - от 1,1MHz на 2,2 MHz. Това довежда до елиминиране на по-голямата част от прослушването между услугите и осигурява стабилно поддържане на скоростите, предоставени от доставчика.

II. НЕОБВЪРЗАН ДОСТЪП ДО АБОНАТНАТА ЛИНИЯ

Поради специфичните структурни особености на всяка мрежа, за запазване качеството на услугите и надеждността, се изработват допълнителни спецификации. Те са в съответствие с международните стандарти на ETSI, ITU и ANSI, а в случаите на противоречие дават предимство на стандартите на ETSI. За внедряване на услугите "необвързан достъп до абонатната линия" се допълват стандартите и се залагат избираеми, недефинирани настройки на параметрите.

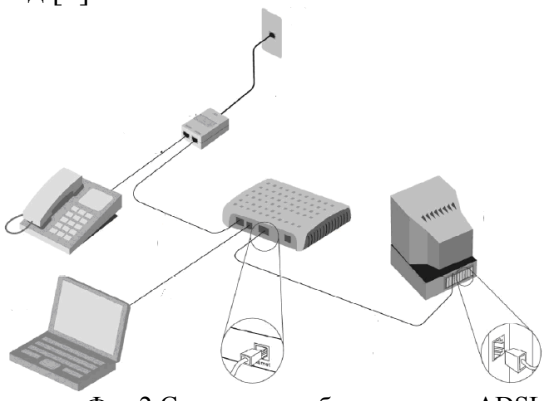
При ADSL, където се генерират сигнали с различна скорост в двете посоки на предаване, изискванията към информационните потоци са различни. Оборудването за доставка на ADSL услуги, условно може да се раздели на станционно и нестанционно(оборудване при клиента).

Системата EDA (Ethernet DSL Access) е адекватно решение на голяма част от проблемите при ADSL. Част от тези проблеми са свързани с относително дългото време, необходимо за инсталация, настройка и управление на съществуващите ADSL системи.

Основното предимство на EDA е развитието на системите за широколентов достъп чрез намаляване на общото време за инсталация, свързано с традиционните DSLAM системи. Създаването на EDA налага изместване на съществуващата вече ATM технология с комутируем Ethernet, който от своя страна превъзхожда ATM с по-голяма гъвкавост, по-лесно управление и по-евтино оборудване. EDA системата поддържа протоколи G.992.1 Annex A (POTS телефония) и G.992.1 Annex B (ISDN телефония).

Мултиплексорът IP DSLAM е в основата на системата EDA. Този достъп е базиран на Ethernet технологията, изградена от мрежово свързани етернет комутатори. Броят на комутаторите се определя от параметри като брой на абонатите, натовареност на трафика, брой портове.

В ADSL мрежата за непосредствено свързване на абонатите се използват ADSL сплитери, ADSL модеми, телефонни кабели, Ethernet кабели и захранващ адаптер за модем . Схемата на свързване на станционното оборудване е показана на фигура 2. Управлението за изпълнение на различните приложения (Performance management) се контролира от HP Open View, където се събира статистическа информация база дани за изпълнението на програмите и визуалиаирането в графичен вид [3].



Фиг.2 Станционно оборудване на ADSL

В EDA системата услугите, според своята приоритетност, се разделят на четири нива. Принципът на разределение на услугите се състои в това, че всеки рутер, като автономна единица, определя реда, по който пакетите се пренасочват по съответния маршрут. Решението се взима на базата на етикети за приоритетност,

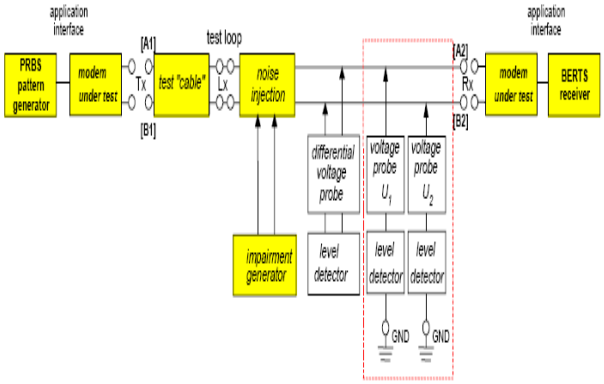
наложени в мрежата.Услугата с най-нисък приоритет е предаването на данни, след нея е видео преноса и телефонията (предаването на глас). Най-висока приоритетност в EDA има управлението.

В G.992.1 Annex A са регламентирани спектралните изисквания към ADSL компонентите ATU-C и ATU-R, работещи в честотния обхват над POTS.

III. МЕТОДИКА ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА АБОНАТНИ ЛИНИИ

3.1 Видове шумове и влияещи фактори

На фиг. 3 е илюстриран макет на ADSL линия, на който са показани различните видове шумове, които са най-честа причина за намаляване отношението сигнал шум (SNR) и увеличаване на затихването.



Фиг. 3 Блокова схема на ADSL линия за свързване

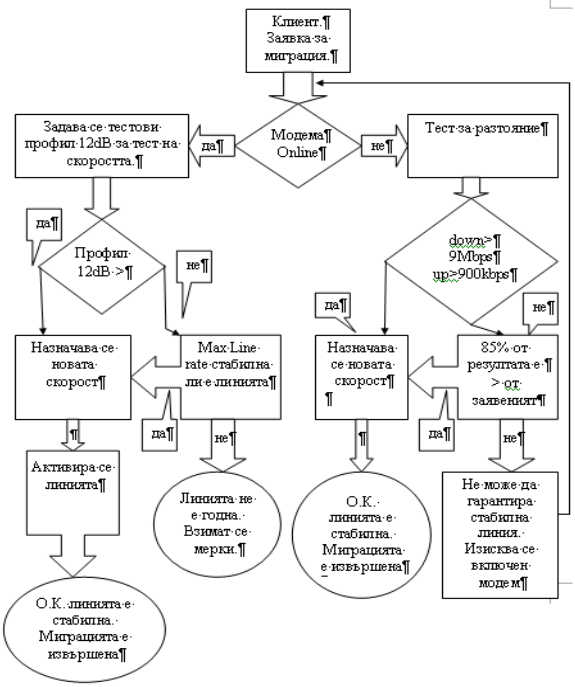
Включени са: модем, с който тестваме усуканата двойка (A1,B1), чийто край е обозначен условно с Tx; генератор на шум (impairment generator), който генерира три вида шум – случаен, импулсен и хармоничен; високо-омен диференциален волтметър (differential voltage probe), свързан с ниво детектор (level detector) за измерване на напрежението между двата проводника A2 и B2; група от волтметри (Voltage probe U1, U2), които са свързани поотделно към двата проводника, чийто край е обозначен на схемата с Rx.

Тези шумове се наблюдават както в посока към абоната (downstream), така и в посока от абоната (upstream). В различните случаи се наслагват различни шумове по линията, което става предпоставка за влошаване качеството на предавания сигнал, а понякога и до цялостното му изкривяване, което води до разпадане на интернет връзката. Наличието на тези шумове зависи до голяма степен от дължината на линията и с нарастването й се увеличава броят им. Всеки от изброените по-горе шумове се наслагва както в предавателната, така и в приемната страна на ADSL оборудването.

3.2. Методика за измерване и анализ на линията при мигриране на скорост

При завишаване на скоростите на предаване преносната среда се подлага на голямо изпитание. Ето защо се налага да се създаде методика за оценка на телефонната линия, т.е. дали линията е в състояние, при спазване на необходимите стандарти да предостави желаната от клиента по-висока скорост.

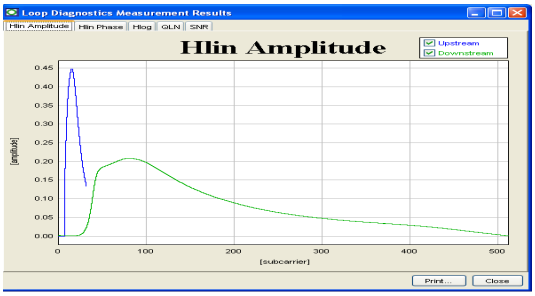
На фигура 4 е представена блокова схема на процедура за тестване на дадена линия при миграция на скорост. Анализът се извършва чрез PEM(Public Ethernet Management) станция за управление на мрежата. При дадената методика е заложен тестов скоростен профил (Trained Speed 12dB), отговарящ на 8192 kbps. Тествана е реална телефонна линия с активирана услуга ADSL 2Mbps, като се прилага посочения на фигурата алгоритъм.



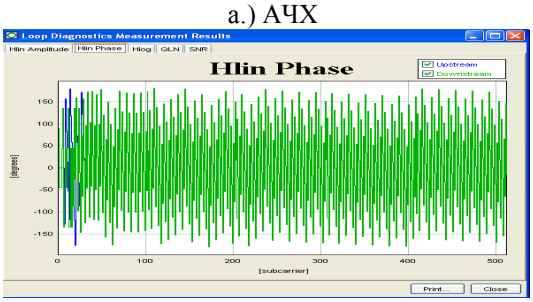
Фиг. 4 Процедура за тестване на линия при миграция на скорост

Ако зададеният профил е по-малък, както в случая 8124 kbps ≤ 9484 kbps, то линията е годна да поддържа желаната скорост. Резултатът от измерването е минималното затихване от 16,5 dB, както и съотношението сигнал/шум 26,5 dB. Максимумът с който може да бъде натоварена линията е съответно 27332 kbps на Downstream и 1363 kbps за Upstream. Практическите наблюдения показват, че 20 dB SNR (отношение сигнал/шум) е гранична стойност, при която модемът е в норми и линията е стабилна.

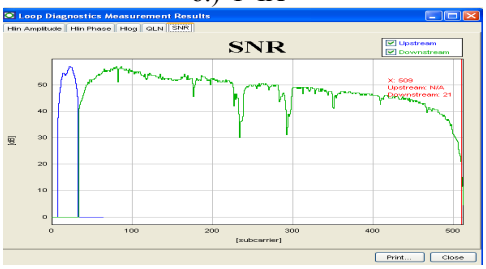
Ако зададеният тестови профил е по-голям от получения Line Rate, тогава се взима максимумът намален с 15%. Така имаме възможност да се направи диагностика на абонатната линия, т.е. наблюдение на АЧХ, ФЧХ, както и SNR на CAP модулацията фиг.5 а), б), с).



а.) АЧХ



б.) ФЧХ



с.)SNR

Фиг.5 Диагностика на абонатната линия

При ниско съотношение сигнал/шум се налага разделяне на телефонната линия на участъци, съгласно разположението на разпределителните шкафове (РШ) и измерване с анализатор за локализиране на проблемния участък. След локализиране на проблемен участък се вземат мерки за смяна на телефонния чифт.

IV.ИЗВОДИ

Представената методика за измерване и анализ на телефонни линии при предоставяне на услуга ADSL и миграция на скорост, може да се прилага за предварителна оценка на абонатната линия при повишаване скоростта на предоставяната от операторите ADSL услуга. При направеното изследване линията е натоварена с най-високата скорост, предоставяна от доставчика, за да може да се анализира във възможно най-тежка среда. От направеният анализ се вижда тясната свързаност между скоростта, затихването и съотношението сигнал/шум. С увеличаване на скоростта се увеличават и изискванията към преносната среда. Решението е в изграждане ONU (Optical Network Unit), хибридна мрежа, с възможност за оптичен достъп до MAN мрежата.

Докладът е разработен в рамките на научно-изследователски проект №ДО-02-135/2008 „Оптимизиране на разпределянето на телекомуникационни ресурси с отчитане на взаимодействието между слоевете в мрежата”, МОМН.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] W. Y. Chen, D. L. Waring. Applicability of ADSL to Support Video Dial Tone in the Copper Loop IEEE Communications Magazine, pp. 102-109, May 1994.
[2] K. Sistanizadeh, P. S. Chow, J. M. Cioffi. Multi-Tone Transmission for Asymmetric Digital Subscriber Lines (ADSL) ICC93, pp. 756-760.
[3]ANSI/T1E1.4/94-007, Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) Metallic Interface.

За контакти:
инж.Розалина Димова, доцент д-р в катедра ”Съобщителна техника” при ФЕ на Технически Университет-Варна, ул. Студентска №1, 311Е, e-mail: rdim@abv.bg

Рецензент: доц. д-р В. Къдрев

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПАРАМЕТРИТЕ НА VoIP ТРАФИК ПРИ ПАКЕТНО БАЗИРАНИТЕ МРЕЖИ

INVESTIGATE PARAMETERS OF VoIP TRAFFIC IN PACKET-BASED NETWOR K

Тодорка Георгиева, Илия Атанасов, Пламен Стоянов

Резюме: Дискутират се проблеми, относно изследването на трафик във VoIP тракт. Показана е работата на сигнализациите H.323 и SIP реален разговорен трафик. Информацията която се получава се отнася до разпределение на пакетите по протоколи, закъснения свързани със сигнализацията и до брой предадени пакети за изследвания интервал.
Ключови думи: пакети, протоколи, сигнализация, трафик.

Abstract: This paper discus the problem whit investigate of VoIP traffik. Shown is the work of signalizations in real conversational traffic. Date and results included packet detay, numbers packets and detay by signalizations.
Keywords: packet, signalizations, traffik

I. ВЪВЕДЕНИЕ

1 Протоколи свързани с VoIP

Революцията на софтуерната комутация стана възможна поради появата на глас върху данни и по специално VoIP. Въпреки че има решения за софтуерна комутация, които използват времево мултиплексиране (TDM) и ATM, надделява мнението, че бъдещето принадлежи на IP мрежите, които основно диктуват VoIP решенията.

VoIP представлява сбор от протоколи, които са свободни аналози на PSTN, като могат да се разделят в три категории: достъп, комутация и транспорт. Трите категории протоколи са свързани с VoIP: сигнализация, маршрутизация и транспорт.

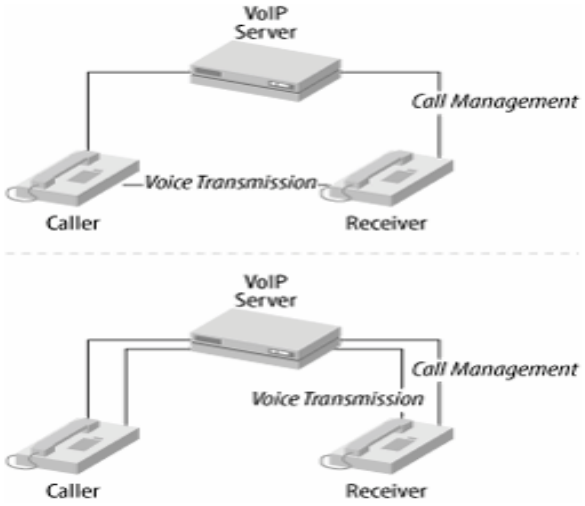
Сигнализацията, се реализира с два протокола (H.323 и SIP), като те установяват пътят за медийните потоци или разговори. Шлюзовите управляващи протоколи като MGCP и MEGACO (също протоколи за сигнализация) осъществяват контрол и статус в медията и сигнализиращите шлюзове.

Маршрутизацията [използвайки User Datagram Protocol (UDP) и Transmission Control Protocol (TCP)] и транспортирането на медийните потоци, след като пътят за медийния поток е бил установен, са функции на протоколите за маршрутизация и транспорт.

RTP представлява аналог на транспортната функция, като се грижи за доставката на битовете, които са всъщност разговора, докато функциите за сигнализация и маршрутизация установяват какъв път ще поеме медийният поток. [6]

Процесът по осъществяване на VoIP повикване е доста сходен с този при комутация на канали, осъществен през PSTN. Медийният шлюз трябва да бъде зареден с необходимите параметри, за да позволи точно кодиране и използване на телефонните услуги. Вътре в медийния шлюз се намира интелигентната част наречена крайна точка. Когато предаващата и приемащата повикването страни се договорят, как да комуникират и след като сигнализационният критерий е бил установен, медийният поток, върху който пакетирания разговор ще протича, също ще бъде установен.

Сигнализацията установява виртуален канал в мрежата за медийния поток, като тя е независима от това което тече по медията. Тя определя типа на медията, която ще бъде използвана при повикването. Сигнализацията протича паралелно по време на повикването и може да се раздели от гласовия пренос (Фиг.1). В момента при VoIP се използват два типа сигнализация: H.323 и SIP [5].



Фиг.1 Управление на повикването и сигнализацията IP телефонията [1].

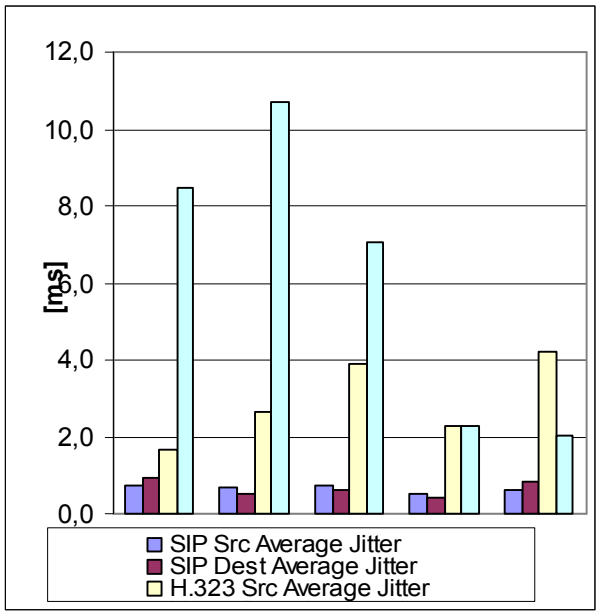
II. АНАЛИЗ

1. Сравнителен анализ

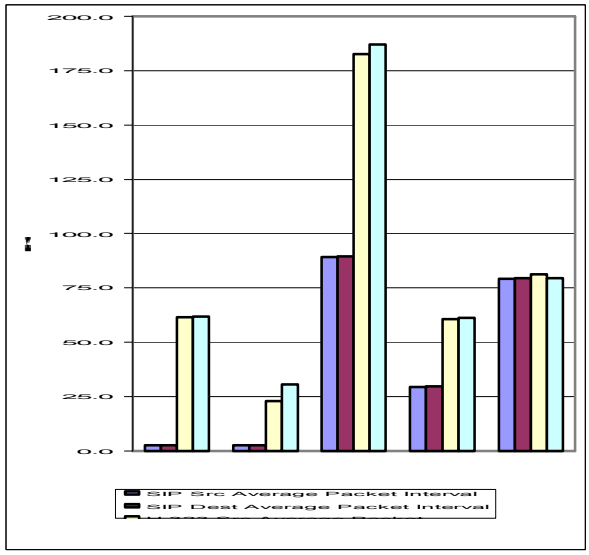
Сравняването на параметрите е извършено на базата на два различни по своето естество протоколи SIP и H.323. H.323, като разработка на ITU, е направен с добро разбиране на изискванията за мултимедийни комуникации през пакетно базирани мрежи, включващи аудио и видео. Той определя собствена система за осъществяване на тези функции, като взаимства известна част от вече използваните и доказали се решения в PSTN. SIP, за разлика от него, е проектиран за изграждане на сесии между точки, като същевременно да бъде със структура, която може да се надгражда и да се вписва гъвкаво в условията на Интернет. Основната разлика е, че SIP съобщенията са форматирани като текст, което помага в голяма степен за лесното им възприемане.

На Фиг.2 са показани сравнения на джитера по канала, за източника и получателя при двете сигнализации. До голяма степен по-големият джитер при H.323 се дължи на по-голямата дължина на RTP пакетите и следователно, по-големите разлики в скоростите на пристигането им. Основно, стойностите са под 10ms, което е много добре сравнено с изискването за 20ms джитер в едната посока.

На Фиг. 3 са показани средните стойности на времето на пристигане на пакетите. Закъснение на пакетите по мрежата идва от алгоритмичното закъснение на кодера, броя фреймове на пакет и като цяло обработката при създаването на пакетите.



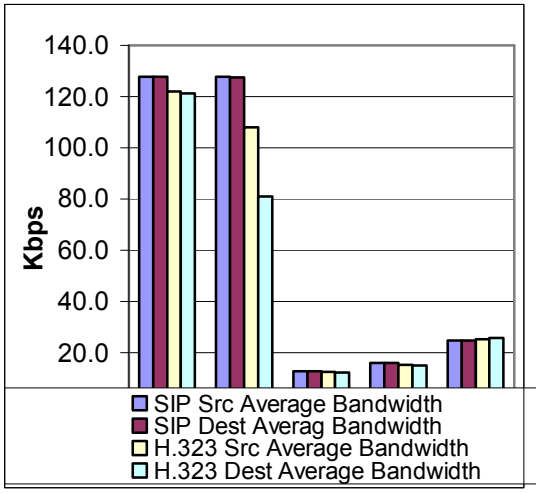
Фиг. 2 Джитер.



Фиг. 3 Пакетни интервали

На Фиг. 4 са показани необходимите широчини на лентите за провеждането на двете повиквания[4]. Както се вижда и от сравнението при предаването на некомпресиран глас, като например при G.711, необходимата лента е доста по-голяма, докато при G.723 на 6,3kbps имаме стойности от порядъка на 12-13kbps. Това дава гъвкавост при проектирането на самата VoIP мрежа, за

избор на съотношение между качеството на говора и използвана широчина на лентата. [2]



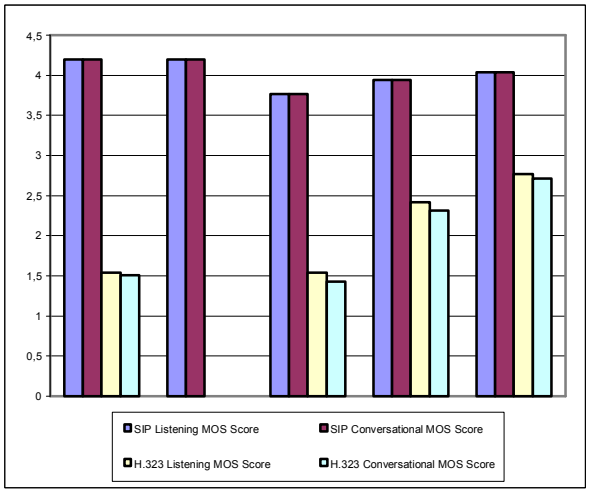
Фиг. 4 Ширина на лентата.

2. Оценка на качеството на обслужване QoS

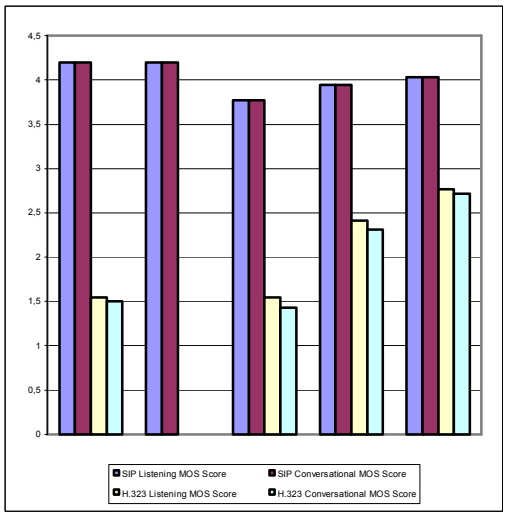
Най-важният параметър за една модерна комуникационна система, каквато е VoIP, е качеството на обслужване. То е свързано с проектирането на мрежата, използването на един или друг протокол и залагането на определени параметри. Затова правилната оценка на способностите на VoIP се прави на базата на този критерий.

Измерването на QoS предполага провеждане на изследвания, с използване на софтуера за анализ на VoIP трафик. Той работи по определени модели, които не винаги успяват правилно да оценят условията на провеждане на комуникацията. [2]

MOS резултатите на изследваните кодеци в посока от източника към получателя са показани на Фиг.5. При G.723.1, като при SIP, се пакетират по три фрейма от по 30ms, докато при H.323 се пакетират по 6 фрейма и се получава голям пакетен интервал. В резултат на това, при всички изследвания, H.323 се представя по-лошо, поне що се отнася до софтуерните MOS резултати.На Фиг. 6 се илюстрирани MOS оценките при същите изследвания, но в обратна посока, като резултатите са сходни с тези в права посока. Може да се отбележи, че при SIP в двете посоки QoS е еднакво при нормални условия на медийния канал, докато при H.323 в обратна посока има съвсем лек спад в QoS, който е забележим само при G.711.



Фиг. 5 MOS резултати от източника към получателя

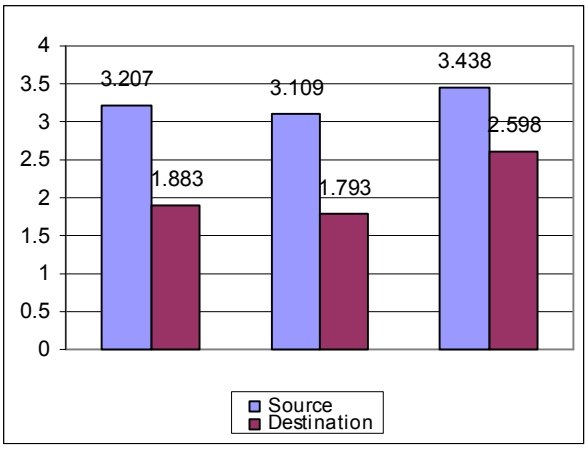


Фиг. 6 MOS резултати от получателя към източника

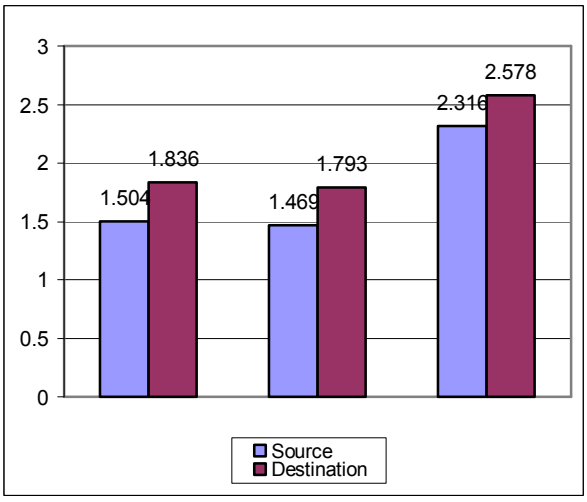
Резултатите при H.323 се получават при хибридно повикване, т.е. при използването на различни кодеци в двете посоки. При изследването в права посока беше използван G.729 (8kbps), а в обратна посока G.711 (64kbps). Заключението е, че при сходните джитери и пакетни интервали се получава по-добро QoS при некомпресирания глас. Резултатите от теста са показани на Фиг. 7, където при малко по-голямото мрежово закъснение на някои пакети в обратна посока, има с около 25% повече отхвърлени пакети.

За сравнение с горните резултати, е направено изследване на G.711 със сигнализация SIP при силно натоварена

мрежа (Фиг. 8).[8] Въпреки големия брой отхвърлени пакети и голямото мрежово закъснение, MOS оценките, особено в обратна посока, са напълно съизмерими със случая на хибридно свързване при H.323.



Фиг. 7 MOS резултати при хибридно повикване.



Фиг. 8 MOS резултати при натоварена безжична мрежа

Данните от реалния SIP разговор за мрежовите закъснения на пакетите, джитерът и пакетните интервали могат да послужат като ориентир, като се вземе предвид, че проведените разговори са с добро качество – разбираеми, без ехо и без смущения. [4]

III. ИЗВОДИ

При направените тестове на мрежата, се вижда нейната способност да конкурира PSTN. За целта са използвани некомпресиран глас и подходящите за условията протоколи. Възможността за използване на компресирани формати на медийния поток, при запазване на добрите експлоатационни параметри, дава добър потенциал на системата и я прави гъвкава, а модерните сигнализации осигуряват висока интелигентност на цялата мрежа. Тези фактори, както и развитието на IP мрежите в последните години, включително и на безжичните, дават възможност за бързото изграждане на стабилни и надеждни системи, предоставящи качествени и евтини услуги на крайните потребители.

Като се вземе предвид голямото количество данни, засягащи най- различни аспекти на поведението на изследваната система, като се отчете, че не са използвани специални мерки за осигуряване на по-добро QoS, и мрежата не е била специално проектирана за предоставяне на изохронни услуги, може се достигне до извода, че Vo802.11 има бъдеще в гласовите комуникации.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] IEEE 802.11b-1999 (R2003).

[2] “Switching to VoIP”, Theodore Wallingford, O’Reilly 2005.

[3] “The Innovator’s Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail”, C. Christensen.

[4] “Voice over 802.11”, Frank Ohrtman. Artech House.

[5] “IP Telephony: The Integration of Robust VoIP Services”, B. Douskalis, Prentice Hall, 2000.

[6] “Softswitch: Architecture for VoIP”, F. Ohrtman, McGraw-Hill.

[7] “Wi-Fi Handbook: Building 802.11b Wireless Networks”, F. Ohrtman, McGraw-Hill.

[8] “Quality of Service (QoS) in the New Public Network Architecture”, A. Agarwal, IEEE Canadian Review.

За контакти:

инж. Тодорка Георгиева, асистент в Катедра”Съобщителна техника ” при ФЕ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 401Е
e-mail: tedi_ng@mail.bg

инж. Илия Атанасов , доцент д-р в Катедра” Съобщителна техника ” при ФЕ на ТУ-Варна.

инж. Пламен Стоянов, асистент в Катедра”Съобщителна техника ” при ФЕ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 412Е

Рецензент:доц.д-р инж.Розалина Димова- ТУ-Варна

АДАПТИВЕН МОДЕЛ НА КОДИРАНЕ ПРИ МОДЕЛИРАНЕ НА ГРАФИЧНИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

ADAPTIVE MODEL FOR MODELING CODING GRAPHICS

Тодорка Георгиева

Резюме: Кодирането на статични изображение се оптимизира чрез изследване съдържанието на заснемания обект, т.е. текст, картина или смесен тип и разделянето на кадъра на области. При най-простите форми на статистическо моделиране се използва таблица на вероятностите. Ако входният поток данни не отговаря на събраните преди това статистики, то нивото на компресия спада, дори може да се стигне до там обемът на изходните данни да е по-голям от този на входните. Следващото подобрение на модела е създаването на статичен модел за всеки отделен входен поток данни.

Ключови думи: адаптивен модел, , декодиране, кодиране, кодова дума.

Abstract: Coding of static images could be optimized with scanning the filmed object and determine if this is a text, picture or both types. Separating the picture onto regions allows an optimal coding to be made. In the simplest forms of statistical modeling using a table of probabilities. Next improved model is to create a static model for each input data stream

Keywords: adaptive model, coding, decoding

I. ВЪВЕДЕНИЕ

При формите на статистическо моделиране се използва таблица на вероятностите. Използването на универсален статистически модел си има своите недостатъци. Ако входният поток данни не отговаря на събраните преди това статистики, то нивото на компресия спада, дори може да се стигне до там обемът на изходните данни да е по-голям от този на входните. Очевидно, следващото подобрение на модела е създаването на статичен модел за всеки отделен входен поток данни.

Построяването на статична кодова таблица за всеки файл си има редица предимства. Тя е създадена специално за този файл и би следвало да дава по-добра компресия от универсална таблица. Но, има и недостатък – таблицата (или по-точно статистиките, които са използвани при съставянето й) трябва да се предаде на декодера в началото на компресираната част на данните. За таблица от нулев ред , статистиките използвани при създаването й могат да заемат само 256 байта – едно не много голямо увеличение. Но опита да се постигне по-високо ниво на компресия, чрез използването на таблица от по-висок ред, води до лавинообразно покачване на обема на статистиките, които трябва да се предадат. Само преминаването към тоблица от първи ред води до увеличение от 256 на 65535 байта. И въпреки, че нивото на компресия несъмнено ще се подобри, печелбата от това ще бъде най-вероятно заличена от необходимостта да се предаде увеличена таблица.

II. АНАЛИЗ

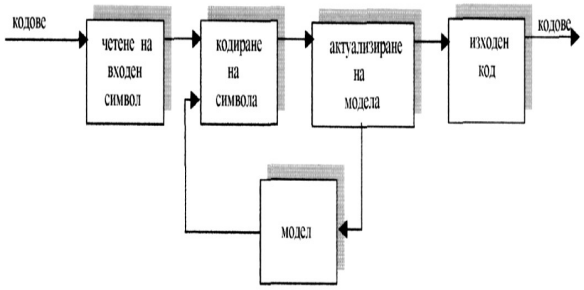
1. Основни схеми на адаптивен модел на кодиране

Основните схеми на моделите за кодиране на графични изображения са показани на фиг. 1 и 2.

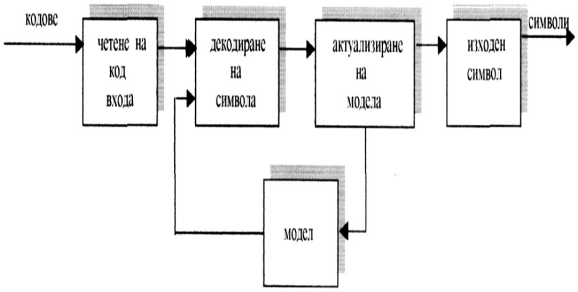
Показан е начинът на работата на адаптивения модел на кодиране, при моделиране на тези изображения.

За да работи тази схема е необходимо частта, озаглавена “Актуализиране на модела” да работи по един и същ начин, и при кодиране, и при декодиране. След прочитането на всеки символ (или група символи) той се кодира или декодира. И само след като е приключило кодирането/декодирането

може да се актуализира моделът, за да е в съответствие с последните постъпили символи. Един от проблемите при адаптивните модели е, че в началото компресирането не е много добро.



Фиг. 1. Адаптивен модел за кодиране (а)



Фиг. 2 Адаптивен модел за кодиране (б)

Повечето адаптивни алгоритми се привеждат в съответствие с данните и започват да постигат значително ниво на компресия само след първите няколко стотин байта. Едно от предимствата на адаптивните модели е това, че те се съобразяват с "местните условия". Например, при компресирането на изпълними файлове характеристиките на входния поток могат да се променят драстично,когато от двоичен програмен код се премине към двоични данни. Добре написаната адаптивна програма отдава по-голямо значение на по-скорошните данни и съответно ще измени статистиките така, че да отговарят на променените статистики на данните. [1]

2.Процедура на кодиране

Процедурата на кодиране се определя от режима на кодиране, който ще се използва при всеки променен елемент в кодирания ред. Кодът на избрания режим на кодиране се взема от таблица 1.

Табл. 1.Код на режима на кодиране

Режим	Елементи за кодиране		Означение	Кодова дума
PASS	b1, b2		P	0001
Хоризонтален	*A0, A1, A1A2*		X	001 + M(a0a1) + M(a1a2)
Вертикален	a1 под b1	a1b1=0	B(0)	1
		a1b1=1	Bd(1)	001
	a1 вдясно от b1	a1b1=2	Bd(2)	000011
		a1b1=3	Bd(3)	0000011
	a1 вляво от b1	a1b1=1	Bl(1)	010
		a1b1=2	Bl(2)	000010
		a1b1=3	Bl(3)	0000010
Разширение				0000001xxx

Стъпка 1:

1. Ако е избран PASS режима, кодира се чрез използване на думата 0001, след това, ако елемент a0 е точно под b2 се разглежда като нов елемент a0 за следващото кодиране.
2. Ако не е избран PASS режима се преминава към втора стъпка.

Стъпка 2:

1. Определяне на абсолютната стойност на разстоянието a1b1.
2. Ако I a1b1 I е < 3a1b1 се кодират по вертикален режим, след което позицията a1 се разглежда като нов начален елемент a0 за следващо кодиране.
3. Ако I a1b1 I >3 се използва хоризонтален режим и код 001.

Дължините от 0 до 63 елемента се кодират с техните завършващи кодови думи, според таблицата за бяла и черна серия. Дължината на сериите от 64 до 2623 елемента се кодира първо с основна кодова дума, даваща най-близката дължина на кодираната серия, но не по-дълга от необходимата. След това се добавя завършваща кодова комбинация, даваща разликата между изискваната и основната кодова дума. Сериите по-дълги от 2624 елемента се кодират първо с основен код от 2650, ако оставащата част

на серията е 2650 или повече, се добавя основна кодова дума за 2650, докато оставащата част остане по-малка от 2650. Тази част се кодира със завършваща кодова комбинация или с основна, плюс завършваща кодова комбинация. След тази процедура позицията a2 се разглежда като нов стартов елемент за следващото кодиране.

Стандартен документ от формат А4 съдържа 1188 реда по 1728 елемента на всеки ред. Елементите образуват последователност от редуващи се черни и бели серии, имащи различна дължина. Модифицираният код на Хафман отчита статистическите свойства на двуградационните изображения и представлява оптимален код на дължините, в които дължината на кодовата комбинация е тясно свързана с вероятността за поява на серията, откъдето и толкова по-малка ще е дължината на кодовата комбинация за тази серия.

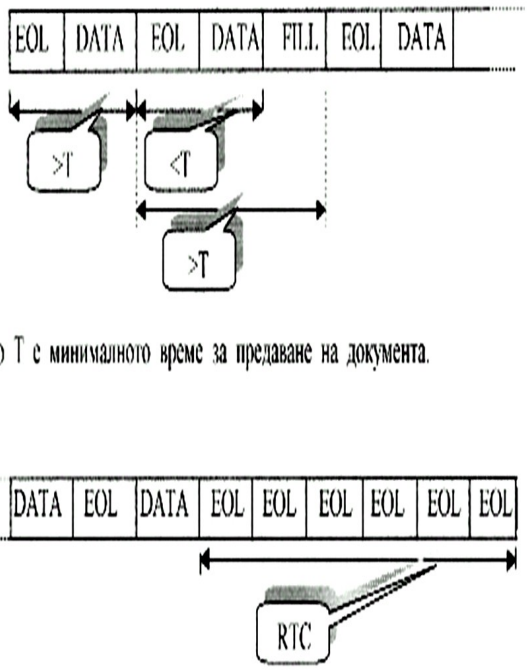
В общия случай пълното кодово описание на ред от изображението се състои от три части : DATA (данни), FILL (запълване) и EOL (край на реда), а също така и RTC (край на предаването на документа). [2]

На фиг. 3 е показано началото и края на предаваната страница. Сериите с дължина от 0 до 63 елемента се кодират съгласно предварително зададени таблици .

1. Преди предаване, грешките се коригират от контролна процедура на по-високо ниво. При сканираните редове се кодират двумерно и на всеки К реда се добавя един кодиран едномерно ред, за предпазване от разпространение на грешки [3].

2. Сигналът за края на реда (EOL) и битовете за запълване не се използват;

3.Сигналът за край на факсимилното кодиране се указва от края на факсимилния блок (EOFB) от 24 бита, вместо досега използваният RTC от 78 бита. В резултат на това икономичността на кодиране нараства с почти 40%, в сравнение с двумерното кодиране от група 3. [4]



където T е минималното време за предаване на документа.

Фиг. 3 Кодово описание на ред от изображението

При MRCII кода има възможност да се кодират редове с повече от 2623 елемента. Тази възможност е необходима за постигане на по-висока резделителна способност. Серия с дължина от 0 до 2623 елемента се кодират по същия начин , с главна и завършваща кодова дума за съответния цвят. Дължини, по-дълги от 2623 се кодират първо с главна кодова дума за 2650, а ако остатъкът надвишава това число се добавят толкова кодови думи, докато той остане по-малък от 2650. След това остатъкът се кодира със завършващ код или комбинация.

III. ИЗВОДИ

Данните представляват съвкупност от кодови комбинации на черни и бели серии за един ред от изображението. За обезпечаване на синхронизацията на цвета при приемане, данните започват с кодова комбинация за бяла серия, а ако редът започва с “черна серия”, то тя е с нулева дължина.

EOL – тази дума следва всеки ред от данни и е различна от другите кодови комбинации. Чрез нея може да се възстанови синхронизацията. EOL се

изпраща и преди първият ред от данни за страницата (формат: 000000000001).

FILL – чрез него се въвежда пауза между битовете за данни и битовете за край на линията (EOL), за да се осигури времето за предаване на сканиращата линия. [5]

Сериите с дължина от 0 до 63 елемента се кодират съгласно предварително зададени таблици.

Добре съставеният адаптивен модел и съответният алгоритъм на работа гарантират точност на променените статистики на данните.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] The Signal Processing and Multimedia Group – The University of British Columbia) ,2000г.
[2] Coding of Still Pictures , JBIG Commuttee, Columbia), 2002г.
[3] ITU-T Recommendation T.82, 2000г.
[4] ITU-T Recommendation SG8, 2000г.
[5] Facsimile Basic, Inter Supplimentiq Revision O, Canon Inc, OCT 2002г.

За контакти:

инж. Тодорка Георгиева, асистент в катедра ”Съобщителна тахника” при ЕФ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 401Е
e-mail: tedi_ng@mail.bg

Рецензент:

доц. д-р инж. Иван Панайовов - ТУ-Варна

INSULATION RESISTANCE MEASUREMENT AT HIGH VOLTAGE

ИЗМЕРВАНЕ НА ИЗОЛАЦИОННО СЪПРОТИВЛЕНИЕ ПРИ ВИСОКО НАПРЕЖЕНИЕ

Венцеслав Драганов Драганов, Златко Димитров Станчев

Abstract: A converter "isolation resistance – digital code" is developed. It allows measurement of high isolation resistances with very high accuracy. The measurement of the isolation resistance is made though applying of high voltages on the isolation material, as the measurement result is independent from the applied voltage.
Key words – isolation resistance measurement at high voltage

I. INTRODUCTION

When developing the converters for measuring of the resistance of isolation materials the well – known methods for transforming of the measured resistance into DC voltage can be used. This kind of methods characterizes with low measurement voltages [1] [2].

When high voltages are applied into the isolation material, difficulties connected with the transformation of the measured resistance into digital code arise. This kind of difficulties arise the necessity of developing isolation resistance converters at high voltage, as the applied voltage haven't an effect on the measurement.

II. EXPOSITION

A converter "isolation resistance – digital code" is developed, which allows measurement of isolation resistances in wide range by applying high voltages into the isolation material. The developed converter characterizes with range of measured isolation resistance (1 ÷ 5000) MΩ and higher, applied voltages to 5 kV and higher as well as with very high accuracy (relative error under 1%).

III. EXPERIMENTAL TREATMENT

The converter scheme is shown in figure 1.

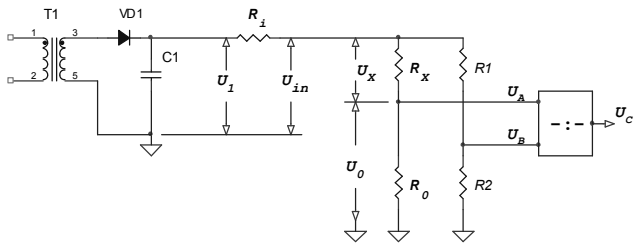


Figure 1. Converter "isolation resistance – digital code"

The isolation material is represented through the unknown resistance R_x, which together with the standard reference resistor R_0 obtained a voltage divider. The second divider, obtained of the standard reference resistor R_1 and R_2, is connected in parallel to the divider R_x and R_0. To the both dividers a high voltage from a high voltage source is entered. The high voltage source consists of the pulse transformer T_1, the diode VD_1 and the capacitor C_1. At very low values of the isolation resistance ($R_X \longrightarrow 0$), the current through the dividers is limited from the resistor R_i.

The converter operation is based on the dependency of the measured resistance from the applied into it voltage U_X and the current I_X too. The dependency is obtained by using of voltage divider circuit, with input – point A and point B, and output - the point C.

IV. TEORETICAL TREATMENT

At the output of the converter's circuit (voltage divider) a voltage is obtained, which value is proportionally to the value of the measured resistance (expression 1):

$$U_C = \frac{U_B}{U_A} \qquad (1)$$

The voltage in point *A* is proportionally to the current I_X, which flows into the unknown isolation resistance R_X:

$$U_A = U_{R0} = (U_X + U_0).\frac{R_0}{R_X + R_0} \qquad (2)$$

The voltage in point *B* is proportionally to the applied voltage U_{in}:

$$U_B = U_{R2} = (U_X + U_0).\frac{R_2}{R_1 + R_2} \qquad (3)$$

From the expressions (1), (2) and (3) the value of the output voltage is defined:

$$U_C = \frac{R_2}{R_1 + R_2}.\left(1 + \frac{R_X}{R_0}\right) \qquad (4)$$

When $R_2 << R_1$ and $R_0 << R_X$, the output voltage U_C is proportionally to the value of the unknown isolation resistance R_X:

$$U_C \cong \frac{R_2}{R_1.R_0}.R_X \equiv R_X \qquad (5)$$

***Conclusion*:**

1. The dependence $U_C = \varphi\ (R_X)$, expression (5), is linear function.
2. The output voltage U_C is independent from the value of the applied voltage into the measured isolation resistance R_X.

For practical applications, according to the international standards, the current through the resistor R_X has to be limited to the maximal allowed value I_{Xmax} = 0,25 mA, which value defined the minimal value of the resistor R_X too. The voltage – drop to the resistor R_i don't introduce the measurement error, independently of the current value through it.

V. RESEARCH RESULTS

The circuit decision of the developed "isolation resistance – digital code" converter is studied by simulation with the program product *Electronics Workbench 5.12*. The converter's simulation circuit is shown in figure 2.

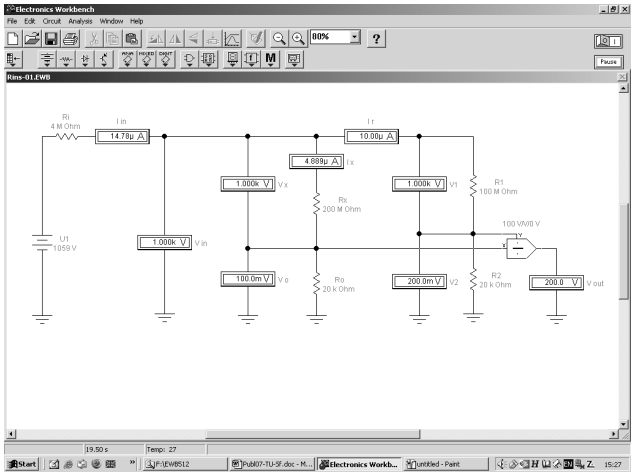


Figure 2. Simulation circuit of the converter "isolation resistance – digital code"

The research results of the converter, when the applied voltage to the isolation resistance is U_X = *1000 V = const*, are presented in *Table 1*.

Table 1. Research results
at U_X = 1000 V = *const*

R_X [MΩ]	U_1 [V]	U_{in} [V]	U_X [V]	$U_B = U_0$ [V]	$U_A = U_{R2}$ [mV]	C [MΩ]	ΔC [%]
200	1059	1000	1000	0,1000	200,0	***200,0***	*0*
100	1079	1000	1000	0,1999	100,0	***100,0***	*0*
20	1241	1001	1000	1,000	20,02	***20,02***	*0,1*
10	1441	1002	1000	1,999	10,02	***10,02***	*0,2*
2	3050	1010	1000	10,00	2,020	***2,020***	*1,0*

***Conclusion*:** The output voltage *Vout* changes proportionally to the isolation resistance R_X – the relative error of the measured values is lower than 1%.

From practical point of view is conveniently the applied input voltage U_1 to be a DC voltage. The research results at U_1 = *1059 V = const* are presented in *Table 2*.

Table 2. Research results
at U_1 = 1059 V = *const*

R_X [MΩ]	U_1 [V]	U_{in} [V]	U_X [V]	$U_B = U_0$ [V]	$U_A = U_{R2}$ [mV]	C [MΩ]	ΔC [%]
200	1000	1000	1000	100,0	200,0	***200,0***	*0*

100	1000	981,2	981,0	196,2	196,2	***100,0***	*0*
20	1000	854,4	853,6	170,8	170,8	***20,02***	*0,1*
10	1000	736,1	734,6	147,2	147,2	***10,02***	*0,2*
2	1000	350,7	347,2	70,12	70,12	***2,020***	*1,0*

***Conclusion*:** The output voltage V_{out} changes proportionally to the isolation resistance R_X – the relative error of the measured values is *again* lower than 1%.

The similar results are achieved at measurement of high – ohmic resistances (2000 MΩ and higher), when the applied voltages are higher (10 000 V and higher).

VI. PRACTICAL APPLICATION OPPORTUNITIES OF THE DEVELOPED CONVERTER

To ensure a practical realization of the developed converter, which will allow measurement of high – ohmic resistances at high voltages with high accuracy, the converter of two voltage ratio to digital code has to be chosen.

One of the appropriate opportunities is the analog - digital converter type "7106", managing 3 ½ digital liquid crystal display. The value of the resistors R_0, R_1 and R_2 (*figure 2*) are chosen according to the required maximal input voltages - "U_X" (2 V) and "U_R" (1 V).

The experimental results correspond completely to the achieved results through the simulation of the circuit with the program product.

VII. CONCLUSION

The developed "isolation resistance – digital code" converter allows measurements of isolation resistances with very high values at high applied voltages into the isolation material. The achieved converter accuracy, by using digital indication, is very high.

The measured isolation resistance values are independent of the applied voltage into it, which is a significant and distinguishing feature of the developed converter.

REFERENCE:

[1] Arnaudov R., R. Dinov – "Measurement in the communications" – Technical university of Sofia, 2005

[2] Krastev P. - "Measurement in the radiotecniks" – Technical university of Sofia, 1991

За контакти:
инж. Венцеслав Драганов, доцент д-р в Катедра "Съобщителна техника" при ФЕ на ТУ-Варна, ул. Студентска № 1, 409Е, e-mail: draganov_vd@abv.bg

Рецензент:
инж. Илия Атанасов, доцент д-р в Катедра "Съобщителна техника" при ФЕ на ТУ-Варна, ул. Студентска № 1, 411Е, e-mail: mila_iia@yahoo.com

РЕАЛИЗАЦИЯ НА ДИНАМИЧНА СТРУКТУРА НА ПРИЛОЖЕНИЕ В ИНТЕРАКТИВНА СРЕДА

IMPLEMENTATION OF DYNAMIC APPLICATION STRUCTURE IN A REAL TIME FRAMEWORK

Самуил Николов, Анатолий Антонов

Резюме: Статията представя проучванията на авторите върху теортичния модел и разработването на система върху която е разработена интерактивна среда за динамично управление на приложенията. Разгледан е граф, представящ структурата на скриптово-базирано приложение. Представени са правила за промяна на структурата и начини за динамично генериране. Показани са принципите за създаване на вътрешната структура на базата на шаблони. Демонстриран е пример за динамично създаване на система за контрол на достъпа до приложението.

Ключови думи: Управление на динамични приложения, Среда за създаване на приложения, Създаване на динамична структура

Abstract: The paper presents the authors' research on the theoretical model and experience in implementing a real system, on which a framework for dynamic application control is based. A graph is considered, representing the structure of scripts-based application. Rules for modifying its structure and ways of dynamic generation are discussed. Principles for building the internal structure of the subtasks are shown, based on object identifiers and template instances. An example application is demonstrated showing how to create dynamically user access control.

Keywords: Dynamic application control, Application framework, Creation of dynamic system structure

I. INTRODUCTION

Specific software applications have one major disadvantage – their functionality is highly limited by the area for which they have been developed. The complexity of computer and communication systems makes it difficult for even the original system developers to analyze, model, or predict system behavior, let alone anticipate the emergent behavior of multiple interacting systems [9]. Often an entirely new project is needed for the development of software with similar tasks in real life and most of the working code has to be rewritten just because of minor specifics that come to be crucial for the entire work of the program and its usefulness in other cases. Building executable models need theory, methods, and tools for modeling complex heterogeneous systems [1]. During the development of software technologies, several ways of reusing program code were developed [3]. One of them is the development of libraries with compiled code, containing a set of functions with general purpose, that could be linked either directly to the code of the developed application(statically linked libraries) or used and distributed from the program as separate files(dynamically linked libraries) [4], [5]. Other way of reuse is supporting and distribution of software code, in most cases as open source in internet [8]. The disadvantage in this way of reuse is that the code is language-specific. A third option of faster and effective development is the development of general-purpose programs – frameworks - that are used as a base for specific applications. Usually they are created by supplying small script-language files [2], [6] that define the specific purpose of the final application. This publication presents the principles of one such commercial framework. Every application developed with the framework is constructed from subsystems (modules) that represent subtasks from the main problem to be solved. The subsystems contain dynamic lists of object identifiers (items) and have a dynamic set of associated templates (script models) that can be applied to every one of them. Every template defines user interface and business logic that helps to serve one of the purposes

of the application [5], [7]. The connection between the subtasks – the plan of their execution is dynamically carried out by the framework according to the script, predefined in the templates. The execution path is a result of certain end-user actions on the dynamically generated user interface.

II. DYNAMIC APPLICATION STRUCTURE

Every user-defined application over the framework can be examined as a graph G, which nodes are the structural subsystems (modules). They are linked dynamically by control transitions that supply a list of object identifiers and a list of models that can be applied to them.

$G = \{ N , E \}$, where (1)

$N = \{ S_1, S_2, .. , S_n \}$ – set of subsystems S_i

$E = \{ <S_i , S_j, ItemList_k > | i \neq j\}$ – set of connections

By allowing changes to the subsystems and their connections, the framework provides means for creating flexible and easy to modify applications.

$| E | \neq const$ (2)

$| N | \neq const$

Figure 1 represents a system, comprised from three subsystems – S_1, S_2 ,S_3, with their associated lists of models and lists of items.

$N=\{ System, S_1, S_2, S_3\}$ (3)

$E=\{$ <System, S_1, [Item1.1, Item1.2, Item1.3]>,

<System, S_2, [Item2.1,Item2.2]>,

<System, S_3,[Item3.1,Item3.2,Item3.3]>,

<S_3, S_2, [Item2.1,Item2.2]>,

<S_2, S_1, [Item1.1,Item1.2,Item1.3]> }

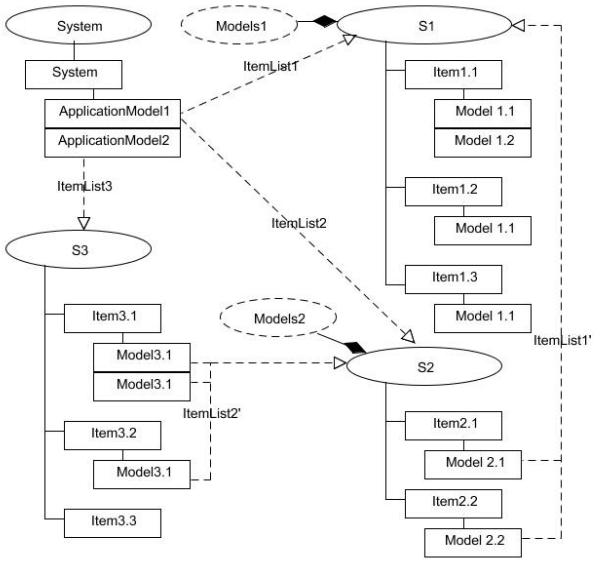


Figure 1. Example structure of a system

The initial node of the graph is the reserved subsystem System, containing one reserved identifier - System – the starting point for application execution. It is used to instantiate the models that will control the further operation of the subsystems and their interaction with one another.

1. Definition of a subsystem

Every subsystem contains a list of object identifiers that are connected to the actual problem being solved by the subsystem. It has a variable set of templates that are associated with it. The set of templates can be extended during application development.

$S = \{ E_i , M_j | \ i= 1..n, j= 1..m\}$

E_i – object identifier (a string) (4)

M_j – model template

The end user can add, remove and modify the list of identifiers. Modifying it means instantiating a new model from the supplied list for a certain identifier and filling the model's data with new values.

2 Dynamic changes to the application structure

New subsystems can be created dynamically by adding items to the subsystems set and connecting them by changing the set of edges.

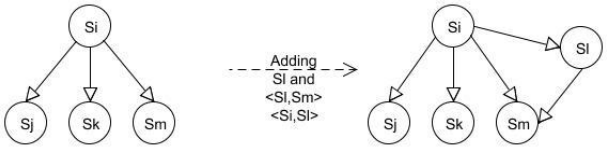


Figure 2. Adding a subsystem Sl to Si and Sm

- The process of adding subsystems is controlled by script variables, activated by the end user. Usually these are represented by simple UI checkboxes;
- Associating new connections between the subsystems consists of predefining the variables controlling the subsystem transitions;
- Deleting a subsystem is done by deleting it from the set and removing all the connections leading to and from it

3. Template (model script)

The template defines a context for every object identifier, supplied to the subsystem and contains the following elements:

- definition of the user interface of a concrete subsystem task;
- a set of variables, associated to the user interface items that the end user can input into:

$$V = \{ V_i \mid i = 1..n \} \; ; \qquad (5)$$

- a set of rules F for changing the values of the variables:

$$P = \{ P_i \mid i = 1..k \} \qquad (6)$$

Every rule has the following form:

$$V_i \leftarrow F (V_1, V_2 \ldots V_n), \qquad (7)$$

where V_i belongs to the set of variables;

- Rules for modification of user interface. They allow changing the appearance of user controls on the screen including hiding, showing, changing read only status etc.[6] The means for designing and generating the user interface, associated to the template is not subject of the current publication;
- Rules for transition to another subsystem ψ. They allow designing the transition from the current subsystem to another one(Si) or to the same subsystem under different conditions – like another list of associated items:

$$\psi (S_i, [Item1,Item2,...,Itemn])$$

$$S_i \in \{ S_1, S_2, .., S_n \} \qquad (8)$$

The end user is able to create new instances of templates for every identifier and input data in them concerning either the specific task of the subsystem, or preparations for transition to another subsystem.

4. Creating the structure of an example application

To illustrate the principles of creating and dynamically controlling subsystems, we will present the application defining the user access to the framework. All applications start from a common root subsystem – System, containing single item – RFW System. The application itself consists of two subsystems – registering user roles and registering users:

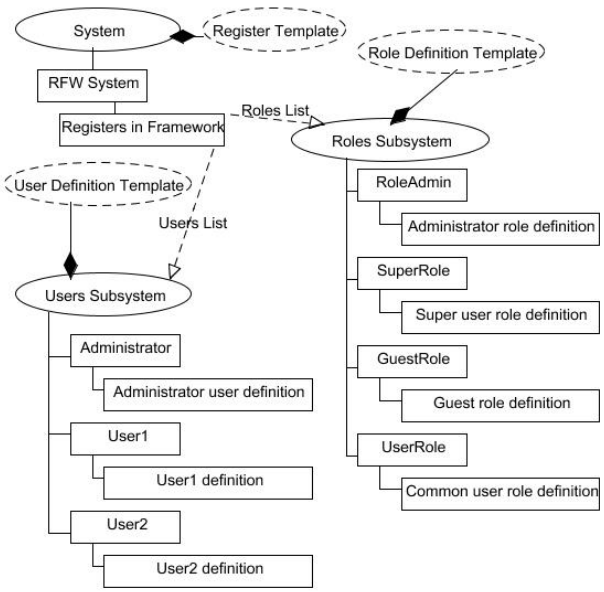


Figure 3. Structure of the example application for defining access control

To define the new user access control application, a specifically designed template – Register template, is supplied that defines the transitions and an entry point for the application. An instance of this template is created for the item RFW System, called "Registers in Framework" (Figure 4).

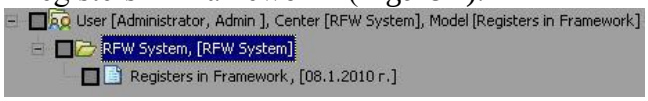


Figure 4. Initial subsystem

The Register template defines two user interface tables – a list of users and a list of user roles. On Figures 5 and 6 are shown table contents after adding the instance and opening it for input:

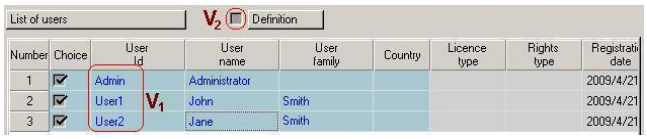


Figure 5. Table containing a list of users

Figure 6. Table containing list of user roles

Both tables are user-extendable, i.e. the end user can add new lines to them and input the ids, names and other optional descriptions for both users and roles. This initial template model is used by the system administrator to specify the users after installation.

All template instances are persisted in a data base. The tables used are designed in such a manner as to reflect the flexibility of the framework system, but their description is not subject to the current publication.

From application-structure point of view there are four essential variables V_1-V_4:

- V_1 – a list of user identifiers, linked to the table's column
- V_2 – active interface control, used to trigger the connection between the main subsystem System and the Users Subsystem.
- V_3 – a list of role identifiers, linked to the table's column
- V_4 - active interface control, used to trigger the connection between the main subsystem System and the Roles Subsystem.

Besides the user interface definition, the template also contains definitions of transition rules:

Ψ (User Subsystem,[V_1]) (9)

Ψ (Role Subsystem,[V_3])

If V_2 is activated, the framework will transfer the control to the User Subsystem using the list of user identifiers V_1. The same approach is used when activating the Role Subsystem transition rule.

Each of the two subsystems has an associated template. The role definition template (see figure 3) contains a set of interface elements (in this case checkboxes), allowing the selection of different actions that are allowed for the specifically defined role. Those can be any set that could be interpreted during the usage of the security system, for example (Figure 7):

Figure 7. Possible access rights that can be defined in the framework

It is fully extendable, i.e. any access type that is interpretable by the framework can be included just by adding a check box to the template model script. The template also contains other role definition data like tables for specifying a subset of modules for which the access rights are valid, if such restrictions are necessary. When the Role Subsystem transition rule (9) is fired, on user activation of the V_4 element (Figure 6), the initial subsystem System transfers control to the Role Subsystem and the role identifiers are supplied as framework items. For every item it is possible to create a definition – template instance that will specify what the role can or cannot perform in the system (Figure 8):

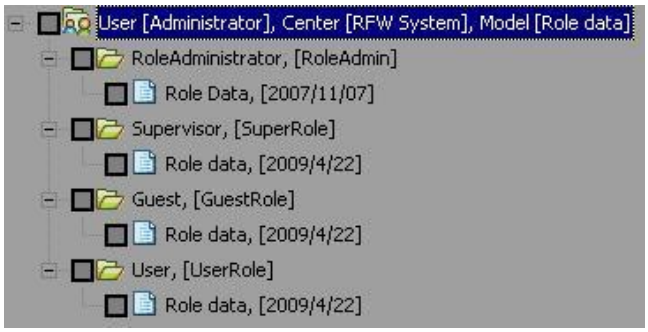


Figure 8. List of identifiers for the Role Subsystem with specific instances of the Role definition template

Each template instance is persisted with different combination of checked checkboxes to reflect the specific role access rights.

The other template, for the User Subsystem consists of a user interface table (Figure 9) with role identifiers and a field for entering the user's password:

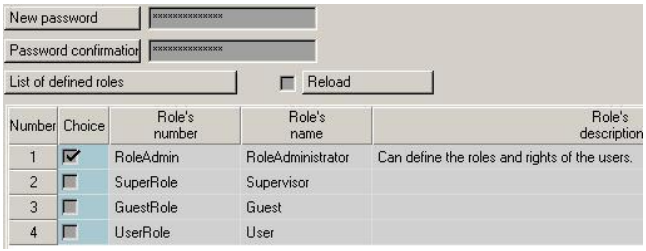


Figure 9. UI of the template for user definition

The table is filled from the persistent source with the role data model instances that have been defined in the Role Subsystem. The table has a column of checkboxes that allow the administrator to select the desired roles for the user being defined.

Similarly to the Role Subsystem transition, when the user activates the V_2 element, the initial subsystem System transfers control to the User Subsystem and the user identifiers that were inserted in the users table (Figure 5) are set as items and can be defined by instantiating user definition templates for each one of them:

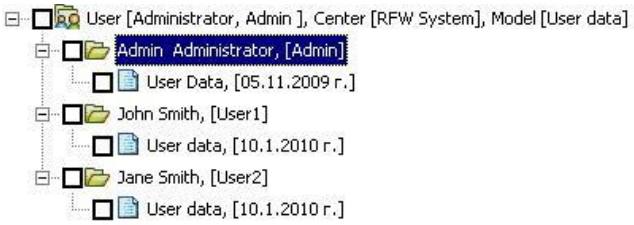


Figure 10. List of identifiers for the User Subsystem with specific instances of the User Definition template

The template instances are filled and persisted for every user with his own, unique, combination of roles. Thus every user that logs on the system has a defined set of actions allowed or denied.

III. CONCLUSIONS AND FUTURE WORK

The principles of creating the described framework show the possibilities of more direct and quick design and realization of projects and their execution in a universal medium. The building blocks of the project, the subtasks that are defined, can be linked dynamically thus solving the common task. Every subtask can associate a list of object

identifiers and a list of models that can be used to define the solution of the specific problem. The described approach was used by the authors to build various applications. A more complex example of such is a financial portfolio evaluation application that consists of subsystems for defining stock indexes, instruments, positions, portfolio filters, portfolio lists, the portfolios themselves as well as a subsystem for applying various analyses on the defined portfolios. They all work together by using each other's data stored in the database, where the defined instruments use the data about the stock indexes, the defined portfolios use data from filters and lists to select various dynamic instrument subsets as their members and the analysis modules use the data stored for portfolios to evaluate and optimize the expected profits.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Edmund M. Clarke, E. Allen Emerson, and Joseph Sifakis Model Checking: Algorithmic Verification and Debugging, Communications of the ACM, november 2009, Vol. 52(11): 75-84
[2] Giarratano, Joseph C., Ph.D. CLIPS User's guide Version 6.20, March 31st, 2002
[3] McConnel, Steve, Rapid Development: Taming Wild Software Schedules,1996
[4] Meyer, Bertrand, Reusable Software : The Base Object-Oriented Component Libraries, Prentice Hall, 1994
[5] Microsoft MSDN
[6] Paskalev Pl., Nikolov Vl. , Multi-platform, script-based user interface, CompSysTech, 2004
[7] Richter, Jeffrey, Applied Microsoft .NET Framework Programming, Microsoft Press, 2002
[8] http://en.wikipedia.org/wiki/Open_source_software
[9] JEANNETTE M. WING FIVE DEEP QUESTIONS IN COMPUTING,, Communications of the ACM, january 2008, Vol. 51(1): 58-61

За контакти:
Инж. Самуил Николов , докторант в катедра "КНТ" в ТУ-Варна, ул. Студентска № 1
инж. Анатолий Антонов, доцент д-р в катедра "КНТ" на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1,

Рецензент:
доц. д-р. инж. Елена Рачева- ТУ-Варна

ДВУКРИТЕРИАЛНА ЗАДАЧА ПРИ РОБАСТНО ПРОЕКТИРАНЕ НА КОРАБА

DUAL RERSPONSE SYSTEM IN ROBUST SHIP DESIGN

Петър Георгиев, Трайчо Дамянлиев

Резюме: Дефинирана е и е решена двукритериалната задача за робастно проектиране на кораба в началните етапи с използване на метамодели на целевата функция и проектните ограничения.
Ключови думи: метамоделиране, многокритериална оптимизация, планиране на числен експеримент, проектиране на кораба, устойчиво (робастно) проектиране.

Abstract: The paper deals with definition and solving of dual response system in robust ship design at preliminary stages based on metamodels of object function and design constraints.
Keywords: metamodeling, multiobjective optimization, computer experiment, ship design, robust design.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

В началните етапи на проектиране на кораба и оценката на икономическите му показатели се използват данни с висока неопределеност. Тези неопределености са в няколко направления [1]: 1) многочислени данни, свързани с външните условия; 2) цена за построяване на кораба; 3) пресмятане на икономическата ефективност; 4) изходните данни за различни нормативи; 5) разпределение на експлоатационните разходи и полезния ефект.

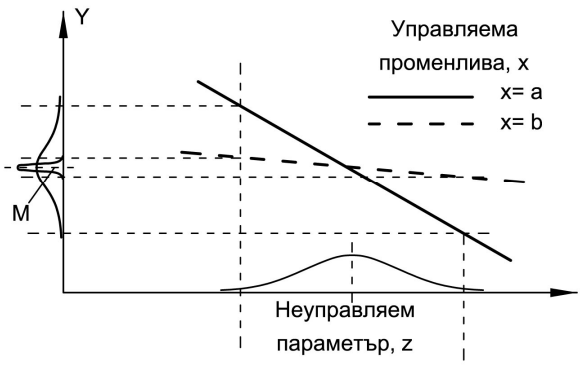
Наличието на случайни влияния върху неуправляемите параметри поставя като проблем оценката на достоверността на получените оптимални решения от една страна, а от друга – възниква въпросът за устойчивостта на решението или как то се влияе от неуправляемите параметри.

По отношение на устойчивостта на проектните решения, в анализираната литература, съществуват множество дефиниции на понятието робастно или качеството робастност. Например според [2] са валидни следните дефиниции:

- *Робастност е способността на дадена система да запазва своите функции, дори и при смяна на вътрешната структура или външните условия;*
- *Робастност е степента до която системата е нечувствителна към ефекти, които не са отчетени при нейното проектиране;*
- *Робастно решение на оптимизационен проблем е това решение, което води до най-добри резултати при разглеждане на най-лошите външни условия.*

Още дефиниции могат да се намерят в [3] и [4].

Съвременното разбиране за робастно проектиране се основава на работите на японския инженер Геничи Тагучи [5],[6]. Основната идея е, че независимо от надеждния контрол по време на производството на един продукт, качеството му не би могло да се повиши, ако то не е заложено при проектирането му. Този процес е наречен *робастно параметрично проектиране* (*RPD*–robust parameter design) и се състои в определяне на нивата на управляемите променливи, така че системата или продуктът да бъдат най-малко чувствителни към измененията в неуправляемите параметри.



Фиг.1. Робастно параметрично проектиране.

На Фиг. 1 двете линии представляват поведението на зависимата променлива от неуправляемия параметър *z,* при две значения на *x*: $x = a$ и $x = b$. И двете значения на *x* са приемливи, тъй като водят да приблизително еднаква стойност на функцията. От гледна точка на робастност обаче, $x = b$ представлява по-добро решение, защото минимизира ефекта от вариациите в *z*.

За реализиране на *RPD* Тагучи използва специално разработени ортогонални планове и планиране на експеримента. След популяризирането на подхода – особено в САЩ – той е подложен и на критики. Никой не оспорва философията на подхода за устойчиво проектиране, а по скоро неговото реализиране и използваните статистически оценки. Една от критиките е, че S/N (*signal - to - noise* - характеристиката, използвана от Тагучи) не носи информация кои от факторите влияят върху средното значение и кои върху дисперсията на процеса.

II. ДЕФИНИРАНЕ НА ДВУКРИТЕРИАЛНАТА ЗАДАЧА

Успешна алтернатива на подхода на Тагучи се явява използването на RSM (*Response Surface Methodology*), с включването на управляемите променливи и неуправляеми параметри в един план за числен експеримент. За първи път Vining и Myers дефинират възможността за отделно разглеждане на двата отклика (*response*) – средната стойност на зависимата променлива и дисперсията, и отделното им моделиране за решаването на т.нар. двукритериална задача (*Dual Response Surface* подход или *Dual Response System* - DRS) [7], [8], [9].

За моделиране на отклиците, в настоящото изследване е предложено да се използват метамодели [10], [11], [12]. Ако за реален обект или процес има изграден математически модел и той е заложен в комплексен софтуер, метамоделът апроксимира работата на софтуерния код, като се изгражда "модел на модела", т.е "*метамодел*". За изграждане на метамоделите се използва теорията за планиране на числен експеримент.

За моделиране на отклиците се използва линейно-регресионен модел, а планът на експеримента включва както управляемите променливи, така и неуправляемите параметри:

$$y(\mathbf{x},\mathbf{z}) = f(\mathbf{x}) + h(\mathbf{x},\mathbf{z}) + \varepsilon;$$
$$h(\mathbf{x},\mathbf{z}) = \sum_{j=1}^{m} \gamma_j z_j + \sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{m} \delta_{ij} x_i z_j \quad , \qquad (1)$$

където: $f(\mathbf{x})$ – частта от модела в която участват само *k* управляеми променливи **x**; $h(\mathbf{x},\mathbf{z})$–частта включваща *m* неуправляеми параметри **z** и взаимодействието с управляемите променливи.

Ако се предположи, че неуправляемите параметри имат средно значение 0, дисперсия σ^2_z и са независими помежду си, то математическото очакване, и дисперсията за модела ще бъдат:

$$f_\mu : \underset{\mathbf{z},\varepsilon}{E}[y(\mathbf{x},\mathbf{z})] = f(\mathbf{x});$$
$$f_\sigma : \underset{\mathbf{z},\varepsilon}{\mathrm{Var}}[y(\mathbf{x},\mathbf{z})] = \sigma_z^2 \sum_{j=1}^{m} \left[\frac{\partial y(\mathbf{x},\mathbf{z})}{\partial z_j}\right]^2 + \sigma^2 \qquad (2)$$

Двукритериалната задача (ДКЗ) при робастно проектиране на кораба, с използване на метамодели, се формулира по следния начин:

Да се намери вектор $\mathbf{x}$ *на управляемите променливи, който минимизира едновременно целевата функция -* $f_\mu(\mathbf{x})$ *на оптимизационната задача и дисперсията, породена от неуправляемите параметри -* $f_\sigma(\mathbf{x})$ *или максимизира* $f_\mu(\mathbf{x})$ *и минимизира* $f_\sigma(\mathbf{x})$*, при следните ограничения:*

$$\begin{aligned} &1)\ M_1 \le f_\mu(\mathbf{x}) \le M_2\ ;\ S_1 \le f_\sigma(\mathbf{x}) \le S_2 \\ &2)\quad h_i(\mathbf{x}) = 0, \qquad i = 1,2,\ldots, p_1\ ; \\ &\qquad g_j(\mathbf{x}) \le 0, \qquad j = 1,2,\ldots, p_2 \\ &3)\ \mathbf{x} \in \mathbf{Re} \end{aligned} \qquad (3)$$

Ограничения 1) задават границите на изменение на стойностите за двата отклика, за които има изградени метамодели. Тези граници не са задължителни, но ако са известни могат да "свият" изследвания район и да се отхвърлят някои решения. Ограниченията - равенства и неравенства 2) са свързани с

конкретната проектна задача за кораба. За решаването на ДКЗ е необходимо да бъдат изградени метамодели и на тези ограничения. Ограничение 3) осигурява стойностите на търсения вектор **x** да останат в експерименталния район, за който са изградени съответните метамодели. За всяка от управляемите променливи е възможно да се зададе различен диапазон на изменение $\mathbf{r}_i$, но такъв, че $\mathbf{r}_i \in \mathbf{Re}$.

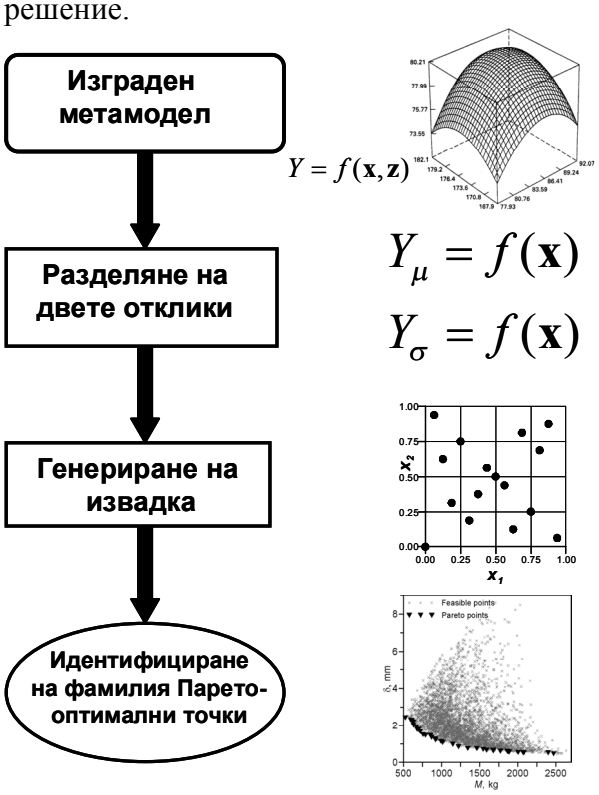
2.1. Методика за решаване на двукритериалната задача

Двукритериалната задача може се разглежда като частен случай на многокритериалната, т.е с два критерия. В отличие от еднокритериалната, при многокритериалната оптимизация обикновено няма едно решение, а съществува фамилия от решения, които се наричат Парето-оптимални, компромисни, ефективни, неподобряващи се и др., а задачата се нарича още и векторна оптимизация.

Постановката на задачата за векторна оптимизация е следната: Дадено е множество от целеви параметри $F(\mathbf{x}) = [F_1(\mathbf{x}), F_2(\mathbf{x}),...,F_m(\mathbf{x})]^T$, което се нарича векторен критерий. Да се намери $\mathbf{x} = [x_1,x_2,\ldots,x_n]^T$ такъв, че да минимизира

$$\min_{\mathbf{x}\in\mathbf{R}}[F_1(\mathbf{x}),F_2(\mathbf{x}),...,F_m(\mathbf{x})], \text{ при}$$
$$h_i(\mathbf{x}) = 0 \quad i = 1,2,...,p_1$$
$$g_j(\mathbf{x}) \le 0 \quad j = 1,2,...,p_2 \qquad (4)$$

На Фиг. 2 са представени стъпките при решаване на двукритериалната задача за кораба. На базата на изграден метамодел (включително и на ограниченията), отчитащ съвместно управляемите променливи и неуправляемите параметри, се разделят двата отклика съгласно (2). Генерира се достатъчно голяма извадка с управляемите променливи и се пресмятат стойностите на функциите, и ограниченията. Определят се допустимите значения отговарящи на ограниченията на задачата. От тези решения се определят Парето-оптималните точки, които се предоставят на проектанта за взимане на окончателно решение.



Фиг.2. Последователност при решаване на ДКЗ за кораба.

За решаване на ДКЗ са използвани някои от идеите залегнали в т.нар. *Parameter Space Investigation* (PSI) метод, поради неговата простота [13]. За генериране на извадки е използван методът, предложен от Собол - наречен LPτ. Той представлява детерминистична алтернатива на метода Монте Карло за генериране на равномерно разпределени случайни числа в *n*-мерно пространство.

След намирането на всички допустими решения, измежду тях се идентифицират тези, които образуват фамилия от Парето-оптимални. За целта е използвана т.нар. *Pareto fitness function* (*PFF*), предложена от Шауман [14]. Функцията, пресметната за всяко от допустимите решения, има вида:

$$F_i = \left[1 - \max_{j\neq i}(\min(f1_i - f1_j, f2_i - f2_j, \; etc....))\right]^p \qquad (5)$$

където: F_i -стойност на PFF за $i^{-то}$ решение; $f1_i$- безразмерна стойност на първата целева функция за $i^{-то}$ решение; $f2_i$ - безразмерна стойност на втората целева

функция за $i^{-то}$ решение; p - Парето експонента.

Във формула (5) *max* се отнася за всички оценявани решения $j \neq i$, а *min* за всички целеви функции. Безразмерните стойности на функциите в интервала [0,1] се пресмятат по следната формула (пример за първата целева функция)

$$f1_i = \frac{rawf1_i - rawf1_{\min}}{rawf1_{\max} - rawf1_{\min}}, \qquad (6)$$

където с *raw* са означени размерните стойности. Експонентата p увеличава разликата между Парето и останалите точки, но в изследването е прието $p = 1$. За стойностите на *PFF* е валидно: Парето-оптималните точки имат стойности в интервала [1,2]; Доминираните – (тези които не принадлежат на фамилията Парето-оптимални) имат стойност в интервала [0,1) и колкото тя е по-висока, толкова точката е по-близо до фамилията; Когато фамилията от точки са близо и равномерно разположени, стойността на всички точки клони към 1.

III. ЧИСЛЕН ПРИМЕР

В [11] са изложени два тестови примера от литературата, като резултатите от предлаганата методика са сравнени с получените чрез други методики. В следващото изложение е показан числен пример, свързан с проектиране на кораба и са представени, и непубликувани до сега резултати.

Формулировката на проектната задача е: *Да се намери устойчиво (робастно) проектно решение по отношение на приведените разходи за превозване на тон товар за КНТ, със следните характеристики по задание*

Дедуейт, t	45000
Скорост, kn	14.20
Макс.специфичен обем на товара, m^3/t	1.342
Минимален специфичен обем на товара, m^3/t	0.450
Екипаж, -	18
Автономност, nm	10000

и следните управляеми променливи, и неуправляеми параметри:

Управляеми променливи		
Дължина на кораба, m	L	x_1
Широчина на кораба, m	B	x_2
Височина на борда, m	D	x_3
Газене, m	T	x_4
Коефициент на обща пълнота, -	Cb	x_5
Неуправляеми параметри		
Цена на корпусни конструкции \$/ton	P_1	z_1
Цена на горивото , \$/ton	P_2	z_2

В съответствие с последователността на работа от Фиг. 2 са изградени метамодели на целевата функция и проектните ограничения. За целта е използван математическия модел за КНТ на програмна система *EXPERT* [15]. Чрез (2) са разделени двата отклика. Таблица 1 съдържа, в компактен вид, коефициентите пред множителите за двата отклика. Над линията е първата функция f_μ – математическото очакване, а под линията – дисперсията f_σ. В първата колона на първия и последния ред са свободните членове.

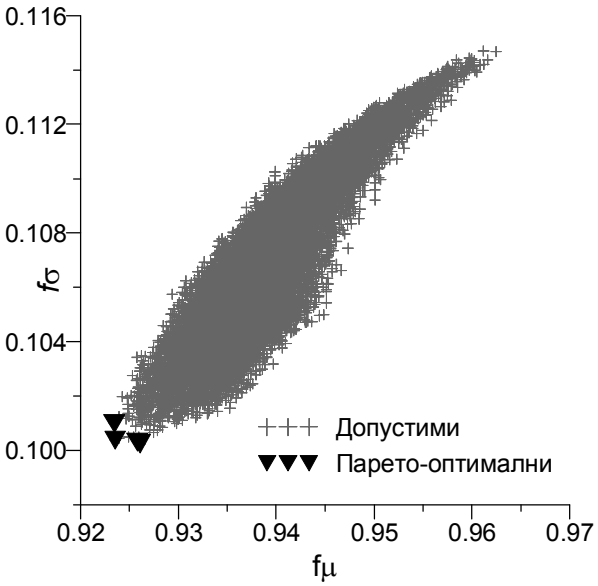
Табл. 1. Коефициенти ($x10^4$) на двете функции

		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
$f\mu$=	10017.9	-525.7	31.6	41.4	-269.6	943.1
	x_1	67.4 0.536	-12.0	16.7	4.0	-269.5
	x_2	-0.277	-14.7 0.053	-7.8	-1.2	38.5
	x_3	0.120	-0.043	1.9 0.009	15.9	-19.3
	x_4	0.091	0.120	-0.043	19.4 0.307	18.3
	x_5	-2.686	0.690	-0.298	-0.244	383.6 3.364
$f\sigma$=	150.672	-16.032	2.694	-1.250	-7.475	40.321

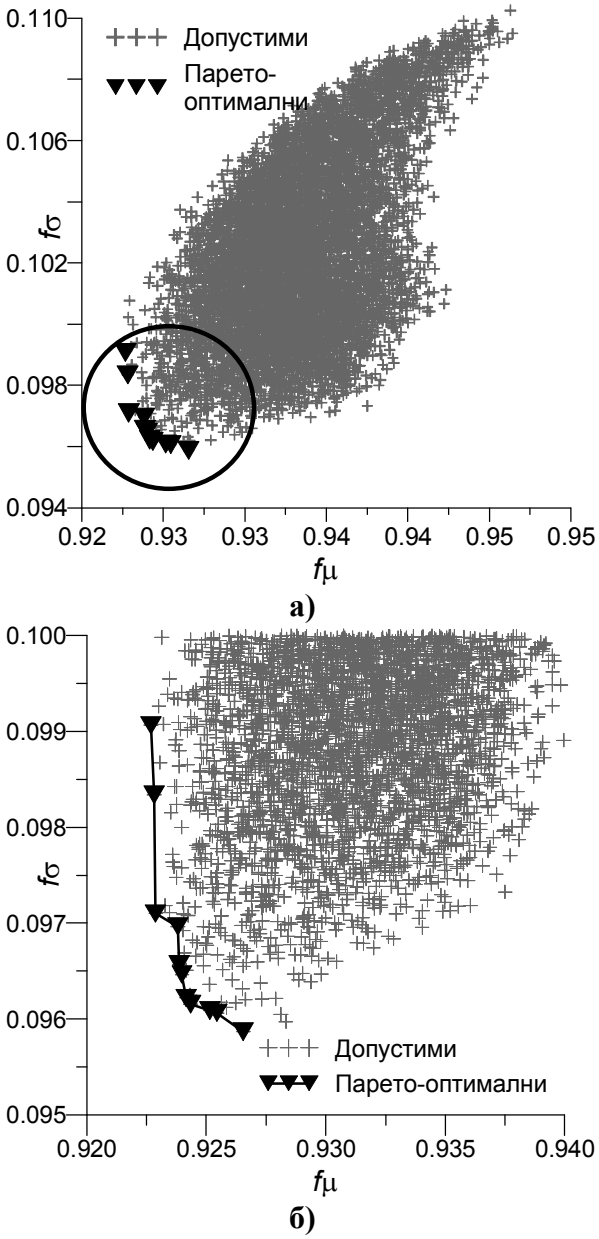
За намиране на фамилията Парето-оптимални решения, чрез LPτ метода, е генерирана извадка от 65536 точки в 5-мерно пространство. Броят на точките е избран единствено от съображения да се облекчат някои обработки на резултатите, чрез MS Excel®. Резултатите са получени чрез специално написана програма на език Pascal, която пресмята стойностите на функциите и ограниченията, определя допустимите решения и от тях избира Парето-оптималните. Районът на

изменение на кодираните управляеми променливи [-1,1] е редуциран на 30% от първоначалния и границите са както следва: L ∈ [0.4, 1.0]; B ∈ [-0.3, 0.3]; D∈[-0.3, 0.3]; T ∈ [-0.3, 0.3]; Cb ∈ [-1.0, -0.4]. За втората функция е използван корен квадратен, което на практика задава стандартното отклонение. От генерираните точки, 10378 от тях са допустими, като 4 от тях са Парето-оптимални. На Фиг. 3 са представени допустимите и Парето-оптималните решения за двете функции.

Получените и съответно валидирани метамодели се отнасят за определен експериментален район. За да се "*надникне*" извън тези граници е извършено ново търсене на Парето-оптимални решения, при увеличен район за L и Cb. Новите граници са: L ∈ [0.6, 1.2]; B ∈ [-0.3, 0.3]; D ∈ [-0.3, 0.3]; T ∈ [-0.3, 0.3]; Cb ∈ [-1.2, -0.6]. От същите 65536 генерирани стойности, за управляемите променливи 13437 са допустими и 11 от тях са Парето-оптимални. На Фиг. 4 а) са представени допустимите и Парето-оптимални решения. Зоната, оградена в кръг е увеличена и представена на Фиг. 4 б). За да се оцени, приложимостта на метамоделите за разширения район, е използван симулационния модел, в програма *EXPERT*.



Фиг.3. Допустими и Парето-оптимални решения при редуциран район на търсене.



Фиг.4. Допустими и Парето-оптимални решения за разширен район на търсене по отношение на L и Cb.

За всички 11 Парето-оптимални решения, чрез *EXPERT* са пресметнати стойностите на първата целева функция. За всички решения, стойностите са много близки с намерените и дори са с 1.2% - 1.9% по-ниски от тези получени на базата на метамодела. От всички ограничения, единствено за няколко от решенията е нарушено ограничението за дедуейта, като максималното отклонение е 1.4% или 630 tDW.

IV. ИЗВОДИ

На базата на проведените изследвания могат да се направят следните изводи:

1. Методът на Тагучи за робастно параметрично проектиране успешно може да се използва при проектирането на кораба, за избор на оптималните стойности на управляемите променливи, които минимизират влиянието на неуправляемите параметри.
2. Философията за робастно проектиране на Тагучи е в основата на дефинираната двукритериална задача при устойчиво проектиране на кораба. На базата на разработена методология за изграждане на метамодели е предложена и успешно тествана методика за решаването на тази задача.
3. Параметричните изследвания дават ценна информация и същевременно увеличават знанията за проектирания кораб в началните етапи. Функциите на чувствителност оценяват влиянието на неуправляемите параметри върху управляемите променливи и целевата функция. За разлика от параметричните изследвания, с предложената методика се определят стойностите на управляемите променливи, които минимизират това влияние.
4. Възможно е търсене на решения извън експерименталния район, но в този случай е необходимо да се проведат контролни пресмятания чрез симулационния модел. В случай, на съществени разлики, методиката трябва да се приложи отново за друг експериментален район.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Пашин, В.М.Оптимизация судов. Л.: Судостроение, 1983
[2] Wynn, H. and Bates, R. Advances in Robust Enginnering Design: Design of Experiments-Benefits to Industry. European Network for Business and Industrial Statistics (ENBIS), Workshop at Matforsk, Ås, Norway, 13-14 May 2004.
[3] Phadke, M.S. Quality Engineering Using Robust Design. Prentice hall, Englewood Cliff, NJ. November 1989.
[4] Roman o, D. Design for Robustness and Cost Saving. Pro-European Network for Business and Industrial Statistics (Pro-ENBIS), Workshop at austriamicrosystems AG- Graz, Austria, December 13, 2004.
[5] Taguchi, G. and Clausing, D. Robust quality. Harvard Business Review, January-February 1990,65-75
[6] Unal, R. Taguchi approach to design optimization for quality and cost: An overview. Annual Conference of the International Society of Parametric Analysts, New Orleans, May 21-24,1991.
[7] Koksoy, O, and Doganaksoy, N. Joint Optimization of Mean and Standard Deviation Using Response Surface Methods. *Journal of Quality Technology*, Vol. 35, No 3, July 2003, 239-252.
[8] Myers R.H, and Montgomery D.C. 2002. Response surface methodology. Process and product optimization using designed experiments. Second Edition, John Wiley & Sons, Inc, 2002
[9] Vining, G. G. and Myers, R.H. Combining Taguchi and Response Surface Philosophies: A Dual Response Approach. *Journal of Quality Technology*, Vol. 22, No. 1, January 1990, 38-45.
[10] Georgiev, P., Damyanliev, T. Metamodels in Ship Design. Second International Congress on Mechanical and Electrical Engineering and Marine Industry (MEEMI), Varna, Bulgaria, 7-9 October 2005, Vol. 2, 268 – 278.
[11] Georgiev, P. Dual Response System in the Early Stages of Ship Design. Eighth International Conference on Marine Science and Technology, Black Sea 2006, Varna, Bulgaria, 25- 27 September 2006, vol.1,107-112.
[12] Georgiev, P.G. Implementation of metamodels in ship design. Maritime Industry, Ocean Engineering and Coastal Rersources, eds. C. Guedes Soares & P. Kolev, Taylor & Francis Group, London, 2008, pp. 419-428
[13] Egorov, I.N., Kretinin, G.V., Matusov, I.B. and Statnikov R.B. Problems of Designing and Multicriteria Control for Adjustable Technical Systems. Doklady Physics, Vol. 43, No 3, 1998.
[14] Balling, R.J. and Wilson, S.A. The maximin fitness function for multi-objective evolutionary computation: Application to city planning. Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO-2001), San Francisco, California, USA, 7-11 July, 2001, 1079-1084
[15] Damyanliev T.P., Program environment for Decision Making Support Systems, MEET/MARIND, 2002, Proc. Volume 5, Varna, 2002.

За контакти:
инж. Петър Георгиев, доцент д-р в Катедра ”Корабостроене” при КФ на ТУ-Варна,
ул. Студентска № 1, УПБ, 201[а],
e-mail: petar.ge@tu-varna.bg

инж. Трайчо Дамянлиев, доцент д-р в Катедра ”Корабостроене” при КФ на ТУ-Варна,
ул. Студентска № 1, УПБ, 201.
e-mail: trajcho.damyanliev@tu-vartna.bg

Рецензент: проф. дтн. инж. Петър Колев

КОНЦЕПТУАЛНОТО ПРОЕКТИРАНЕ И НАУКАТА “ТЕОРИЯ НА ПРОЕКТИРАНЕ НА КОРАБА”

CONCEPTUAL DESIGN AND THE SCIENCE “ THEORY OF SHIP DESIGN”

Трайчо Дамянлиев, Петър Георгиев

Резюме: В доклада се разглеждат ролята и мястото на изграждането на концепцията на кораба като етап от неговото проектиране. Направена е оценка на съвременното развитие на методологията за формулиране на основните характеристики на кораба, определящи го като физически обект и прогнозиране на неговите качества. Поставени са и някои терминологични въпроси по определяне на понятията „Проектиране на кораба”, „Теория на проектирането на кораба” и „Концептуално проектиране”.
Ключови думи: концептуално проектиране, проектиране на кораба, теория на проектирането на кораба, системен анализ.

Abstract: The paper deals with the role and place of conceptual design in the process of ship design and analyses the modern methodology for determination the main ship particulars describing it as physical object and evaluation of its performance. Some terminological matters as the concepts “Ship design”, "Ship design theory" and "Conceptual Design" are discussed.
Keywords: conceptual design, ship design, ship design theory, system analysis.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Изграждането на концепцията на всяка сложна техническа система и в частност на кораба, преминава през два етапа: формулиране на проектно задание - за кораба това е задачата за „*попълване на флота*”; и разработване на концептуален проект.

“**Попълване на флота**” цели формулиране на основните показатели на кораба от гледна точка на задачите на флота като система, в която корабът е съставна част (подсистема). При формулираните в проектното задание показатели, логиката на следващия етап е да генерира основните параметри и характеристики на кораба, които безусловно да определят проектните решения – разработване на концепцията за кораба. В терминологичен смисъл този етап от проектирането на кораба се определя като:

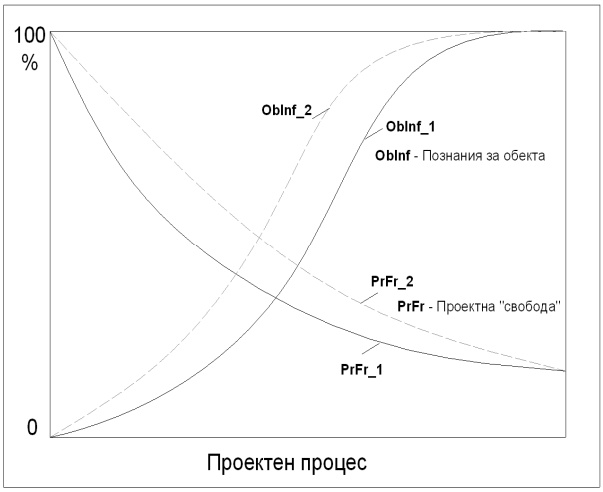
- Предварително проектиране (Preliminary ship design);
- Начално проектиране (Initial design);
- Изследователско проектиране (Research Design);
- Концептуално проектиране (Conceptual ship design).

Според авторите, последното определение най – пълно отразява смисъла и ролята на етапа в цялостния процес на проектиране на кораба.

Оценката на “**творческата значимост**” на различните нива на проектирането на кораба може да се илюстрира с известната графика на Mistree и други [1] – Фиг. 1. С развитието на проекта, познанието (информацията) за обекта (ObInf) се увеличава, което е свързано и с намаляване на „свободата” за генериране на нови проектни решения (PrFr). По–голямата свобода на избора съответства на по–голяма значимост на творческия елемент на задачата, т.е по–голяма принадена стойност за проекта като цяло.

С по–ранното формиране на информацията за обекта - ObInf_2, проектната „свобода” се измества към началните стадии на проектиране – PrFr_2. Като си има предвид това, че в началните нива на проектиране, разходите са относително по–ниски, следва и естествения стремеж за разширяване на

обема информация, към именно тези стадии на проекта.



Фиг. 1. „Творческата" значимост при проектиране.

II. АНАЛИЗ

2.1. Концептуалното проектиране и останалите науки за кораба.

Областта от познанието ни за всяка сложна техническа система се формира от резултатите от системните изследвания в отделни научни направления (науки за обекта), които са обусловени от спецификата на подсистемите на обекта и неговите качества.

Науките за кораба обхващат следните научни области:

1. Строителна механика и конструкция на корабния корпус;
2. Корабни силови уредби и системи;
3. Устройства и оборудване на кораба;
4. Електрооборудване на кораба;
5. Теория на кораба;
6. Технология на строителството на кораба;
7. Икономика на кораба.

Във всяка наука се изследват основните, специфични за кораба конструкции, устройства, оборудване и качества. От инженерна гледна точка тези изследванията могат да се сведат до модел(и), решаващи "**правата**" задача при проектирането (Фиг. 2).

Тук при зададени начални данни и условия, се определя какви са очакваните показатели за определената конструкция, качества и т.н. Изхождайки от сложния характер на обекта и взаимовръзките на отделните му подсистеми, научните направления и по–точно резултатите от изследванията зависят преди всичко от началните условия и наложените им връзки.

При концептуалното проектиране се решава "**обратната**" задача – какви следва да бъдат началните, общи за всички подсистеми условия и ограничения, при които обектът да изпълнява предназначението си или с понятията на системния анализ – да притежава определено системно качество.

Фиг. 2. „Права" и „обратна" задача при проектиране на кораба.

2.2. За науката "Теория на проектиране на кораба"

Връзката между специалните науки за кораба и концептуалното му проектиране най-ясно може да се представи чрез анализ на получените за всяко едно направление познания и синтезирането на математическия модел на обекта – Фиг.3. Анализът на познанията за обекта, придобити за всяка наука за кораба се свързва с изследване на:

- Възможностите за разработване на методика за изчисляване на изходните резултати при изменение на входните данни;
- Корелационните връзки между входните данни и изходните резултати.

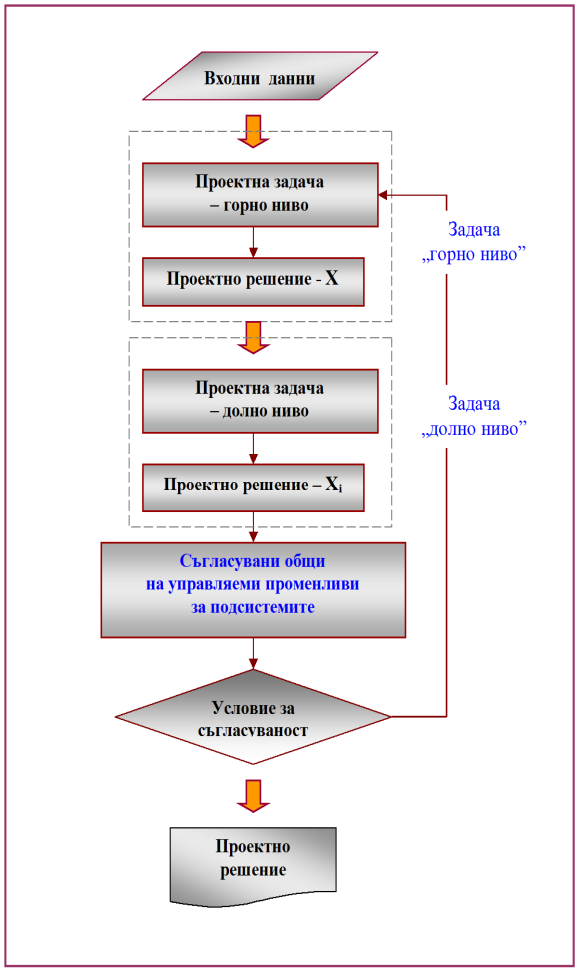
Чрез синтеза на познанията за обекта се цели преди всичко изграждане на адекватни математически модели и формулиране на границите на изменение на управляемите променливи на концептуалната задача.

Някои автори предлагат системните изследвания на кораба да се изпълняват като задача на две нива [2]. Анализи на ниво подсистема Пашин В.М. [3] нарича „вътрешно проектиране на по–долно ниво", а Гайкович А.И. [4] определя анализа на общото разположение на кораба като „структурна оптимизация". Логиката на този подход е показана на Фиг.4.

Фиг. 3. Анализ и синтез на познанията за обекта

Според автора на [2], Jagoda J., на първото, „горно" ниво, на база на първоначален концептуален модел се решава задачата на концептуалния проект, т.е обратната задача на проектиране, при която решението се определя от търсене на оптимум на целевата функция f(**X**), където **X** е вектора на управляемите променливи на ниво „кораб" - главни размери и коефициенти на формата.

За така полученото проектно решение на „горното ниво", задачата от „долното" ниво се заключава в анализ на всяка от корабните подсистеми. Тук управляемите променливи и целевата функция са специфични за съответната подсистема показатели.



Фиг. 4. Синтез на системата на две нива.

Координацията между подсистемите, т.е системните им взаимовръзки, може да се формира от входните и изходни показатели и управляемите променливи за всяка от подсистемите. Характерната за *i*-тата подсистема целева функция може да се представи във вида:

$$f_i(\mathbf{X}, X_i, w_i)$$

където: X_i - управляеми променливи за *i*-тата подсистема; w_i - входни данни, формирани от изходните данни от други подсистеми.

При наличие на активна взаимовръзка на съответната подсистема с останалите е в сила уравнението:

$$X_i = \sum C_{ij} w_i$$

където: C_{ij} – матрица на съответствието, определяща коя от изходните данни за *j*–тата подсистема е входна за *i*–тата подсистема.

Авторите на изложената по- горе методология предполагат, че е възможно на база на подобни анализи, да се изпълни съгласуване на общи за отделните подсистеми и за системата като цяло управляеми променливи. Логично е да се допусне - в случай, че се постигне формиране на нов „съгласуван" вектор на управляемите променливи, би следвало и да се изпълни нов „уточнен" математически модел на кораба. Подобен подход, който впрочем е само теоретично допускане, предполага и разработването на изключително сложна за изпълнение програмна система.

Както може да се забележи, „вътрешният" системен анализ на задачите за всяка отделна подсистема, предполага изследване на показатели, различни от тези на концептуалния проект. Като правило „вътрешните" за всяка отделна задача управляеми променливи смислово и физически са твърде различни от тези на концептуалния модел на обекта.

Подобен подход, по същество, предполага смисловото смесване на две различни по логика проектни задачи и по мнението на авторите не води до подобряване на решението.

Науката "Теория на проектиране на кораба", по определението на Колев П.Н. [5] следва да решава задачите, свързани с "определяне на основните характеристики на проектирания кораб". Следвайки това определение, очевидно предмета на науката "Проектиране на кораба", трябва да е свързан с определяне на методологията, теория за реализацията на концептуалния проект на кораба.

От математическа гледна точка концептуалното проектиране на кораба може да се сведе до решаване на система от уравнения, описващи обекта и неговите качества. В действителност тази задача е нерешима по няколко причини:

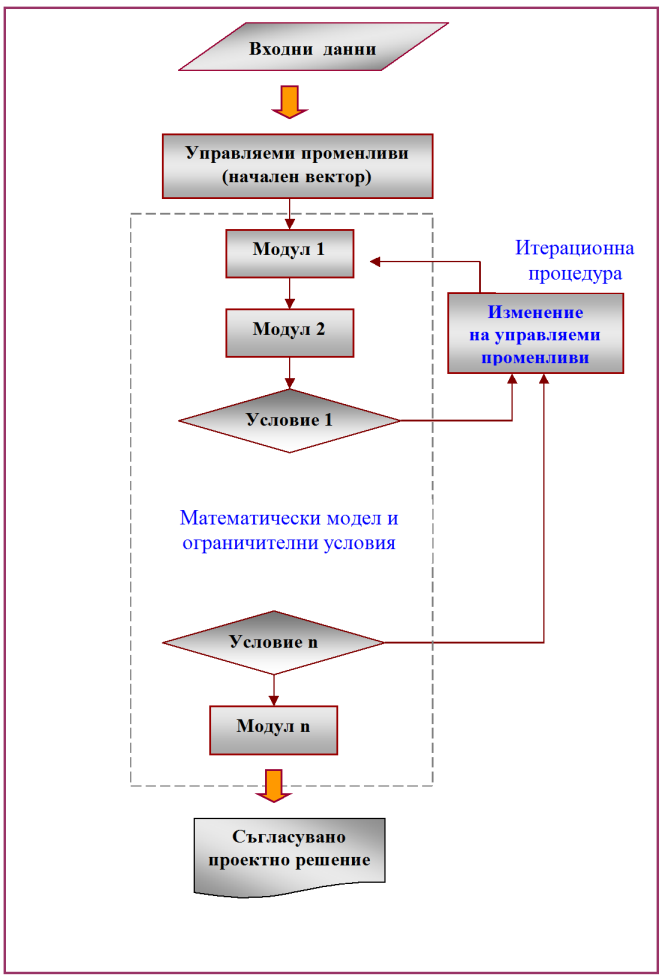
- системата е неопределена – броят на неизвестните е по–голям от броя на уравненията;
- една част от уравненията (тези свързани с качествата на кораба) на практика са неравенства;
- уравненията имат твърде сложен характер и непосредственото им решаване е невъзможно.

Описаните по–горе особености на задачата, дори и само математическата й интерпретация, определят и най–често прилаганата методология за проектиране на кораба, а именно чрез метода на последователните приближения [5].

На Фиг.5 е показана принципната схема на този подход. Въз основа на предварителни изчисления или по статистически данни, се определя началната стойност на вектора на управляемите променливи – $\mathbf{X}^0$ (x_1^0, x_2^0,..., x_n^0). Най–често компонентите на вектора включват главните размери (или техните отношения) и интегралните коефициенти на формата.

Чрез последователно (итерационно) удовлетворяване на заложените ограничителни условия, изисквания и насочено изменение на управляемите променливи като резултат се получава "съгласуван" по отношение на ограниченията проектен вариант – $\mathbf{X}^c$ (x_1^c, x_2^c,..., x_n^c). Както е разумно да се предположи, проектният вариант е в допустимата област за изменение на управляемите променливи, но поради отсъствието на критерий за оценка на проектното решение, това е само един от безброй възможните.

Логиката на формиране на това решение се определя от вградения алгоритъм за изменение на управляемите променливи, който не е обвързан с предварително определен критерий за оценка.



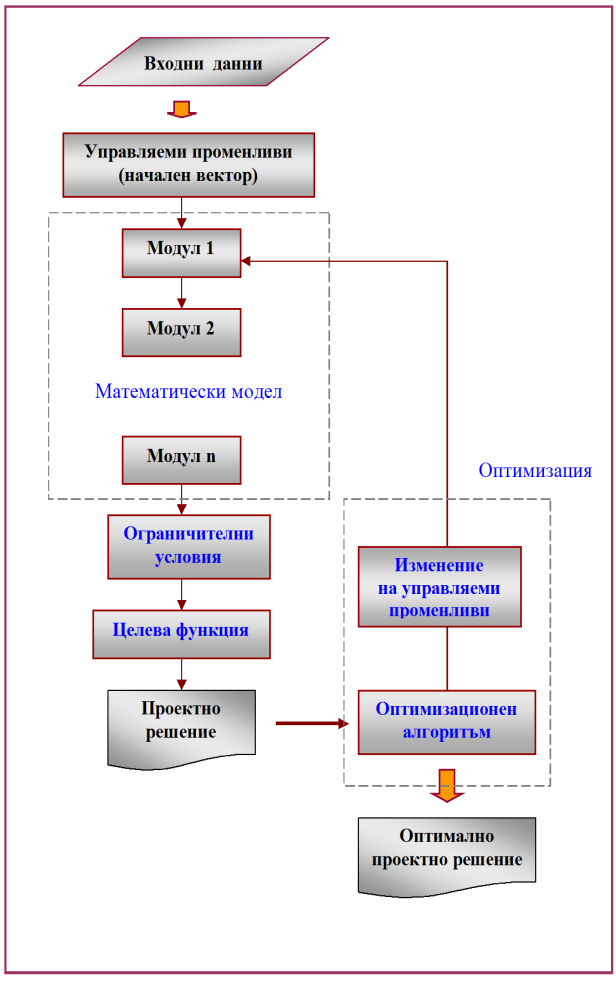
Фиг. 5. Методология на „итерационно" проектиране на кораба

С повишаване на познанията за обекта, усъвършенстването на съвременните компютърни системи и приложението на математически методи за търсене на проектно решение, методологията за концептуално проектиране на кораба направи и следващата стъпка от развитието си, а именно приложението на системния анализ.

В своята публикация [6], Gallin задава логичния въпрос - Какъв следва да е пътя на проектирането след приложението на компютърните системи и методи за оптимизация? Независимо че не всичко в тази публикация може да се приеме буквално, авторът й подсказва една принципно нова идея за приложение на оптимизационните процедури.

Както се вижда от показаната на Фиг. 6 принципна схема, този подход се отличава от традиционната "итерационна" методика (Фиг. 5). Тук математическият модел и ограничителните условия са обособени в два самостоятелни, линейно изпълнявани блока. За всяка текуща стойност на вектора на управляемите променливи – **X** (x_1, x_2, ... , x_n) не може да се твърди, че проектният вариант е съгласуван с наложените ограничения.

Чрез логиката на оптимизационната процедура автоматизирано се търсят тези стойности на вектора на управляемите променливи – **X*** (x_1*, x_2*,...,x_n*), при които е достигнат оптимум на целевата функция, при удовлетворяване на наложените ограничения. Полученият проектен вариант може да се определи като "оптимален".



Фиг. 6. Методология на оптимално проектиране на кораба.

Тази методология, чрез премахване на „вътрешните" логически операции, свързани с проверки по изпълнение на наложените ограничения, позволява

значително опростяване на алгоритъма на проектната задача и създаване на възможност за изграждане на универсална структура. Този подход е реализиран в системата за концептуално проектиране на кораба – „Expert" [7].

2.3. Цели и задачи на науката "Теория на проектиране на кораба".

В широкия смисъл на понятието под проектиране на кораба следва да се разбира целия процес на разработване на конструктивната, технологична и друга документация, свързана с реализация на кораба като физически обект и оценка на неговите качества. Съвременното разбиране на науката "Теория на проектиране на кораба"може да се сведе до следните базови определения:

1) **Област на приложение и задачи на науката:**

-Формулиране на определящите характеристики на кораба като част от флота - **задача „попълване на флота"**;

-Генериране на данни за основните характеристики на кораба, достатъчно пълно описващи го като физически обект, при изпълнение на всички произтичащи от заданието, ограничителни и други изисквания и условия – **концептуален проект на кораба.**

-Изследване и анализ на проблемите при разработване на подходящ концептуален модел на кораба;

2) **Методология на науката:**

-Корабът се разглежда като **сложна техническа система**, състояща се от краен брой подсистеми с ясно формулирани взаимовръзки;

-Проектната задача се решава посредством **системен подход и анализ.**

3) **Технически средства и среда:**

- Програмната среда се базира на съвременни интерактивни компютърни системи.

III. ИЗВОДИ

1. Разглеждане на кораба като сложна техническа система, приложението на системния подход и съвременни математически методи и компютърни средства за решаването на проектната задача, логично определят науката "Теория на проектиране на кораба" като една интердисциплинарна наука, създаваща методологичната основа за изграждане на концепцията за кораба.

2. Приложението на понятието „Проектиране на кораба", включително и като академична дисциплина, е разумно да се свързва с реалния му смисъл, който предполага изследване, анализ и разработване на документи, свързани с цялостната реализация на кораба.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Mistree F., Smith W.F., Bras B.A., Allen J.K., Muster D., Decision Base Design: A contemporary paradigm for ship design, SNAME, Annual Meeting, san Francisco, California, October 31 – November 3, 1990

[2]. Jagoda J., Computer – aided multi – level optimization method applied to economical ship design. Computer Operation and ship design, IFIP/IFAC, second International Conference, Amsterdam, 1974

[3]. Пашин В.М., Оптимизация судов (системный подход – математические модели), Ленинград, 1983,

[4]. Гайкович А.И., Основы теории проектирования сложных технических систем, Моринтех, Санкт - Петербург, 2001

[5]. Колев П.Н., Проектиране и архитектура на кораба - I и II част, ВМЕИ, Варна, 1979

[6]. Gallin C., Which way computer aided preliminary ship design and optimization, ICCAS – papers, Tokyo, august 28-30, 1973

[7]. Damyanliev T.P., Program environment for Decision Making Support Systems, MEET/MARIND, 2002, Proc. Volume 5, Varna, 2002.

За контакти:
инж. Трайчо Дамянлиев, доцент д-р в катедра "Корабостроене" при КФ на ТУ-Варна,
ул. Студентска № 1, 203 УПБ,
e-mail: trajcho.damyanliev@tu-varna.bg
инж. Петър Георгиев, доцент д-р в катедра "Корабостроене" при КФ на ТУ - Варна,
ул. Студентска № 1, 201 УПБ,
e-mail: petar.ge@tu-varna.bg

Рецензент:
проф. дн. инж. Петър Колев

ЯКОСТЕН АНАЛИЗ НА СТОМАНЕНАТА КОНСТРУКЦИЯ НА КОЗЛОВИ КРАН

STRENGTH ANALISYS THE STEEL STRUCTURE OF GANTRY CRANE

Дишко Дишев, Трайчо Дамянлиев

Резюме: В доклада са публикувани част от резултатите по определяне на основните характеристики и оценката на напрегнатото състояние на стоманената конструкция на козлови кран монтиран на плаващ док. Приложените гредови и обемни модели позволяват да се направи качествен и количествен анализ на напрегнатото състояние, в т.ч. напреженията, провисване и устойчивостта на стоманените конструкции на крана. Резултатите на изпълнения анализ позволява да се оптимизира конструкцията на крана с цел достигане на минимална маса.
Ключови думи: козлови кран, плаващ док, якостен анализ

Abstract: In the paper part of the results in definition of the main characteristics and evaluation of the stress state of the steel structure of gantry crane mounted on a floating dock are presented. The developed beam and 3D models allow a qualitative analysis of stress state, including stresses, creep resistance and buckling of the the cranes steel structures. The results of the carried analysis allows to optimize the structure of the crane to reach the minimum weight.
Keywords: gantry crane, floating dock, stength analisys

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Плаващите докове се използват основно за ремонт на кораби и други плаващи съоръжения. По тази причина те са оборудвани с портални кранове, разположени на топ палубата на кулите. Поради отсъствието на други спускови устройства, в МТГ „Делфин" АД бе прието Плаващ док №2 да се използва като площадка за стапелен монтаж на новостроящи се кораби. Наличните два 5 - тонни портални кранове се оказват с твърде малка товароподемност и това довежда до монтирането на допълнителен козлови кран с товароподемност 800 kN.

За разлика от монтираните на сушата, крана монтиран на плаващия док би следвало да отговаря на изискванията на стандартите и наредбите за проектирането, строителството и експлоатацията на повдигателни съоръжения [1] - [3] и тези на БКР [4].

Якостните изчисления са изпълнени с подходящ програмен продукт по метода на крайните елементи.

II. АНАЛИЗ

2.1. Определяне на основните характеристики на крана.

Като всяко съоръжение от този тип проектирането на крана преминава през два етапа. Първият от тях е свързан с формулиране на основните му характеристики, а вторият с проектиране на съставляващите го конструкции.

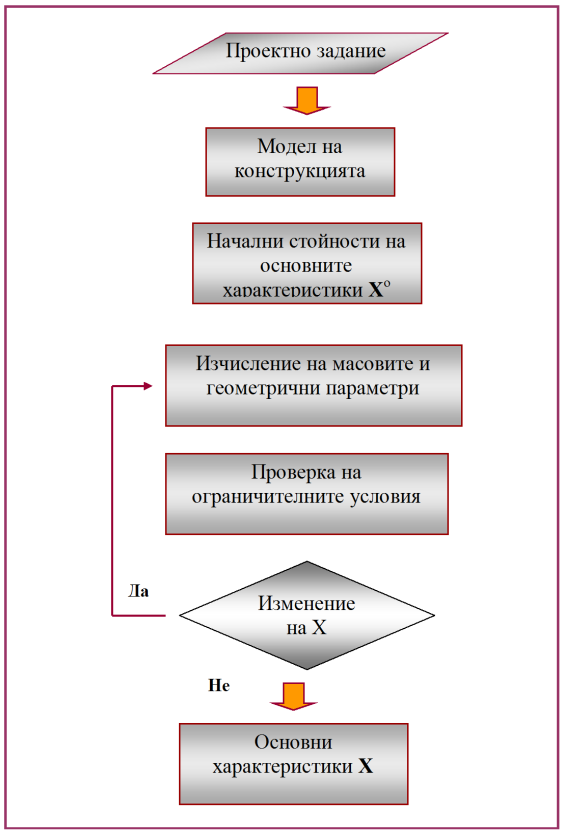
Гредовият модел на конструкцията на крана, показан на фиг. 1., може да се представи като носеща, товарна греда, монтирана върху Л – образни крака, свързани шарнирно с ходовата му част.

Фиг. 1 Гредови модел на конструкцията

Носещата конструкция е двугредова, по която по релсов път се придвижва товарната количка с товарната лебедка. За кранове с подобна товароподемност носещата греда се сързва с краката с твърда и шарнирна връзки. Тази схема предполага осигуряване на относителна «гъвкавост» на конструкцията при движение на крана и намаляването на натоварването в района на шарнирната

връзка. Предварителният анализ показа, че при изискванията, наложени от БКР, в частност наличие на крен и дифирент, намаляване на натоварването във връзките е принебрежимо. Това предопредели и решението връзката на товарната греда и краката да е «твърда».

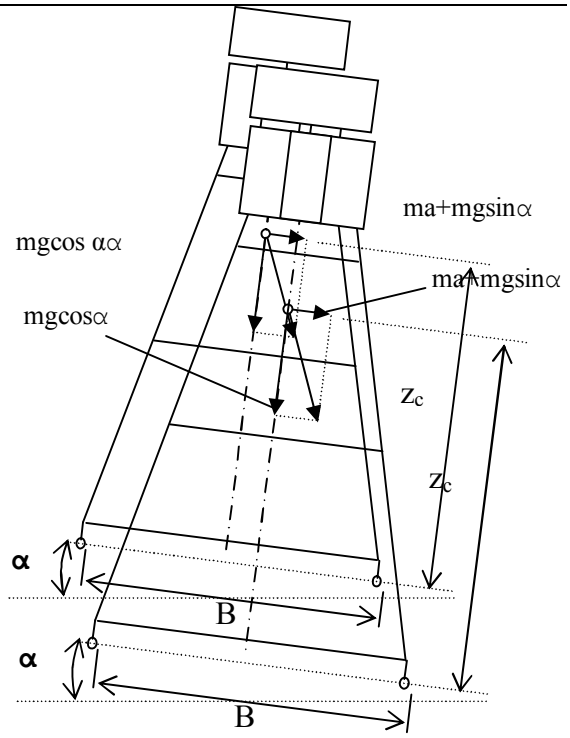
Определянето на основните характеристики на крана (дължина между осите на релсовия път (L), височина на повдигане на товара (H) и базата (B), представени с вектора X(L,B,H), са определени по итерационната процедура, показана на фиг. 2.



Фиг. 2. Схема за определяне на основните характеристики

Тъй като дължината между осите на релсовия път L е предопределена от наличния релсов път (L = 25,85 м) , в случая компонентите на вектора X са: височина на повдигане на товара (H) и базата (B).

Ограничителното условие, определящо H и B при постоянно L, както следваше и да се очаква се оказва устойчивостта на крана при действие на ветрово натоварване – фиг.3.



Фиг. 3. Схема за определяне устойчивостта

Устойчивостта на конструкцията е проверена при движение на крана без товар, при удар в буфера и наличие на диферент от 2^o.

От условието за равновесие (преобръщане) получаваме максималното закъснение, което трябва да осигуряват буферите - **a**.

$$(ma + mg\sin\alpha_д)z_c < (mg\cos\alpha_д)\frac{B}{2}$$

$$\mathbf{a} < 3{,}3\text{m/s}^2$$

При вятър в посока надлъжно на дока със стойност на налягането в неработно състояние на крана p = 1000 Pa [4] условието за равновесие (преобръщане) се определя от съотношението на възстановяващия и преобръщащия моменти.

Възстановяващият момент се изчислява по формулата:

$$M_{възст} = (mg\cos\alpha_д)\, B/2$$

където

m – маса на крана, изчислявана във функция на H и B;

$\alpha_д$ – ъгъл на диферента

Преобръщащият момент се изчислява по формулата:

$$M_{преобр} = (mg\sin\alpha_д)Z_C + \sum kcpz\eta A$$

където
k, c и η – коефициенти, отчитащи геометричните характеристики на конструкциите на крана [3];
z – апликата на ЦП на конструкциите, m;
A – площ на конструкциите, m^2

Условието
$M_{възст} \geq M_{преобр}$

се изпълнява при следните стойности на варируемите величини:

Височина на повдигане на товара (от топ палубата на кулите на дока) – H =10 м;

База – B = 6,50 м;

При това
$M_{възст}$ = 3188 kNm
$M_{преобр}$ = 2486 kNm

2.2. Начални условия и изчислителни комбинации.

Начални условия:

- Материалът е ВСт3пс и има следните характеристики:

граница на провлачване Re = σ_s = 230 Mpa;
граница на разрушение Rm = σ_B = 372 Mpa;
граница на умора σ_{-1} = 190 Mpa.

- Коефициенти на сигурност и допустими напрежения:

n_p=1,08 по [3] .
Спрямо границата на умора по I изчислителна комбинация [3] n_I=1,5
Спрямо границата на провлачване по II изчислителна комбинация [3]
n_{II}=1,33 n_p = 1,44 по [3]
n_{II} = 1,67 по [4]
Прието n_{II}=1,67
По III изчислителна комбинация [3]:
n_{III}=1,2.
При стомани с $\sigma_s / \sigma_в > 0,75$
Спрямо якостта на опън σ_B.
n_{BI} = 2; n_{BII} = 1,8; n_{BIII} = 1,6
(За Ст3пс σ_s / σ_s = 0,62 < 0,75):
$[\sigma]_I$ = 127 Mpa;
$[\sigma]_{II}$ = 135 Mpa;
$[\sigma]_{III}$ = 188 Mpa;

- Изчислително състояние на дока [4]:

Диферент – 2^o;
Крен – 3^o.

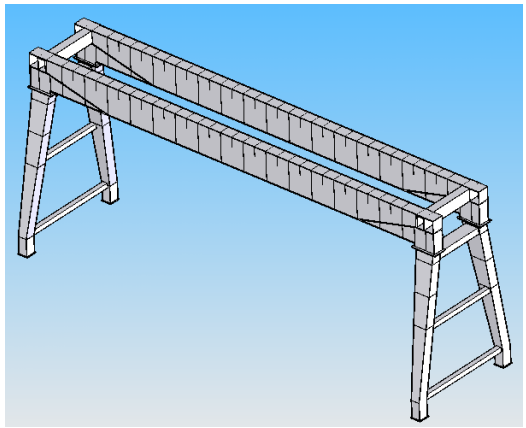
- Изчислително ветрово натоварване в неработно състояние на крана е 1000 Pa [4].

Изчислителни комбинации, *съгласно[3]* **:**
Тъй като кранът ще се използва за монтаж на корабни секции и е със сравнително лек режим на работа по отношение на повторяемост, проверка по I изчислителна комбинация не е наложителна.
Максимални натоварвания в работно състояние:
Комбинация II а: Едновременна работа на механизмите за повдигане на товара и за придвижване на количката;
Комбинация II в: Едновременна работа на механизмите за повдигане на товара и за придвижване на крана;
Комбинация II с: Едновременна работа на механизмите за придвижване на количката и за придвижване на крана;
Комбинация III а: Ветрово натоварване в неработно състояние на крана при крен на дока 3°.

2.3. Изчисление на разрезни усилия, напрежения и провисвания на конструкциите на крана.

Изчисляването на натоварването и граничните условия се изпълни цялостен гредови модел на крана. Конструкциите на крана са моделирани като пространствена рамка - фиг.4.

Моделирани са различни разположения на количката и товара: в края на основната греда; в средата на отвора; и други междинни положения (линии на влияние).



Фиг. 4. Модел на крана

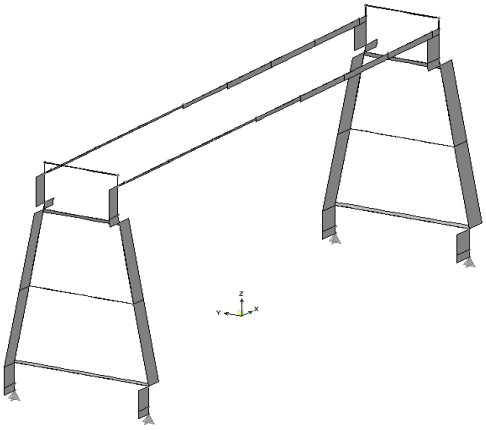
Натоварване на конструкциите.

Силите от товара и количката са съсредоточени в колелата на количката. Ветровото и инерционното натоварване са приложени като разпределени товари върху гредите. Силите от крен и диферент се моделират чрез разлагане на вектора на земното ускорение.

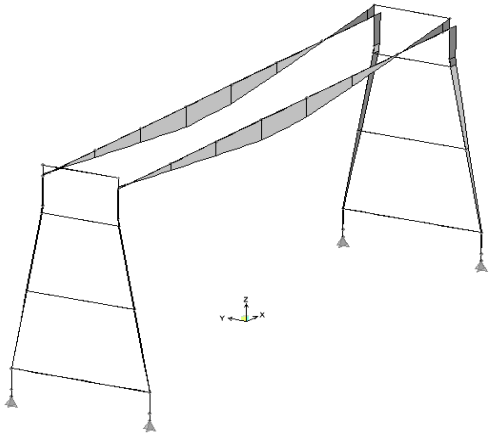
На фиг. 5 са показани диаграмите на N, My (y, z главни оси на сечението от фиг.1) в конструкцията на крана, при положение на количката в средата на отвора, с товари по комбинация IIа.

На фиг. 6 е показана диаграмите на N и Mz в конструкцията на крана при положение на количката в средата на отвора, с товари по комбинация IIв.

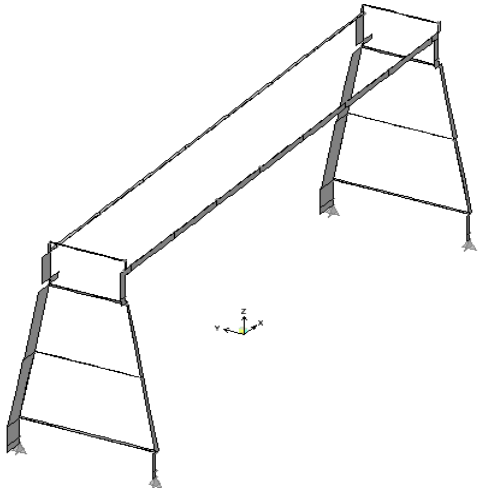
Диаграма N



Диаграма My



Фиг. 5. Комбинация IIа. Диаграми N, My



Диаграма N

Диаграма Mz

Фиг. 6. Комбинация IIв. Диаграми N, Mz

Натоварване на конструкциите.

При натиск и общо огъване максималното нормално напрежение получаваме по следната формула:

$$\sigma_x = \frac{N}{F} + \frac{M_y}{W_y} + \frac{M_z}{W_z}$$

Натоварването и нормалните напрежения в различни части на конструкцията са дадени в таблица 1.

Таблица 1

Комбинация IIа товар в средата				
Елемент	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	σx [MPa]
Основна греда	139	3072	13.1	72.31
Челна греда	14	8	39	10.50
Крак –горе	586	1410	8.12	85.85
Крак долу	599	211	15	51.75
Свързваща греда горе	90	8	39	11.78
Свързваща греда долу	90	8	5.9	18.00
Крак вертикал	594	214	18.8	88.30

Комбинация IIв товар в средата				
Елемент	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	σx [MPa]
Основна греда	165	2377	218	73.74
Челна греда	16	113.4	138.3	45.86
Крак –горе	221.5	590	154	50.95
Крак долу	525.4	95.8	30.2	32.64
Свързваща греда горе	57	114	150	55.15
Свързваща греда долу	55	54.3	5.7	51.57
Крак вертикал	531	86	59.7	63.03

Комбинация IIс товар в средата				
Елемент	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	σx [MPa]
Основна греда	116	3081	167	84.75
Челна греда	14	99.8	130	42.31
Крак –горе	478	1491	112.8	98.76
Крак долу	725	237	31.3	60.80
Свързваща греда горе	91.5	86	203.8	58.81
Свързваща греда долу	91.5	40.2	7.5	44.76
Крак вертикал	727	240.8	71.5	116.41

Получените напрежения са по-малки от допустимите за избрания материал Вст 3сп4. Тангенциалните напрежения от срязващите сили и усукващите момент са значително по-малки от допустимите и не променят съществено стойностите на еквивалентните напрежения (по формулата по - долу) в сравнение с тези от таблиците.

$$\sigma_{екв}^{IV} = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau^2}$$

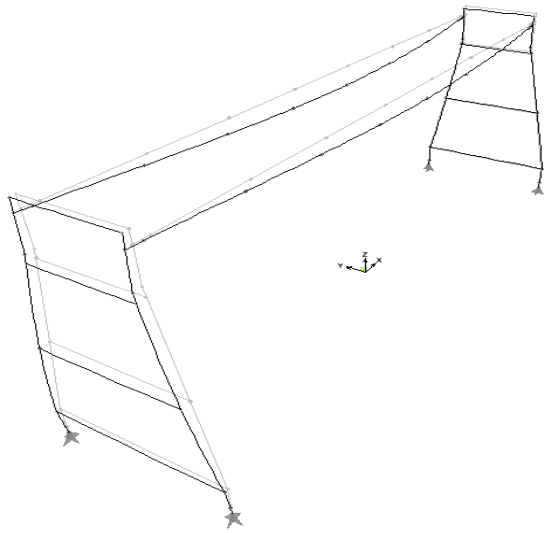
Провисване на товарните греди

Очакваното максималното вертикално провисване при изпитателен товар

$P_{изп}$ =1,25Q = 1000 kN

е около W_{max} = 28 mm – фиг. 7,

при това W/L = 0,028/25,85 = 1/923 < 1/300



Фиг. 7. Деформация на конструкциите

Устойчивост на рамката на краката

Максималното натоварване на рамката на крака е около B ≈ 850kN. Съотношението на инерционните моменти на основната греда и крака в средата е 0.0399/0.0115 ≈ 4,5. С известна условност може да се приеме схема на изкълчване на прът с коефициент на приведената дължина μ = 2 .

При дължина на крака $L_{кр}$ ≈ 9 m и условно постоянно сечение, коефициентът на претоварване λ е равен на 51 за рамката с променливо сечение на крака при натоварване по комбинация IIа.

Местната устойчивост се осигурява с напречни ребра – диафрагми. Изпълнените числени експерименти и с обемен модел на конструкцията не показват опасност от загуба на местна устойчивост.

По разработения проект, в който авторите на статията също участват, кранът беше изграден в МТГ Делфин АД - фиг. 8. Построеният кран е монтиран на дока (фиг.9) и след изпитания и получения сертификат от БКР е пуснат в експлоатация.

Фиг. 8. Строителство на крана

Фиг. 9. Крана в експлоатация

III. ИЗВОДИ

1. Напреженията в конструкциите на крана от натоварването по комбинации II са по-малки от допустимите $[\sigma]_{II}$=140 Mpa, което показва, че конструкциите на крана имат достатъчна носеща способност.

2. Напреженията по комбинация IIc са много близки до допустимите и комбиниране на движенията на крана в две направления – движение на крана и преместване на товара е нежелателно.

3. Приложените метод и софтуер за моделиране и изчисление на конструкциите позволяват да се направи надеждна оценка на здравината, провисването и устойчивостта на крана.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Наредба за безопасна експлоатация и технически надзор на повдигателни съоръжения, ДВ. бр.60 от 25 Юли 2006 г.

[2]. Наредба № 31 от за изискванията към устройството и безопасната експлоатация на повдигателните съоръжения, 27.12.1996 г.

[3]. БДС 16949-89 (ISO 4302-1981) – Техника на безопасност на кранове товароподемни. Натоварвания и изчислителни комбинации за мостови и козлови кранове.

[4]. Rules for Classification and Construction, I Ship Technology, Part 1 – Seagoing Ship.

За контакти:
инж. Дишко Дишев, доцент д-р. в катедра
”Техническа механика” при КФ на ТУ-Варна,
ул. Студентска № 1, 807 МФ
e-mail: dsdishev@abv.bg
инж. Трайчо Дамянлиев, доцент д-р. в катедра
”Корабостроене” при КФ на ТУ-Варна,
ул. Студентска № 1, 203 УПБ
e-mail: trajcho.damyanliev@tu-varna.bg

Рецензент:
доц. д-р. инж. Христо Трендафилов ТУ Варна

ПРИБЛИЗИТЕЛНО ОЦЕНЯВАНЕ НА ТОВАРОПОДЕМНОСТТА НА ТОВАРНИТЕ КРАНОВЕ НА КОРАБИ ЗА ГЕНЕРАЛНИ ТОВАРИ

APPROXIMATELY ASSESSMENT OF THE LOADING CAPACITY OF THE SOME SHIP CARGO CRANES

Харалан Хараланов

Резюме: В работата са показани някои основни принципи за приблизителното оценяване на товароподемността на товарни кранове на кораби за генерални товари.

Ключови думи: корабни товарни кранове , корабни товарни стрели, товароподемност

Abstract: Some basic principles of the loading capacity assessment of the ship cargo cranes are shown in this paper.

Keywords: ship cargo cranes, ship cargo booms, loading capacity

I. ВЪВЕДЕНИЕ

При строителството на съвременните кораби за превозване на генерални товари има съществена промяна на концепцията за използване на корабни товарни устройства. Болшинството от този тип кораби са специализирани за превозване на окрупнени товарни единици, а други са предназначени за специални товари. Това доведе до изменение на структурата и вида на корабните товарни устройства, характеризиращо се с отказване от лекотоварните стрели като основни корабни товарни устройства и замяната им с корабни товарни кранове (най-често въртящи се). Анализът на универсалните кораби за генерални товари, построени в последните години показва, че товарните им устройства обикновено са със следната структура:

1.Като основни средства за извършване на товаро-разтоварните операции са приети корабните товарни кранове.

2.Като спомагателни средства за товарене и разтоварване на провизии, смазочни материали,снабдяване и оборудване се използват лекотоварни стрели (обикновени или механизирани) и кран-балки.

3.Тежкотоварните стрели се използват на кораби за превозване на тежки специални товари.

Определянето на товароподемността на основните товарни средства на корабите може да се извърши на базата на технико-икономически анализ или чрез решаване на задачата за попълване на флота, а приблизителната оценка – чрез различни методи, включително и чрез статистически анализ. Във всички случаи се изхожда от икономическата целесъобразност и необходимостта от подобряване на икономическите резултати от експлоатацията на корабите. В светлината на тези съображения се поставя и въпросът : как тенденцията за отказ от стреловите товарни устройства на корабите и замяната им с товарните кранове се отразява върху производителността на товарните операции ?

II. ПРИБЛИЗИТЕЛНА ОЦЕНКА НА ТОВАРОПОДЕМНОСТТА НА ТОВАРНИТЕ СРЕДСТВА НА КОРАБИТЕ

II.1. Оценяване по себестойността на превозите

В търсенето на отговор на поставения по-горе въпрос може да се приложи равенството между себестойностите на превозите на кораб с товарни кранове или с товарни стрели [1]:

$$\frac{S_1}{zQ_1} = \frac{S_2}{zQ_2} \quad \text{лв/год}, \qquad (1)$$

където:

- с индекс „1” и „2” са означени съответните значения за кораби с товарни стрели и с товарни кранове;

S_1, S_2 – стойности на кораба със съответните товарните средства, лв;

Q_1, Q_2 – съответен товарооборот на кораба за 1 година, t/год;

$Q_1 = P\,n_1$ и $Q_2 = P\,n_2$, t;

n_1, n_2 – съответен брой на курсовете за 1 година ;

z – брой на годините, за които е предвидена експлоатацията на кораба;

Може да се приеме, че $S_1 = kS_2$, където

k – коефициент, отчитащ отношението на цените на кораба при използването на различните товарни средства. Като се има предвид, че стойността на крановете е по-голяма от тази на стрелите, то $k\rangle 1$.

Ако се приеме, че времето за ремонтите е едно и също и в двата случая, броят на курсовете на кораба за 1 година може да се определи с уравненията (2) :

$$n_1 = \frac{24\left(365 - t_{рем}\right)}{t_{x1} + t_{cm1}} \qquad (2)$$

и аналогично

$$n_2 = \frac{24\left(365 - t_{рем}\right)}{t_{x2} + t_{cm2}},$$

където:

$t_{рем}$ – време на престои за ремонти в продължение на 1 година, денонощия;

t_{x1}, t_{x2} – ходово време за 1 курс на кораба, часа;

t_{cm1}, t_{cm2} – време за престой на кораба за товаро-разтоварни операции, часа.

Ако се приеме, че $t_{x1} = t_{x2} = t_x$ и като заместят (2) в (1) ще се получи:

$$t_x + t_{cm1} = k\left(t_{й} + t_{cm2}\right) \qquad (3)$$

където:

$$t_{cm1} = \frac{P}{q_1} \text{ и } \qquad t_{cm2} = \frac{P}{q_2} \qquad (4)$$

, а

q_1, q_2 – са съответно производителности на товарните операции на кораба с товарни стрели или с товарни кранове, t/h.

При съвместното решаване на уравнения (3) и (4) се получава:

$q_2\left[P - t_x(k-1)q_1\right] = kPq_1$, откъдето за производителността на товарните операции за кораб с товарни кранове се получава:

$$q_2 = \frac{kP_1q_1}{P_1 - t_x(k-1)q_1}. \qquad (5)$$

Като се вземе под внимание,че ходовото време се определя от далечината на плаване R (м.мили) и скоростта на кораба v (kn), условието за равенството на себестойностите на превозите ще се изпълни при производителност на товарните операции с товарни кранове както следва :

$$q_2 = \frac{kP_1q_1}{P_1 - \frac{2R}{v}(k-1)q_1} \qquad (6)$$

при ограничението $P_1\rangle \frac{2R}{v}(k-1)q_1$.

Анализът на зависимостта (6) показва, че трябва да се изпълнява условието $q_2\rangle q_1$ или, че за да има равенство на себестойностите на превозите производителността на товарните операции с товарните кранове трябва да бъде по-голяма от тази с товарните стрели, т.е. по-малките капитални и експлоатационни разходи за стрелите (или по големите разходи за крановете) да се компенсират чрез по-голямата товаропроизводителност на товарните кранове. В много от случаите това може да се извърши чрез по-голяма товароподемност на крановете от тази на товарните стрели.

II.2. Оценяване чрез операциите в товарния цикъл

Приемането на производителността на товарните кранове като критерий за оценка обаче не може да се счита за обективен критерий. Това се дължи на влиянието на фактори, които се разглеждат по-долу.

Теоретичната производителност на корабните въртящи се товарни кранове се определя по формулата (7):

$$q_2 = nG \quad , \text{t/h} , \qquad (7)$$

където:

G – тегло на премествания от крана товар за 1 работен цикъл , t;

$n = \frac{3600}{T_ц}$ - брой на работните цикли за 1 час;

$T_ц$ - пълно време за 1 работен цикъл , s.

При бройните товари теглото на премествания товар G ще зависи от товароподемността на крана и приспособеността на товаро-захващащите устройства за преместване на конкретен товар. При това трябва да се има предвид, че теглото на премествания товар ще бъде по-малко от безопасния работен товар (SWL) на крановете G_0 или

$$G \langle G_0 \ . \qquad (8)$$

В зависимост от различните режими, при които ще работи всеки товарен кран , коефициента на използването му по товароподемност k_T ще бъде различен и тогава може да се запише условието (9):

$$G = k_T G_0 \qquad (9)$$

, t , откъдето за товаропроизводителността на крана се получава

$$q_2 = \frac{3600}{T_ц} k_T G_0 \quad , \text{t/h.} \qquad (10)$$

Определянето на продължителността на цикъла $T_ц$ на корабен вртящ се кран по операции и със зависимости е показано в таблица 1.

В тази таблица са приети следните означения:

$h_{в,сп}$ – височина на вдигане и спускане на товара, m;

$h^{/}_{в,сп}$ – височина на вдигане и спускане на празно товаро-захващащо устройство (ТЗУ) , m ;

$v_{в,сп}; v^{/}_{в,сп}$ – съответни скорости на вдигане и спускане на товара и на празно ТЗУ, m/s;

t_1, t_2, t^*_1, t^*_2 – съответни времена за ускоряване и спиране на товара или на празно ТЗУ, s.

Продължителността на един товарен цикъл $T_ц$ ще се получи като сума от времената на изброените в таблица 1 операции.

Табл.1. Определяне на продължителността на работния цикъл на корабен вртящ се кран

№	Операции	Зависимости за определяне на времето или означения
1	Захващане на товара	$t_з$, s
2	Вдигане на товара	$t_в = \frac{h_в}{v_в} + t_1 + t_2, s$
3	Промяна на обхвата на стрелата с вдигнат товар	t_0, s
4	Завъртане на стрелата с товара	$t_{зав} = \frac{60\alpha}{360 n_0} + t^{/}_1 + t^{/}_2, s$
5	Спускане на товара	$t_{сп} = \frac{h_{сп}}{v_{сп}} + t_1 + t_2, s$
6	Откачване на товара	t_{31}, s
7	Прибиране на празното товаро-захващащо устройство (ТЗУ) и обезопасяване	t_4, s
8	Вдигане на ТЗУ	$t^{/}_в = \frac{h^{/}_в}{v^{/}_в} + t_1 + t_2, s$
9	Завъртане на крана без товара	$t^{/}_{зав} = \frac{60\alpha}{360 n_0} + t^{/}_1 + t^{/}_2, s$
10	Спускане на празно ТЗУ	$t^{/}_{сп} = \frac{h^{/}_{сп}}{v^{/}_{сп}} + t_1 + t_2, s$
11	Разгръщане на празно ТЗУ	$t_{5,s}$

Изпълнението на посочените операции и времето за тях ще зависи както от техническите характеристики на крана, така и от квалификацията на оператора, работещ с него. В зависимодст от тази квалификация посочените по-горе операции могат да се обединяват, с което да се удължава или намалява стойността

на $T_ц$. Могат да се съвместят операции както следва :

-промяна на обхвата с вдигане или спускане на товара и завъртане на стрелата;

- частично вдигане и спускане на товара със завъртане на стрелата.

Заедно с това трябва да се има предвид,че при реализиране на повече от една товарна линия на кораба общата товаропроизводителност се намалява.

Изброеното дотук показва,че $T_ц$ ще зависи от характеристиките на крана, квалификацията на екипажа, състоянието и вида на товара и приспособимостта на ТЗУ, което означава ,че времето за един товарен цикъл ще бъде променлива характиристика. Това от своя страна прави товарната производителност q_2 (съгласно уравнение (10)) също променлива величина и я превръща в необективен критерий за оценка. Ето защо товароподемността на товарните кранове е предпочитан критерий.

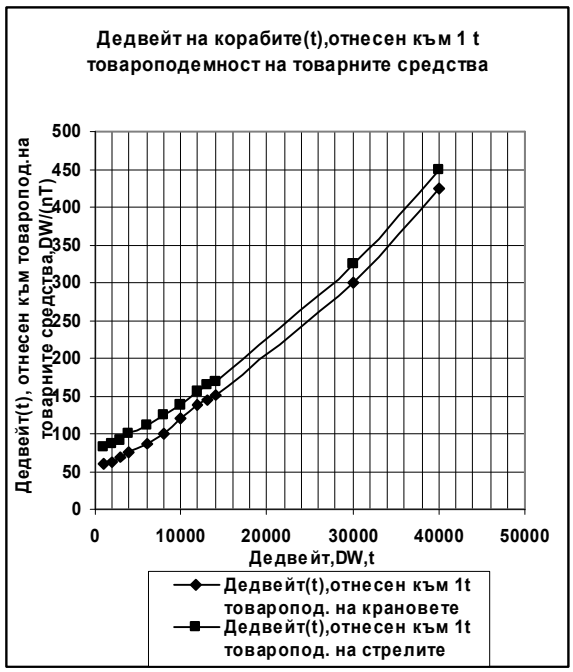
II.3. Оценяване по резултати от статистически анализ

За нуждите на експертната оценка могат да се използват приблизителни методи.

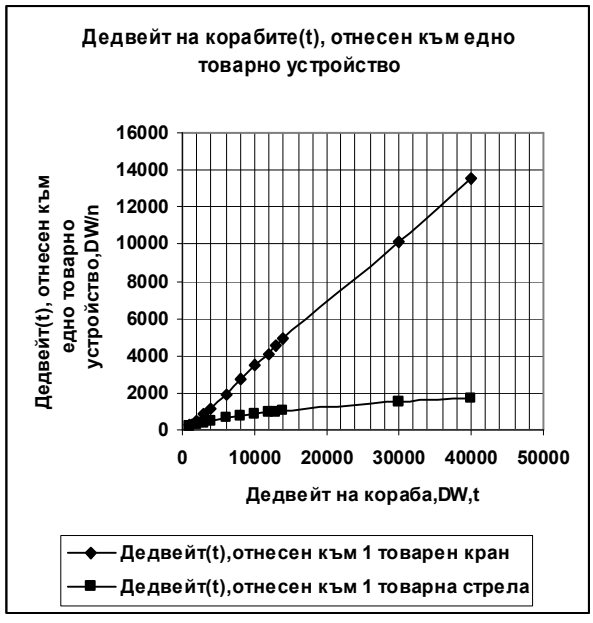
По-долу са представени резултатите от извършен статистически анализ на товарните устройства на кораби за генерални товари.

На фиг.1 е показано сравнението между частта от дедвейта на корабите, обслужван с 1 t от товароподемността на крановете и стрелите, а на фиг.2 е показано сравнението между частта от дедвейта на корабите, падаща се на едно товарно устройство.

На фиг.3 е показана графиката, която може да бъде използвана за определяне на общата товароподемност на товарните кранове на един кораб за генерални товари (nT) в зависимост от дедвейта му. Тази графика е получена в резултат на обработката на данни за 30 кораба, построени между 1995- 2000 години.

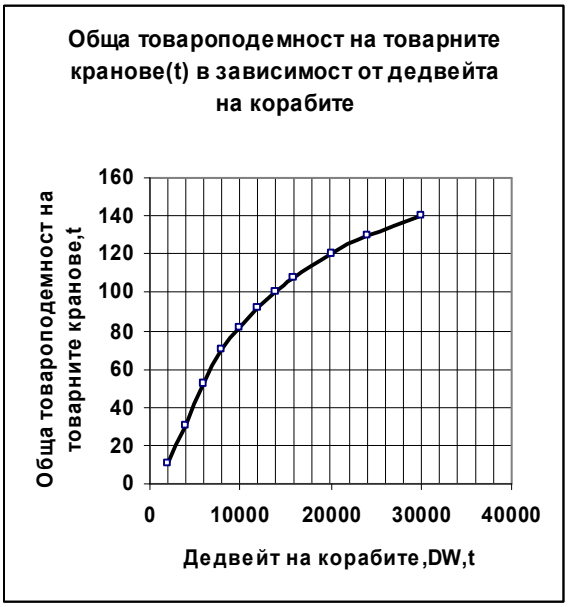


Фиг.1. Дедвейт на корабите, отнесен към 1t от товароподемността на използваните товарни средства



Фиг.2. Дедвейт на корабите, обслужван от едно товарно средство

За изследване на извадката и за получаване на представените на фигурите графики в качеството на обобщаваща количествена характеристика по вариращия признак е използвана средната (средноаритметичната стойност на товароподемността на товарните кранове.



Фиг.3.Зависимост на общата товароподемност на товарните кранове от дедвейта на корабите

Избирането на вида на средната величина се съгласува с реалната съвкупност на данните от извадката и не може да се очаква голяма степен на достоверност на резултата. Анализът и проверката показват, че за приблизителна оценка и за пригодността на тази оценка, графиката на фиг.3 може да се приеме като задоволителна за целите на предварително приблизително нормиране на общата товароподемност на корабните товарни кранове , а това от своя страна дава възможност да се съди за характеристиките на общата съвкупност по избраната извадка.

III. ИЗВОДИ

От резултатите, обобщени и представени на фигурите, могат да се направят следните по-важни изводи:

1.Общата товароподемност на товарните кранове, използвани на корабите е по-голяма от тази на товарните стрели, които са били използвани на кораби със същия дедвейт. Това потвърждава извода, направен възоснова на получевото в уравнение (6).

2.Повишената товароподемност на товарните кранове в сравнение с тази на стрелите показва, че с товарните кранове се обслужва по-голяма част от дедвейта на кораба (респективно от товарната вместимост на кораба) в сравнение с товарните стрели, което е свързано с намаляване на броя на крановете и съответните разходи за тях. (На графиките е означено с n- брой на товарните средства, а с T- средната стойност на товароподемността на едно товарно средство).

3. Товарната производителност не трябва да се използва като критерий за оценка на товарните кранове на корабите. В качеството на основен критерий трябва да се приема тяхната товароподемност.

4.Товароподемността на товарните кранове /на товарните средства/ на корабите е необходимо да се определя на базата на технико-икономически анализ.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Хараланов Х. Оценка на технико-икономическите условия за рационалното /оптимално/ използване на саморазтоварващи се кораби за насипни товари, Научни трудове на ТУ-Варна, 2008.

За контакти: инж. Харалан Хараланов, доцент д-р. в Катедра”Корабостроене” при КФ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 234УПБ
e-mail: hharalanow@abv.bg

Рецензент: доц. д-р. инж. Никола Петров, ТУ-Варна

КОЕФИЦИЕНТ НА ИЗПОЛЗВАНЕ НА МАТЕРИАЛА ПО НАПРЕГНАТО СЪСТОЯНИЕ

COEFICIENT OF UTILIZATION OF MATERIAL IN STRESSED CONDITION

Теодора Андреева – Недялкова, Христо Трендафилов

Резюме: Оразмеряването на елементите на стоманените конструкции, включително на конструктивните елементи на корабния корпус, става и по максимално допустими напрежения. При това положение само малка част от обема на материала работи при максимално натоварване, като значителна част от него се оказва „преоразмерена" или недостатъчно натоварена. Това води до разход на материал, който се използва неефективно. До каква степен материалът в дадена конструкция се използва рационално, може да се оцени посредством т.н. „коефициент на използване на материала по напрегнато състояние". Това би позволило в процеса на проектиране на конструкциите и в частност на корпусните конструкции да се предприемат мерки за тяхната оптимизация.

Ключови думи: якостни изчисления, оразмеряване на конструкции, оптимизация на конструкциите

Abstract: The dimensioning of steel structures, in particular of the structural elements of the ship's hull is made according maximum stress. Therefore, only a small part of the volume of the elements operate at maximum load, a considerable part of it appears to be "resized" or not responsible enough. This leads to the consumption of material that is used inefficiently. Assess the extent to which the material in given structure is a rational used can be made through etc. "Coefficient of utilization of the material in stressed state". This would allow in the design process to take measures to optimize the structural elements in particular the hull structures

Key words: strength calculations, dimensioning of constructions, optimization of the constructions

I. ВЪВЕДЕНИЕ

При якостното оразмеряване на конструктивните елементи първоначално се определя напрегнатото и деформирано състояние, след което – точките, в които се получават най-големите напрежения σ_{max} и τ_{max}. Стойностите на тези напрежения са определящи при оразмеряването на конструктивния елемент. Те трябва да са по-малки от допустимите за конкретния материал напрежения [σ] и [τ], с предвиждане на определен запас, които се отчита с коефициент на сигурност.

Този подход е познат като оразмеряване по работни напрежения, които са в определени граници. Той води до това, че в повечето от точките в конструкцията действат напрежения, много по-малки от тези, които тя може да понесе.Следователно механичните характеристики на материала не се използват рационално. Ако действителните напрежения в обема на конструкцията се сумират за всяка точка и се разделят на напреженията, за които тя е оразмерена (максималните), ще се получи един коефициент $0<\overline{K}_\sigma<=1$, който показва в каква степен се използват механичните свойства на материала.

Тук, посредством въвеждане на коефициентите на използване на механичните характеристики на материала – (k_σ) по напречното сечение на гредите и $(k_{1\sigma})$ - по дължината на греди с постоянно напречно сечение, ще бъде дефиниран и въведен „***коефициентът на използване на материала по напрегнато състояние*** $(\overline{K}_\sigma)$***"***.

След като се предостави възможност за оценка на степента на използване на механичните качества на материала по обема на гредите, чрез дефинирания коефициент $\overline{K}_\sigma$, следва да се търсят и начини за повишаването му.

II. КОЕФИЦИЕНТ НА ИЗПОЛЗВАНЕ НА МАТЕРИАЛА ПО НАПРЕГНАТО СЪСТОЯНИЕ ПО ОБЕМА НА ГРЕДИ С ПОСТОЯННО НАПРЕЧНО СЕЧЕНИЕ

Нормалните напрежения са разпределени неравномерно по напречното сечение на гредите. Има точки, които изпитват максимални напрежения σ_{max} и други, които изпитват напрежения значително по-малки от σ_{max}, а притежават същите механични характеристики като първите, които са максимално натоварени. Оценка за степента на използване на механичните характеристики на материала по напречното му сечение може да се даде чрез така наречения ***„коефициент на използване на механичните характеристики на материала по напречното сечение на греди k_σ ”***.

От друга страна при огъване на призматични греди, оразмеряването им се извършва по сечението на гредата, където огъващият момент е с най-голяма абсолютна стойност M_{max}. По този начин в сеченията на гредата, които са извън района на действие на максималния огъващ момент, се получават работни напрежения σ_x, които са по-ниски от възможно допустимите. Количествена представа за степента на използване на механичните характеристики на материала по дължина на греда с постоянно напречно сечение, може да се получи посредством „***коефициента на използване на механичните характеристики на материала по дължина за греда с постоянно напречно сечение - $k_{1\sigma}$***”.

Коефициентът на използване на механичните характеристики на материала по обема на гредата се дефинира със следния израз:

$$\overline{K_\sigma} = \frac{\int_0^l \iint_F \frac{M(x)}{W}.\sigma(y,z).dx.dy.dz}{\left(\frac{M_{max}}{W}.l\right).F.\frac{M_{max}}{W}} =$$

$$= \left[\frac{\int_0^l M(x).dx}{\left(\frac{M_{max}}{W}.l\right)}\right].\left[\frac{\int_F \sigma(y,z).dy.dz}{\sigma_{max}.F}\right] =$$

$$= k_{1\sigma}.k_\sigma$$

, където:

M_{max} е максималният огъващ момент, по който ще бъде оразмерена гредата, който зависи от начина й на закрепване;

От израза е видно, че коефициентът на използване на механичните свойства на материала по напрегнато състояние на обема, може да бъде представен като произведение на другите два коефициента на използване на свойствата – по напречно сечение и по дължина на гредата.

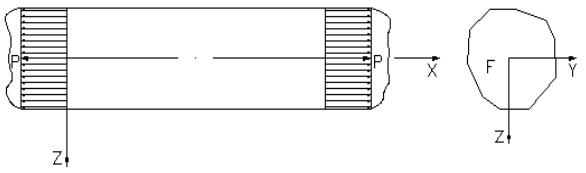
III. СЛУЧАИ НА НАТОВАРВАНЕ

1. Коефициент $\overline{K_\sigma}$ при натоварване „чист опън – натиск”

При чист опън – натиск на прав прът с постоянно напречно сечение напрегнатото състояние е хомогенно, т.е. всички точки от материала изпитват едни и същи нормални напрежения. В случай, че прътът не е загубил устойчивост всички точки от пръта изпитват нормални напрежения $\sigma=\sigma_{max}=P/F$, където:

P – сила на опън – натиск;

F- напречно сечение на пръта;



Фиг. 1 Натоварване „чист опън -натиск”

В този случай, коефициентът на използване на материала по напрегнато състояние $\overline{K_\sigma}$ ще бъде равен на:

$$\overline{K_\sigma} = \frac{\iiint_F \sigma .dx.dy.dz}{\iiint_F \sigma_{\max} .dx.dy.dz} = 1$$

Следователно при конструкции, съставени само от пръти ще е налице най-добро използване на материала, в случай че са натоварени на опън – натиск.

При пръти с променливо напречно сечение коефициентът $\overline{K}_\sigma$ ще има стойност по-малка от единица, тъй като $\sigma_{max}=P/F_{min}$, където F_{min} е най-малката площ на напречното сечение на пръта, а за другите сечения $F>F_{min}$ и $\sigma=P/F< \sigma_{max}=P/F_{min}$

2. Коефициент $\overline{K}_\tau$ при натоварване „чисто усукване на прът с постоянно напречно сечение"

Ако се разгледа прът с кръгло плътно напречно сечение, подложен на чисто усукване, тангенциалните напрежения τ_{zx} и τ_{zy} се определят по следните зависимости[1], [2]:

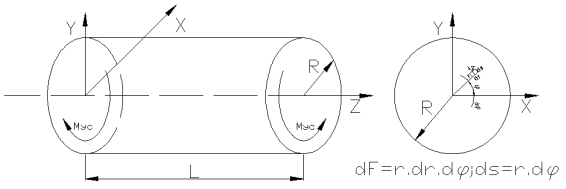
$$\tau_{zx} = -\frac{M_{yc}}{\pi.R^3}.\frac{y}{R}$$

$$\tau_{zy} = \frac{M_{yc}}{\pi.R^3}.\frac{x}{R},$$

$$\tau = \frac{2.M_{yc}}{\pi.R^4}.\sqrt{x^2+y^2} = \frac{2.M_{yc}}{\pi.R^4}.r$$

, където:

$r = \sqrt{x^2+y^2}$ е радиус - векторът на точка с координати x и y.



Фиг. 2 Натоварване „чисто усукване"

Най-големи тангенциални напрежения се получават при точка, за която r=R, т.е. по периферията на пръта. Тези най-големи тангенциални напрежения са:

$$\tau_{мах} = \frac{2.M_{yc}}{\pi.R^4}.R = \frac{2.M_{yc}}{\pi.R^3}$$

Тогава, коефициентът на използване на материала $\overline{K}_\tau$ се получава равен на 0,67. За този случай на натоварване той може да се повиши до единица, което кореспондира със 100% използване на механичните свойства на материала, ако прътът се изготви като тънкостенна тръба.

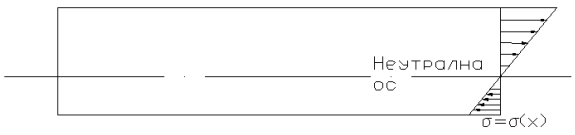
При пръти с напречно сечение различно от кръглото, стойността на този коефициент е по-малка от 0,67.

3. Огъване на греди с постоянно напречно сечение

За определяне степента на използване на материала при огъване на греди (по обемът им), следва да се определят поотделно коефициентите на използване на материала по напречно сечение и по дължина.

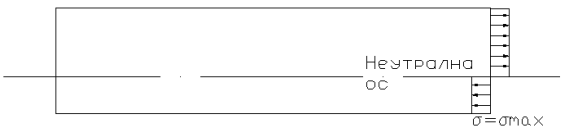
1) Коефициент на използване на материала по напречното сечение - k_σ

Напреженията, които се получават в отделните точки от напречното сечение на гредите при огъване са различни за различните точки по височината му. В района на неутралната ос напреженията са равни на нула, а най-големи са нормалните напрежения за точките разположени най-отдалечено от нея. Всички точки между тези, където действат максимални нормални напрежения и неутралната ос изпитват напрежения по-малки от σ_{max}.



Фиг.3 Нормални напрежения при огъване

Само в случай, че се натоварят до максималните напрежения, биха се използвали напълно механичните качества на материала.



Фиг. 4 Максимални нормални напрежения при огъване

Коефициентът за оценка на степента на използване на материала по напречно

сечение на гредата се определя по следния начин:

$$\kappa_\sigma = \frac{\iint_F |\sigma_x|}{|\sigma_{\max}|.F}.dF$$

Коефициентът k_σ е в границите $0<k_\sigma<=1$, и би имал стойност 1 само при натоварване на чист опън натиск, без значение формата на напречното сечение на профила. За всички останали случаи коефициентът зависи от формата на напречното сечение на профила на гредата.

2) Коефициент на използване на материала по дължина $k_{1\sigma}$

При огъване на греди с постоянно напречно сечение, оразмеряването на гредата се извършва по сечението с най-голям по абсолютна стойност огъващ момент – M_{max}. Поради това, във всички останали сечения напреженията, които действат са по малки тези, които материалът може да понесе. Коефициентът посредством който се отчита използването на материала по дължина на гредата $k_{1\sigma}$, се определя по следната зависимост:

$$k_{1\sigma} = \frac{\int_0^l |M(x)|dx}{|M_{\max}|.l}$$

, където:

l - дължина на гредата;

M(x) – огъващ момент в сечение „x" от гредата;

3) Коефициент на използване на материала по напрегнато състояние на обема $\overline{K}_\sigma$

За определяне на коефициента на използване на материала по обема на гредата или на т.н. коефициент на използване на материала по напрегнато състояние следва да се определят предходните два коефициента за конкретни:

- ✓ напречно сечение;
- ✓ закрепване;
- ✓ товар;

както бе показано по-горе и да се умножат.

IV. ЧИСЛЕНИ РЕЗУЛТАТИ

За въведените в настоящия доклад коефициенти - k_σ, $k_{1\sigma}$ бяха извършени изчисления за често срещани напречни сечения на греди, случаи на закрепване и натоварвания [3], [4]. По-долу са показани получените числени резултати:

1. За коефициент k_σ

✓ За стандартен равнораменен ъглов профил с номера от 2 до 20, коефициентът на използване на материала е в границите 0,430 (за номер 2) до 0,393 (за номер 20).

✓ За стандартен разнораменен ъглов профил от 2,5/1,6 до 25/16 коефициентът варира от 0,462 (за 2,5/1,6) до 0,436 (за 25/16).

✓ За двойно Т – образен, симетричен съставен профил с номера от 10 до 60, коефициентът варира от 0,813 (за номер 10) до 0,735 (за номер 60).

✓ За стандартен П – образен валцуван профил – номера от 5 до 40, стойностите на коефициента варират от 0,833 до 0,738;

✓ За П- образен съставен профил с номера от 5 до 40 изменението е в същите граници – 0,833 до 0,738;

✓ При двойно Т – образен валцуван профил (от номер 8 до номер 80б) закономерността на изменение се нарушава в сравнение с другите профили, варира между 0,753 (за номер 56а) до 0,832 (при номер 18а).

✓ При Т – образна греда с присъединен пояс, стойностите на коефициента на използване на материала са ниски за 5 примерни разгледани случая с височина на гредата от 80 до 500мм, съответно 0,181 до 0,574.

✓ За стандартен булбов профил с присъединен пояс коефициентът на използване на материала варира от 0,138 (за височина 60 мм) до 0,421 (за височина 270 мм).

2. За коефициент $k_{1\sigma}$

✓ При запъване на гредата от двете страни и действащ равномерно разпределен товар по цялата дължина на гредата, коефициентът е 0,385 ;

✓ При двустранно запъната греда и под действие на симетрично приложени сили P, коефициентът се получава 0,44;

✓ При запъване от едната страна на гредата, свободно подпиране от другата и под действие на равномерно разпределен по дължината товар, се получава коефициент 0,296.

✓ При запъване от едната страна, свободно подпиране от другата и под действие на външен момент се получава коефициент 0,416.

✓ При запъване от едната страна, свободно подпиране от другата и под действието на сила P, приложена на ¼ L от мястото на запъване се получава коефициент 0,439.

✓ При същото закрепване, но при действие на симетрично приложени на същите места сили P, коефициентът е 0,416.

✓ При запъване на гредата от едната страна и свободен край, където е приложен момент M, по цялата дължина на гредата действа максимален огъващ момент и съответно коефициентът е 1,0.

✓ При запъване на гредата от едната страна и свободен край, където е приложена сила P, коефициентът е 0,5.

✓ При запъване на гредата от едната страна и свободен край и под действието на равномерно разпределен товар, коефициентът се получава 0,333.

✓ При греда, свободно подпряна от двете страни и под действието на равномерно разпределен товар Q, се получава коефициент 0,667.

✓ При греда, свободно подпряна от двете страни и под действието на разпределен по триъгълник товар Q, се получава коефициент 0,65.

✓ При греда, свободно подпряна от двете страни и под действието на сила P, приложена в средата на гредата, се получава коефициент 0,5.

✓ При свободно подпряна от двете страни греда и под действието на симетрично приложен товар на разстояние 1/4L от опорите, се получава коефициент 0,667.

✓ При свободно подпряна греда и под действието на момент в единия край на гредата, се получава коефициент 0,5.

Стойността на коефициента $k_{1\sigma}$ зависи от начина на закрепване на гредата и от характера на натоварването й. Той е в границите $0< k_{1\sigma}<=1$.

От посочените резултати е видно, че коефициентът на използване на материала по дължина на гредата се изменя в границите 0,296-1,0. Средната стойност е около 0,52.

Тези резултати дават възможност за предварителна оценка на степента на използване на материала и търсене на оптимален начин на закрепване с оглед намаляване теглото на гредата.

Възможно е повишаване на коефициента на използване на материала по дължина, ако гредата се изработи с променливо напречно сечение. Това обаче е нерационален подход, тъй като не е технологично решение.

В корабостроенето се прилага монтиране на кници в краищата на гредите, с което се намаляват изчислителните максимални напрежения и респективно се увеличава коефициентът $k_{1\sigma}$.

V. ИЗВОДИ

От направените при изследването изчисления за няколко от стандартните профили се получи стойност единица:

- За коефициента на използване на механичните характеристики на материала, в случая когато гредата изпитва чист „опън”;
- За коефициента на използване на механичните характеристики на материала по дължина на греди с постоянно напречно сечение, при конзолна греда, натоварена с огъващ момент, приложен в свободния й край;

При тези условия материалът може изцяло да се натовари с максималните за него напрежения, което е добре и означава, че конструкцията не е преоразмерена и работи оптимално;

От цялостното изложение става ясно, че е добре и двата коефициента, които са изследвани да имат стойности единица, но това би означавало, че всяко едно сечение от гредата ще бъде натоварено с

максимално допустими напрежения. Това би благоприятствало по-бързото разпространение на пукнатини и разрушаването на гредата. Такива пукнатини и (или) дефекти в структурата на гредите са много вероятни, тъй като материалът на конструкцията се подлага предварително на множество обработки – рязане, огъване и т.н. Поради това трябва да се предвижда някакъв запас, който в случая може да бъде коефициентът на използване на механичните характеристики на материала $\overline{K\sigma}$.

От казаното е видно, че колкото по-близки до единици са коефициентите, толкова по-ненадеждна е конструкцията и обратно – колкото по-ниски са стойностите на тези коефициенти – толкова по-висока е себестойността на крайния продукт.

Коефициентът на използване на механичните характеристики на материала по напречно сечение се изменя в границите 0,3 -1,0, като зависи от начина на закрепване на гредата и характера на разпределяне на външния товар.

Коефициентът на използване на механичните характеристики на материала по обема на гредата е в границите 0,12 – 1,0.

Тези коефициенти могат да бъдат повишени като се:

- ✓ използват подходящи профили за напречното сечение на гредите в конкретната конструкция;
- ✓ избере подходящо закрепване на дадения случай на натоварване на съответния конструктивен елемент;
- ✓ предвидят изрези в местата с ниски напрежения.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Постнов В. А. и др. „Строителная механика корабля и теория упругости” т.2. „Судостроене”, Ленинград 1987г.
[2] Хр. Трендафилов, „Строителна механика на кораба и морските съоръжения”, ТУ-Варна 2007г;
[3] Барабанов Н. Д. „Конструкция корпусах морских судов”, „Судостроене”, Ленинград 1981г.
[4] Кисьов И. Д., „Таблици по съпротивление на материалите”, пето издание, „Техника” София 1977г.

За контакти: инж. Т. Недялкова, гл.ас. д-р в Катедра „Корабостроене”, при КФ на ТУ-Варна ул. Студентска № 1, 235 УПБ
t_nedjalkova@mail.bg
инж. Хр. Трендафилов, доц. д-р в Катедра „Корабостроене”, при КФ на ТУ-Варна ул. Студентска № 1, 225 УПБ

Рецензент: доц. д-р инж.Тодор Коларов, в Катедра „Корабостроене”, при КФ на ТУ-Варна ул. Студентска № 1, 226 УПБ

OPTIMUM HYDRODYNAMIC CHARACTERISTICS EQUATIONS FOR GAWN'S SYSTEMATIC PROPELLER SERIES

УРАВНЕНИЯ ЗА ОПТИМАЛНИТЕ ХИДРОДИНАМИЧНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ГРЕБНИТЕ ВИНТОВЕ ОТ СИСТЕМАТИЧНАТА СЕРИЯ НА ГООН

Stefan Kyulevcheliev

Резюме: Систематичните серии гребни винтове представляват основа за проектиране на гребните винтове. В някои от форматите на представяне на данните са въведени спомагателните параметри, дефиниращи оптималните характеристики на гребния винт, които опростяват решаването на разнообразни проектни задачи. В настоящата работа са изчислени оптималните параметри на винтовете от серията на Gawn. Изведени са полиномиални апроксимации за тях във функция от спомагателните параметри във формата на Папмел, непопулярна на запад, но предлагаща редица предимства. Серията на Gawn, от своя страна, подходяща за предварителното проектиране на гребни винтове за военни и други бързоходни кораби, поради по-широкия диапазон на крачковото и дисково отношение и добрите си кавитационни характеристики, не е особено популярна у нас.
Ключови думи: гребен винт, оптимално проектиране на гребен винт, серия на Гоон.

Abstract: Systematic propeller series offer a sound basis for preliminary propeller design. Some of the formats of representing systematic series data use auxiliary parameters defining the optimum characteristics of the propeller, which facilitate greatly the solution of various design problems. This paper presents the calculated optimum parameters of the Gawn's propeller series and derives their polynomial approximations as functions of the auxiliary parameters of Papmel, not very popular in the West but offering a number of advantages. Gawn' series, on the other hand, represents a valuable data set for warships and other high-performance craft due to the wide range of pitch and blade-area ratios covered and good cavitation performance but is not very popular in our country.
Keywords: ship propeller, optimum propeller design, Gawn propeller series

I. INTRODUCTION

Model test data of systematic propeller series are still indispensible in the early stages of propeller design.

The series are generated from a parent form such that certain parameters influencing the performance of the propeller are varied systematically. Such parameters normally are:

Diameter, D	Normally fixed, sufficiently large to provide turbulent flow Reynolds number
Pitch P	P/D varied
Expanded blade-area ratio A_E/A_0	Varied
Number of blades, Z	Varied
Shape of blades	Fixed

The data of systematic propeller series are presented by either diagrams (in the past) and/or polynomial approximations (more recently).

The most widely used systems of variables used are:

- thrust coefficient $K_T = \dfrac{T}{\rho n^2 D^4}$

- torque coefficient $K_Q = \dfrac{Q}{\rho n^2 D^5}$

- open water propeller efficiency $\eta_0 = \dfrac{J}{2\pi}\dfrac{K_T}{K_Q}$

as a function of the advance coefficient

$$J = \frac{V_A}{nD}$$

For the purposes of propeller design there are different formats of design charts depending on the design options. The most popular of them are those of Taylor, Schönherr, Papmel and Dankwardt.

II. PROPELLER DESIGN USING SYSTEMATIC SERIES DATA

The common practical propeller design problems, which are solved using methodical series data, are listed in Table 1.

The conditions of tasks III and VI are completely determined and the solution is directly found without iterations.

For the other design problems, each of the above mentioned design charts introduce auxiliary parameters (corresponding lines) made of the given quantities, i.e. solutions of the design problem, among which that of maximum propeller efficiency is searched for.

Schönherr, Papmel and Dankwardt design charts are of very similar structure. They all use the non-dimensional coefficients K_T and K_Q as a function of J. In fact they differ only in the definition of the auxiliary parameters used for optimization. A comprehensive summary of the most popular design charts and their use for design can be found in [1]. The considerations further on in this work are based on the Papmel's format of design charts.

Table 1. Propeller design problems solved by systematic series data

	Task	Given:	Find:	Auxilliary parameters:	Design Chart / Reference frame
Hull Requirements	I	V_A, T, D	n_{OPT}, η_0, P/D	$K_d = D.V_A\sqrt{\frac{\rho}{T}}$	$K_T - J$ "Hull" Design Chart
	II	V_A, T, n	D_{OPT}, η_0, P/D	$K_n = \frac{V_A}{\sqrt{n}}\sqrt[4]{\frac{\rho}{T}}$	
	III	V_A, T, D, n	η_0, P/D	$J = \frac{V_A}{n.D}$; $K_T = \frac{T}{\rho n^2 D^4}$	
Engine Requirements	IV	V_A, P_D, D	n_{OPT}, η_0, P/D	$K'_d = D.V_A\sqrt{\frac{\rho V_A}{P_D}}$	$K_Q - J$ "Engine" Design Chart
	V	V_A, P_D, n	D_{OPT}, η_0, P/D	$K'_n = \frac{V_A}{\sqrt{n}}\sqrt[4]{\frac{\rho.V_A}{P_D}}$	
	VI	V_A, P_D, D, n	η_0, P/D	$J = \frac{V_A}{n.D}$; $K_Q = \frac{P_D}{2\pi\rho n^3 D^5}$	

where

V_A	Speed of advance of the propeller. For propeller behind hull $V_A = V_{SHIP}.(1-w)$	[m/s]
T	Propeller thrust $T = R / (1-t)$	[N]
D	Propeller diameter	[m]
n	Propeller rate of rotation per second = *RPM/60*	[r.p.s]
P_D	Delivered power to the propeller.	[W]

II. NUMERICAL OPTIMIZATION OF THE PROPELLER USING SYSTEMATIC SERIES DATA

When the hydrodynamic characteristics of the propellers are approximated by polynomials, the optimization can be computerized.

In terms of optimization methods, each of the design problems I, II, IV and V reduces to maximization with an equality constraint and inequality constraints as follows:

Design variables

$J, P/D, A_E/A_0, Z$

Objective function

$$\eta_0 = \frac{J}{2\pi}.\frac{K_T(J,P/D,A_E/A_0,z)}{K_Q(J,P/D,A_E/A_0,z)} \rightarrow \max.$$

Inequality constraints

$\{J, P/D, A_E/A_0, Z\} \in$ range of the systematic series

Equality constraint:

For the different design problems the equality constraint is presented in Table 2.

Table 2. Summary of equality constraints and auxiliary parameters used in design tasks

Design Task	Equality constraint	Auxiliary parameter
I	$K_T = \frac{J^2}{K_d^2}$	$K_d = V_A.D.\sqrt{\frac{\rho}{T}}$
II	$K_T = \frac{J^4}{K_n^4}$	$K_n = \frac{V_A}{\sqrt{n}}.\sqrt[4]{\frac{\rho}{T}}$
IV	$K_Q = \frac{75.J^3}{2\pi.K_d'^2}$	$K_d' = D.V_A\sqrt{\frac{75.\rho.V_A}{P_D}}$
V	$K_Q = \frac{75.J^5}{2\pi.K_n'^4}$	$K_n' = \frac{V_A}{\sqrt{n}}\sqrt[4]{\frac{75.\rho.V_A}{P_D}}$

III. GAWN SYSTEMATIC SERIES

This series of propellers whose results were presented by Gawn [2] comprised a set of 37 three-bladed propellers covering a range of pitch ratios from 0.4 to 2.0 and blade area ratios from 0.2 to 1.1.

The propellers of this series each has a diameter of 503mm (20 in.), and by this means many of the scale effects associated with smaller diameter propeller series have been avoided. The Reynolds number based on propeller diameter varies in the range (3 – 6) x 10^6. Each of the propellers has a uniform face pitch; segmental blade sections; constant blade thickness ratio, namely 0.060, and a boss diameter of 0.2D.The developed blade outline is of elliptical form with the inner and outer vertices at 0.1*R* and the blade tip, respectively. Figure 1 shows the outline of the propellers in this series.

No cavitation characteristics are given for the series.

Blount и Hubble [3] derived regression polynomials of the hydrodynamic characteristics of the series in the same form as the Wageningen B-series.

These polynomials were used for calculating K_T and K_Q in the optimization.

In [4] it is recommended to use the regression polynomials for pitch ratio in the range 0.4 – 1.4, though they have been derived for the range 0.6 – 1.6.

IV. OPTIMUM HYDRODYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE GAWN SYSTEMATIC SERIES

If the optimization problems discussed in section II are solved for a number of values of A_E/A_0 and for each of the auxiliary parameters KD, KN, KD_1 and KN_1, it is possible to derive relationships for the optimum values of J, P/D and η_0 for Gawn series of propellers.

This was done using the tool 'Solver' incorporated in Microsoft Excel.

An example of the results for the variables A_E/A_0 and K_N is displayed in Fig. 2.

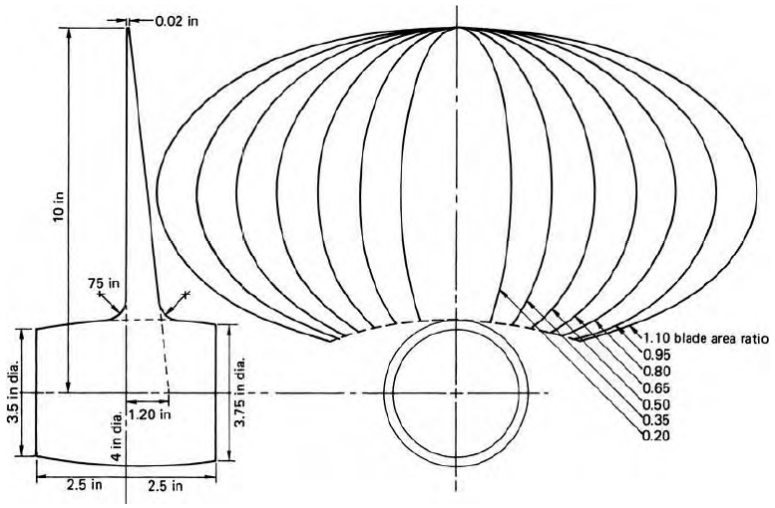


Fig. 1. Geometry of the Gawn series propellers

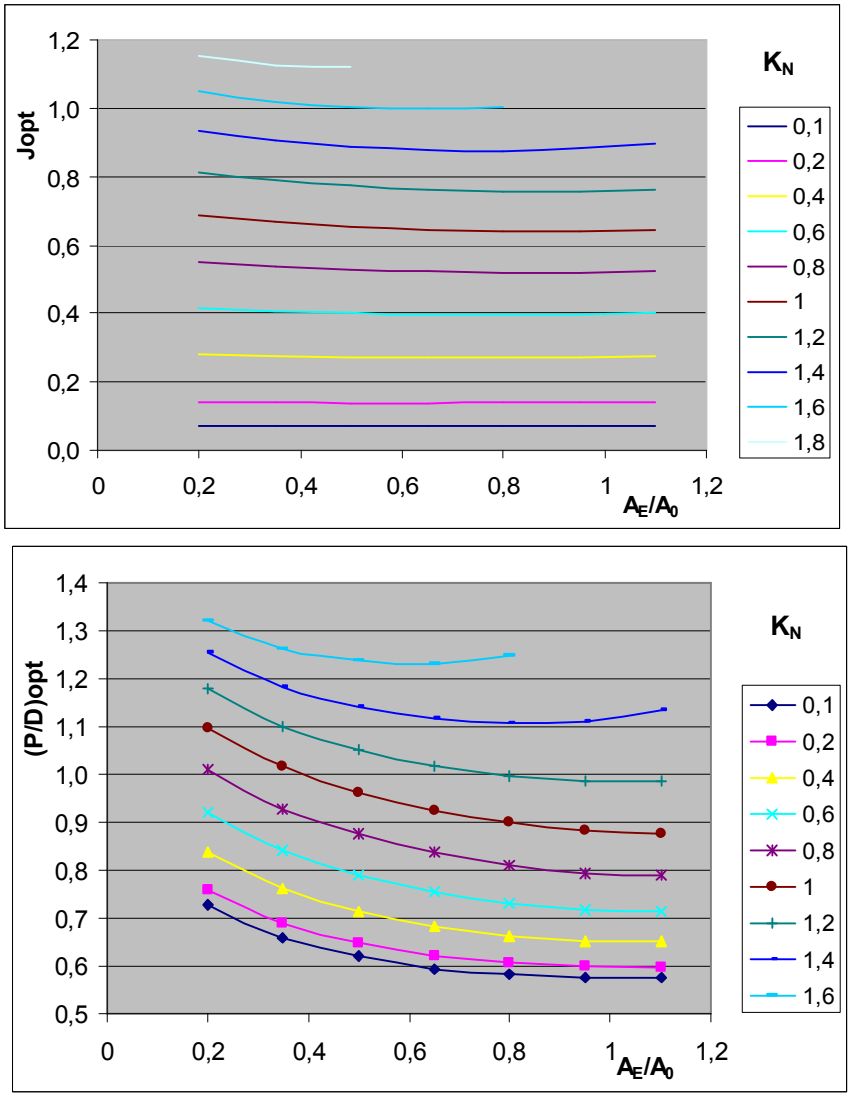


Fig. 2. Optimum parameters as functions of A_E/A_0 and K_N

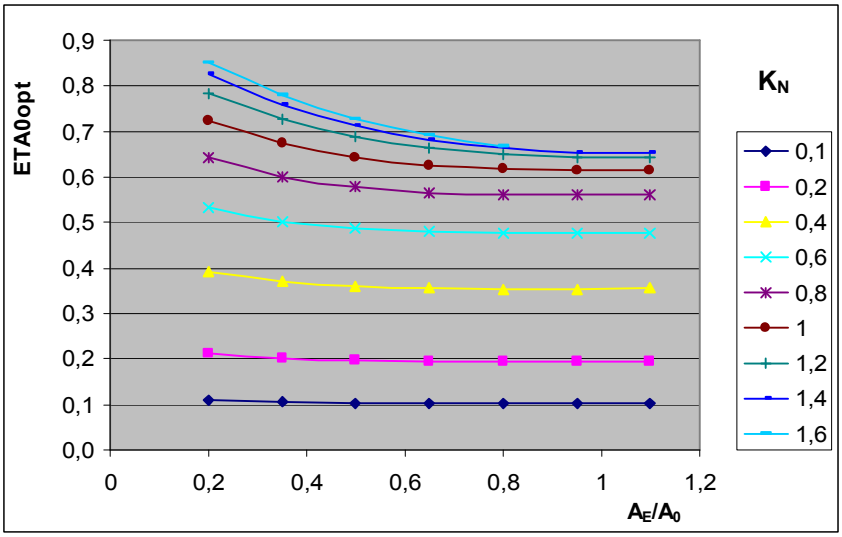


Fig. 2. Optimum parameters as functions of A_E/A_0 and K_N (continued)

In order to use these results in computerized propeller design it would be useful to approximate them as functions of A_E/A_0 and the corresponding auxiliary parameter K_D, K_N, K_{D1} или K_{N1}.

Analyzing the graphs like the above, multiple polynomial regression analysis has been selected up to the second degree of each variable.

$$\begin{pmatrix} J_{OPT} \\ (P/D)_{OPT} \\ \eta_{0OPT} \end{pmatrix} = \sum_{m,n=0}^{2} C_{mn} \cdot \left(A_E/A_0\right)^m . K^n$$

where

$$K = K_D,\ K_N,\ K_{D1}\ or\ K_{N1}$$

Stepwise algorithm has been applied, starting from the full polynomial and eliminating the insignificant terms in the polynomial using Student's *t* distribution for 95% confidence level.

The regression and all statistical data needed are provided by the tool "Regression" of Microsoft Excel.

The resulting polynomials are shown in Tables 3 through 6.

The tables include also the coefficient of determination r^2 indicating the adequacy of the approximation. It is over 0.99 in all cases.

Table 3. Variables A_E/A_0 and K_D

m	n	Cmn		
		J	P/D	ETA0
0	0	-0.0140	0.8617	0.0322
1	0	0.0403	-0.3127	
2	0		0.2240	
0	1	0.6123	0.3876	0.7709
1	1	-0.1975	-0.4547	-0.4439
2	1	0.0991	0.0860	0.3154
0	2	-0.0559	-0.0540	-0.1637
1	2		0.1216	0.0939
2	2			-0.0980
r^2		0.9995	0.9989	0.9962

Table 4. Variables A_E/A_0 and K_N

m	n	Cmn		
		J	P/D	ETA0
0	0	0.0024	0.7605	0.0214
1	0		-0.5110	
2	0		0.3136	
0	1	0.7561	0.5186	1.0654
1	1	-0.1811	-0.3872	-0.3707
2	1	0.1004	0.0000	0.2657
0	2	-0.0477	-0.0778	-0.2979
1	2	0.0147	0.2653	
2	2			-0.0670
r^2		0.9998	0.9992	0.9980

Table 5. Variables A_E/A_0 and K_{D1}

m	n	Cmn		
		J	P/D	ETA0
0	0	0.0539	0.9067	0.0754
	0		-0.3736	
2	0		0.2380	
0	1	0.0828	0.0466	0.0985
1	1		-0.0376	
2	1			
0	2	-0.0020	-0.0009	-0.0040
1	2		0.0010	
2	2		0.0007	
r^2		0.9950	0.9989	0.9764

Table 6. Variables A_E/A_0 and K_{N1}

m	n	Cmn		
		J	P/D	ETA0
0	0	0.0347	0.7816	0.0480
1	0		-0.5033	
2	0		0.2905	
0	1	0.2646	0.1800	0.4416
1	1	-0.0052	-0.1170	-0.1338
2	1			0.0743
0	2	-0.0093	-0.0103	-0.0629
1	2		0.0328	
2	2			
r^2		0.9991	0.9989	0.9983

The range of validity of the derived approximations is shown in Table 7.

Table 7. Range of validity of the optimum parameters approximations

	min	max
P/D	0.4	1.6
A_E/A_0	0.2	1.1
K_D	0.1	2.6
K_N	0.1	1.8
K_{D1}	0.1	13
K_{N1}	0.1	3.5

V. CONCLUSIONS

The optimum hydrodynamic characteristics of the Gawn series propellers have been calculated. By linear regression analysis they have been approximated with polynomials as functions of the Papmel's auxiliary parameters and expanded blade-area ratio.

The results of the work can be useful in computerized initial design of propellers for high speed ships, as those of Gawn's series, which are not so popular in our country. On the other hand, Papmel's approach to optimum characteristics of propellers offers certain advantages not so popular outside Russia and Eastern Europe.

REFERENCES:

[1]. Yossifov K., Zlatev Z., Staneva A.,1986, "Optimum Characteristics Equations for the K-J Propeller Design Charts, Based on the Wageningen B-SCREW Series", International Shipbuilding Progress, Vol. 33, June 1986

[2]. Gawn, R.W.L. Effect of pitch and blade width on propeller performance. *Trans. RINA*, 1952.

[3]. Blount, D.L., Hubble, E.N. Sizing for segmental section commercially available propellers for small craft. *Propellers 1981 Conference, Trans. SNAME*, 1981.

[4]. Carlton J., "Marine propellers and propulsion", Butterworth-Heinemann, Second edition, 2007.

For contacts:
Stefan Kyulevcheliev, Assoc. Prof., Dr. in Shipbuilding Department of Varna Technical University, 1 Studentska Str., Varna
e-mail: kyulef@yahoo.bg

Reviewer:
Assoc. Prof., Dr. Stoyan D. Stoyanov, Varna, Mladost, Bl. 143, Entr. 4

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЪЗМОЖНОСТТА ЗА ПАРАЛЕЛНО ЗАДВИЖВАНЕ НА ОСНОВНОТО И ДОПЪЛНИТЕЛНОТО КОРМИЛО НА ЕДНОВИНТОВ КОРАБ ПРИ МАНЕВРИРАНЕ

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY FOR SIMULTANEOUS DEFLECTION OF A BASIC AND AN ADDITIONAL RUDDER FOR A SINGLE-SCREW SHIP

Никола Петров, Иван Иванов, Свилен Иванов

Резюме: В настоящата разработка е направена следващата крачка към практическата реализация на разработеното допълнително кормилно устройство за подобряване маневрените качества на едновинтовите кораби. След предходното визуално изследване на ефективността на устройството по метода на автономните моделни изпитания [1], са извършени количествени измервания на въртящия момент на балера на кормилното устройство. Получените резултати дават информация за реалните възможности за задвижването на допълнителното кормилно устройство.

Ключови думи: управляемост на кораба, маневреност на кораба, корабно кормилно устройство

Abstract: The present work presents the next step to the practical implementation of additional rudder for improving the maneuverability of single-screw ships. After a previous visual investigation of the efficiency of the gear by autonomous model tests[1], quantitative measurements of the rudder stock torque have been performed. The results obtained provide information about the actual possibilities for deflecting the additional rudder

Keywords: ship controllability; ship maneuverability; ship steering device

I. ВЪВЕДЕНИЕ

За осигуряване на маневрените качества на едновинтовите кораби на заден ход в катедра „Корабостроене” на Технически университет – Варна е разработено допълнително кормилно устройство (фиг. 1). Предложеното устройство е реализирано на триметров модел на м/к „Бела”, чието назначение и експлоатация са свързани с много чести маневри за приставане към пирс и отделяне от пирс. Извършено е експериментално изследване по метода на автономните маневрени изпитания в Центъра по хидро- и аеродинамика (ЦХА) към Института по металознание, съоръжения и технологии – БАН. Резултатите от изпитанията недвусмислено показват, че допълнителното кормилно устройство съществено подобрява управляемостта на модела на заден ход, и прави възможно и лесно, маневрирането при приставане и отделяне от пирс [1].

II. ПОСТАНОВКА НА ЗАДАЧАТА

За натурната реализация на допълнителното кормилно устройство е необходимо да се изгради концепция за неговото задвижване, а това може да стане чрез оценка на необходимия въртящ момент

В учебния басейн на ТУ-Варна няма възможност да се осъществи реално маневриране на корабния модел, поради което проведеният експеримент съдържа известни условности:

1. Реалното маневриране при приставане и отделяне от пирс се извършва при малки скорости. Затова експериментите се провеждат на швартови режим при право и обратно въртене на гребния винт.

2. Изпитанията на швартови режим се провеждат при ходови обороти, съответно за преден и заден ход, с което частично се компенсира отсъствието на скоростта на движение на модела, имаща място при реалното маневриране.

3. При изпитанието се използва наличен гребен винт, с диаметър D=0.150m, имащ близки характеристики (брой перки, дисково и крачково отношение) с тези на стоковия винт, с който е извършено изследването в ЦХА. За да се отчете несъответствието на диаметъра (диаметърът на стоковия винт е D=0.125м), честотата на въртене (оборотите) се преизчислява като се съблюдава (запазва) Фрудовото число $Fn_n = n\sqrt{D}$:

$$n = n_{ст.в.}\sqrt{\frac{D_{ст.в.}}{D}} = 0,913 n_{ст.в.} \quad (1)$$

$$n_{п.х.} = 0,913 n_{ст.в._{п.х.}} = 21,0 s^{-1} = 1260\,\mathrm{min}^{-1} \quad (2)$$

$$n_{з.х.} = 0,913 n_{ст.в._{з.х.}} = 10,5 s^{-1} = 630\,\mathrm{min}^{-1} \quad (3)$$

Където $n_{ст.в._{п.х.}} = 23,0 s^{-1}$ - честота на въртене на стоковия винт на преден ход ;

$n_{ст.в._{з.х.}} = 11,5 s^{-1}$ - честота на въртене на стоковия винт на заден ход, при изпитанията в ЦХА[1].

III. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ

III.1. Проектиране и изработване на динамометрично устройство за определяне въртящия момент, действащ на балера.

За провеждане на експеримента е проектирано и изработено специално динамометрично устройство, чиито функционални възможности осигуряват отклоняване на перото на корабното кормило в диапазона ±50° и измерване на променящия се по знак въртящ момент, действащ на балера.

Устройството се състои от сектор, на който има две скали (фиг. 2): външна (периферна) - за индикация на желаното отклонение на перото и вътрешна - за стойностите на момента, който уравновесява външния (хидродинамичен) момент, създаван от страничната сила, възникваща при обтичането на перото. Чувствителният елемент, с който се измерва моментът е румпелът, представляващ тънка, еластична стоманена пластина. Единият край на пластината заедно със сектора, чрез стоманена втулка се фиксират и закрепват на балера. При закрепването елементите на устройството се центрират така, че пластината, симетралата на сектора и перото да са в диаметралната равнина (ДР) на модела. Тогава румпелът (пластината) „стои" върху нулевото показание на вътрешната скала, а реперът, закрепен в ДР извън сектора, показва на външната скала нулев ъгъл на отклонение на перото(фиг.2).

При провеждане на експеримента секторът се завърта чрез румпела, докато неподвижният репер „покаже" на външната скала желания ъгъл на отклонение на перото. В този момент измерителната пластина се е огънала и вътрешната скала показва стойността на въртящия момент.

Приети са следните правила на знаците на контролираните величини:

- Ъгъл на отклонение на перото δ:

(+) - отклонение на десен борд;

(−) - отклонение на ляв борд.

- Въртящ момент М:

(+) - когато румпелът (пластината), огъвайки се, уравновесява външния (хидродинамичния) момент, който се съпротивлява на отклонението и се стреми да го върне в изходното му положение;

(−) - когато румпелът, огъвайки се уравновесява външния момент, който се стреми да увеличи ъгъла на отклонение на перото.

III.2. Тариране на динамометричното устройство

За да могат да се извършват количествени измервания с разработеното устройство е необходимо да се извърши тарировка, която се състои в градуиране на скалата за въртящ момент. За целта, на базата на обикновена циферблатна везна, е разработен тарировъчен стенд.

Вместо балера във втулката на устройството се монтира допълнителна лагерна втулка с по-малък диаметър, за която е закрепено рамо (стоманен прът) с дължина L, завършващо с ролка, опираща се на товарната плоча на везната. Чрез допълнителната втулка динамометричното устройство лагерува и може да се завърта

около оста на хоризонталното рамо на допълнителната стойка (фиг.3). Когато се отклони, румпелът (пластината) създава момент M, който чрез рамото L, „натоварва" везната със силата F. Измервайки силата F, фактически се определя моментът $M = F.L$, който се предизвиква от отклоняването на пластината. Така се намира връзката между момента на балера и огъването на пластината. Показанието на везната, чиято скала е в килограми $P = F/g$, при зададен момент M ще бъде:

$$P = \frac{M}{g.L}(kgs) \qquad (4)$$

Където M – момент в Nm,

$g = 9,81 ms^{-2}$ - земно ускорение,

L=0,117m.

Например, при M=0,05Nm се получава P=0.044kgs. Следователно, ако искаме скалата на устройството да бъде през 0,05Nm е необходимо да огъваме пластината така, че везната да се товари последователно с 44;88;132..... грама, на което на скалата за момента ще съответства 0,05;0,10;0,15...Nm.

Ако искаме скалата да е през 0,025Nm, везната трябва да се товари съответно през 22 грама.

Обхватът на устройството зависи от коравината на използваната пластина. Необходимата коравина се получава чрез подбиране на подходяща ширина на пластината.

За конкретното изследване са използвани две различни пластини. Ширините им са подбрани така, че диапазонът на измерване на момента при първата е ±0,2Nm и скалата е градуирана през 0,025Nm, а при втората е ±0,6Nm, скалата – през 0,05Nm.

III.3. Измерване на момента

При провеждане на експеримента позиционирането на модела се осъществява с две носови и две кърмови въжета, привързани към стените на басейна (фиг.4). Гребният винт се задвижва от електрическа дрелка с регулатор на оборотите, които се измерват и контролират с помощта на оборотомер. На балерите на двете кормила са монтирани динамометрични устройства. В модела се намира оператор, който поддържа оборотите на винта, отклонява съответното кормило на необходимия ъгъл и регистрира по скалата въртящия момент. При отклоняване на едното кормило и измерване на момента действащ върху неговия балер, другото кормило се фиксира в нулево положение (в ДР).

Измерванията за основното кормило са проведени при изменение на ъгъла на отклонение през 10° в диапазона ±40°, последователно, при въртене на винта със съответните обороти за преден ($1260\,\mathrm{min}^{-1}$) и заден ($630\,\mathrm{min}^{-1}$) ход.

По същия начин са извършени измерванията за допълнителното кормило, но с изменение на ъгъла на отклонение през 5° в диапазона ±40°. Освен това изследването за това кормило е направено при две положения на мястото на балера по дължината на хордата, т.е. за две стойности на коефициента на компенсация (фиг. 5). Стойностите на коефициента, изчислен за движението на заден ход са съответно K=0,520 и K=0,305.

Резултатите от измерването на въртящия момент са показани графично на фиг. 6,7,8.

От фиг. 6 се вижда, че основното перо е добре балансирано. И на преден и на заден ход в целия диапазон на изменение на ъгъла на отклонение (±40°), моментът на балера е сравнително равномерен и по абсолютна стойност не надвишава 0,15Nm.

Резултатите от фиг. 7 свидетелстват за това, че моментът на балера на допълнителното перо, при коефициент на компенсация K=0,520, има силна неравномерност при движение на заден ход и при отклонение на перото на десен борд достига до 0,5Nm, т.е. е над 3 пъти по-голям от максималния момент, действащ на основното перо.

От фиг. 8 се вижда, че намаляването на коефициента на компенсация (K=0,305) се е отразило добре на условията на работа на допълнителното кормило. Разпределението на момента има

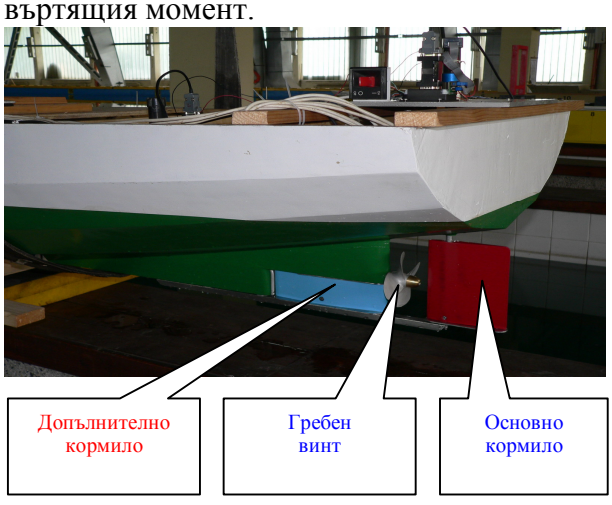
подчертано равномерен характер и максималната му стойност, като абсолютна величина, не надвишава 0,15Nm, т.е. има порядъка на момента на балера на основното перо.

IV. ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ

1. От анализа на получените експериментални резултати се вижда, че при подходящ коефициент на компенсация въртящият момент, действащ на балера на допълнителното кормило, може да бъде съизмерим и дори по-малък от този на основното кормило при маневриране за приставане и отделяне на кораба от пирса.

2. Тъй като рулевата машина на кораба е оразмерена за осигуряване на управляемост при ходовите режими на движение, то при маневриране за приставане и отделяне от пирса, тя вероятно би могла с допълнителен провод да задвижва и двете кормила. Може да се окаже, че е възможно и независимо ръчно задвижване на допълнителното кормило при тези маневри.

3. За прецизиране на резултатите и направените изводи е необходимо да се извършат допълнителни изпитания на модела в Центъра по хидро- и аеродинамика при още едно положение на балера (още по-близо до винта), за да се потърси оптималния коефициент на компенсация с цел минимизиране на въртящия момент.



Фиг. 1 Компановка на винто-рулевия комплекс

4. Необходимо е при изпитанията в ЦХА да се извърши измерване и на възникващата върху перото странична сила, тъй като предизвикваният от нея огъващ момент, действащ върху балера, трябва да се отчита при неговото оразмеряване.

ЛИТЕРАТУРА:

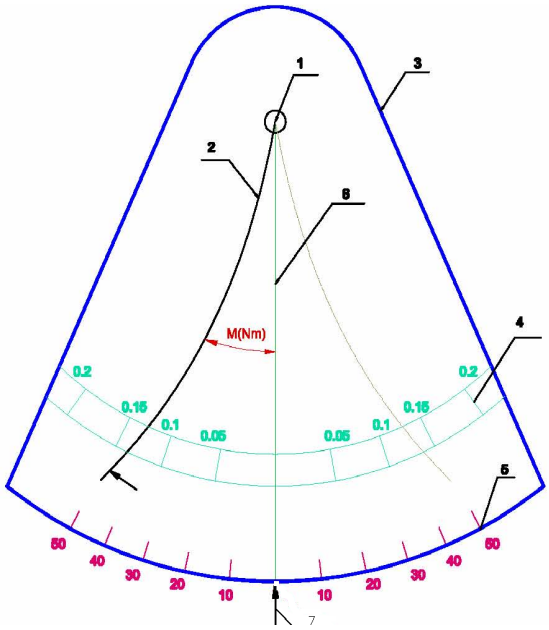
[1]. Никола Петров, Евгени Миланов, Иван Иванов, Валя Чотукова, Светлин Стоянов, Николай Тръпулов. Експериментално изследване на допълнително корабно кормилно устройство. Годишник ТУ-Варна 2009г.

За контакти:

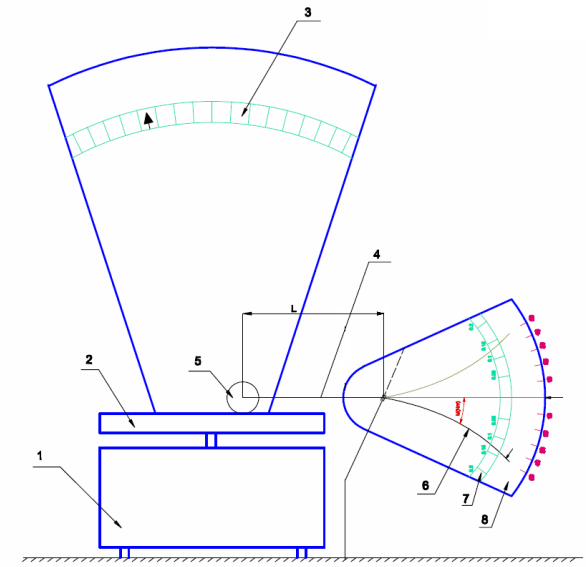
инж. Никола Петров, доцент доктор,
Катедра"Корабостроене" при КФ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 409М
e-mail: n_petrov@abv.bg
инж. Иван Иванов, доцент доктор,
Катедра"Корабостроене" при КФ на ТУ-Варна,, ул. Студентска № 1, 114М
e-mail: ivanivanov@tu-varna.bg

Рецензент:

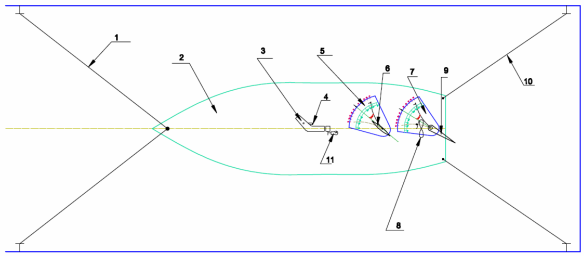
доц. д-р. инж. Стоян Стоянов - ТУ-Варна



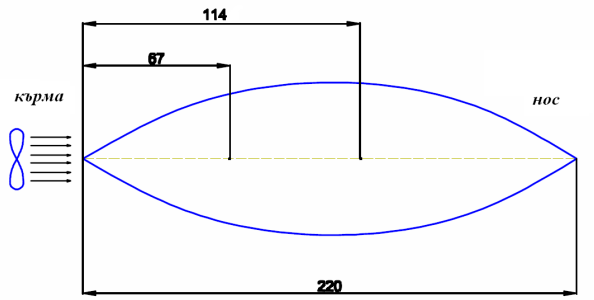
Фиг. 2 Схема на динамометричното устройство за измерване на ъгъла на завъртане и въртящия момент
1 – балер; 2 – еластична измервателна пластина (румпел); 3 – сектор;
4 – скала за въртящ момент в Nm; 5 – скала за ъгъл на завъртане в градуси;
6 – диаметрална линия (начално положение на румпела); 7 – външен репер.



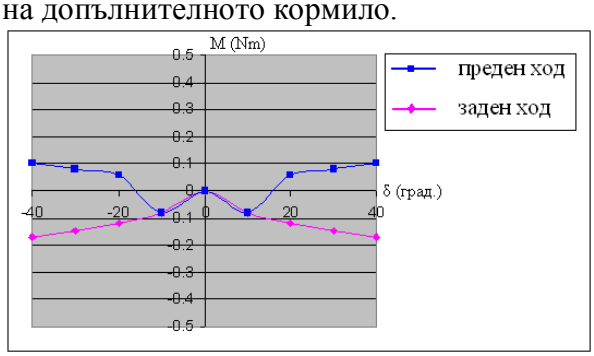
Фиг. 3 Схема на стенд за тариране на динамометричното устройство
1 – корпус на везна; 2 – товарна плоча; 3 – циферблат; 4 – рамо за натоварване на везната; 5 – ролка за предаване на силата; 6 – еластична пластина; 7 – скала за момента в Nm; 8 – скала за ъгъла на отклонение на кормилото.



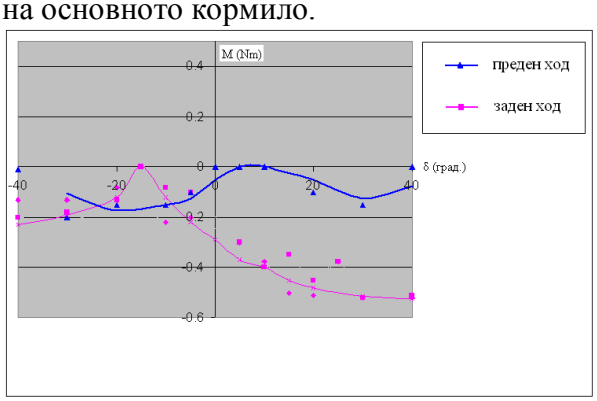
Фиг. 4 Схема на опитната установка
1 – носови фиксиращи въжета; 2 – модел на м/к „Бела”; 3 – дрелка с променливи обороти; 4 – регулатор на оборотите; 5 – динамометрично устройство за допълнителното кормило; 6 – допълнително кормилно устройство; 7 – динамометрично устройство за основното кормило; 8 – гребен винт; 9 – основно кормилно устройство; 10 – кърмови въжета; 11 – оборотомер за настройка и контрол на оборотите на винта.



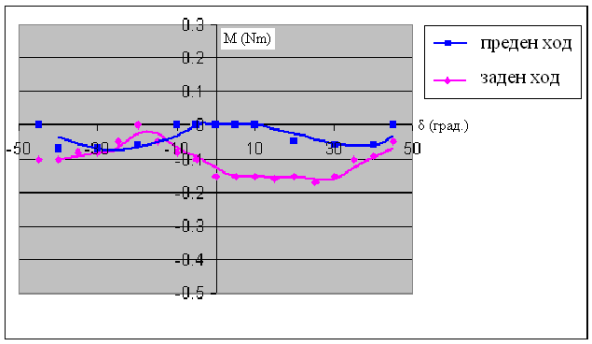
Фиг. 5 Схема на разположението на балера на допълнителното кормило.



Фиг. 6 Зависимост между ъгъла на отклонение и момента, действащ на балера на основното кормило.



Фиг. 7 Зависимост между ъгъла на отклонение и момента, действащ на балера на допълнителното кормило, при К=0,520.



Фиг. 8 Зависимост между ъгъла на отклонение и момента, действащ на балера на допълнителното кормило, при К=0,305.

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПРИЛОЖИМОСТТА НА CFD В ДИНАМИКАТА НА ФЛУИДИТЕ НА ОСНОВАТА НА АНАЛИЗ НА ОБТИЧАНЕТО НА ТЕСТОВО ТЯЛО

THE STUDY OF THE APPLICABILITY OF CFD IN FLUID DYNAMICS ON THE BASE OF BENCHMARK CASE CHARACTERISTICS

Милена Ст.Лефтерова, Евстати Л.Лефтеров

Резюме: Представени са резултати от числено изследване на течението и хидродинамичните характеристики на тестово тяло от базата данни ERCOFTAC. Числените симулации са извършени с помощта на програмните продукти за CFD анализ STAR CCM+/Design на фирмата CD-adapco на основата на метода на усреднените по Рейнолдс уравнения на Навие-Стокс при неустановено течение - URANS, а валидацията на резултатите е на основата на експериментални данни.
Ключови думи: компютърна динамика на флуидите, тяло на Ахмед, усреднени по Рейнолдс уравнения на Навие-Стокс за нестационарно движение

Abstract: Some results from numerical study of flow around the ERCOFTAC test case are presented. The CFD code STAR CCM+/Design is used for numerical simulations, and the validation is done on the basis of experimental results.
Keywords: Ahmed body, Computational Fluid Dynamics -CFD, Unsteady Reynolds Averaged Navier-Stoks equations

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Все по-широкото използване на компютърната динамика на флуидите (Computational Fluid Dynamics - CFD) в изследванията на динамиката на флуидите в последните години изисква анализ на приложимостта на използваните методи на основата на верификация и валидация на получените резултати. Докато валидирането се определя като: "Процес на определяне на степента, до която използвания модел позволява точно възпроизвеждане на реалните процеси от гледна точка на перспективата за бъдещото му използване", верификацията е: "Определяне на степента, до която създаденият модел пресъздава авторското концептуалното описание на модела и на решението". Верификацията е необходимо условие за процеса на валидация и изисква дедуктивни опити по пътя на установяване на адекватна методология. Една от основните задачи на верификацията на решението е изследване на зависимостта му от избраната изчислителна мрежа. За целта е необходимо построяването на мрежи със систематично нарастващ брой на изчислителните клетки- от т.н. груби до финни мрежи (характеризиращи се със стойност на безразмерния параметър y^+) и установяване на независимост на решението от избраната мрежа. Валидацията на решението се извършва на основата на резултатите от експериментални изследвания.

В Европа съществуват няколко организации, споделящи колективния си опит по отношение на валидацията на методите на компютърната динамика на флуидите, между които са:ERCOFTAC[3], QNET-CFD, FLOWNET.

Предмет на настоящото изследване е валидирането на получените на основата на CFD резултати при използване на програмните продукти STAR CCM+ /Design на фирмата CD-adapco[2].

Изследванията включват:

1. Вариации на:

- параметрите на мрежите с оглед максимално подробно описание на зоните на развитие на граничен слой: ограничение: максимален брой генерирани клетки на мрежата от гледна точка на ресурсите на персонален компютър;
- турбулентни модели;
- модели на движение: установено/ неустановено;

2. Числени симулации

3. Валидация на основата на резултати от експериментални изследвания и резултати, получени с други програмни пакети.

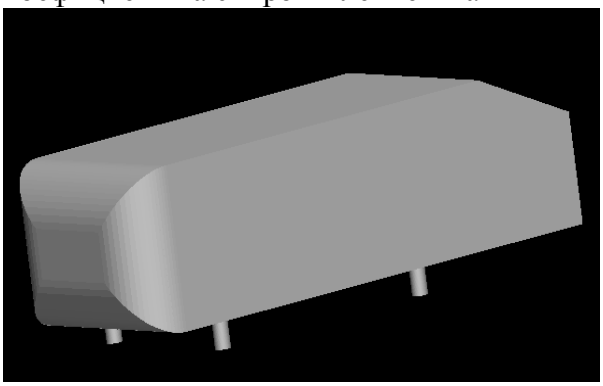
II. ОБЩА ПОСТАНОВКА НА ИЗСЛЕДВАНИЯТА

Във връзка с поставената задача е разгледано обтичането на тестов пример №9.4 от базите данни ERCOFTAC [3] и DESider – тяло на Ахмед.

В англоезичната литература Ахмед и др. [1] е един от първите, провел експерименти на модел на тяло, за установяване на връзката между геометричните параметри на тялото, характеристиките на обтичащия поток и съпротивлението на тялото. Изследваният обект е с упростена аеродинамична форма (Фиг.1) и в процеса на изследванията е вариран ъгъла на скос в задния му край, като се запазва дължината на равнината на скоса.

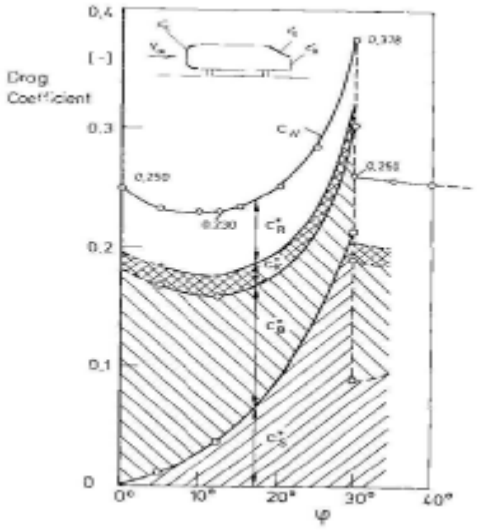
Резултатите, получени от авторите са от аеродинамични изпитания. Проведени са детайлни измервания на силите от налягане и триене, действуващи върху тялото, изследване на структурата на обтичащия поток и визуализация на течението за три различни стойности на ъгъла на скос.

Получените резултати илюстрират пик в коефициента на съпротивление на тялото при ъгъл на скос 30º (Фиг.2). Общият коефициент на съпротивление има



Фиг.1 Общ вид на изследваното тяло - тяло на Ахмед

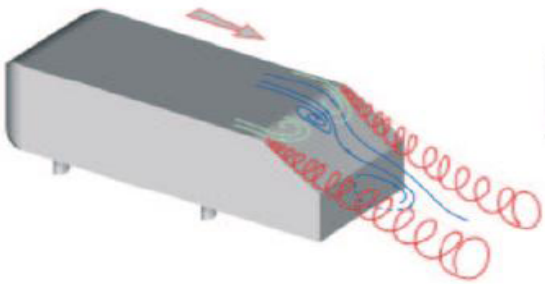
съставляващи, действуващи съответно върху челната повърхност, равнината на скоса и задната вертикална стена на обтичаното тяло. От своя страна тези компоненти са разгледани като суми на коефициент на налягане и коефициент на триене.



Фиг.2 Коефициент на съпротивление и съставляващите му за тялото на Ахмед

По-късно Лианхат и Бекер [4] използват същия модел и с помощта на лазер-доплеров анемометър измерват компонентите на скоростта в равнината на симетрия на тялото (около тялото и след него), както и извършват визуализация на обтичането с маслени следи. Изследвани са два случая на ъгъла на скос : 25 º и 35 º , възприети като характеризиращи областите преди и след критичната стойност на ъгъла на скос: 30 º.

Големият обем експериментални данни показва, че топологията на това напълно тримерно обтичане зависи в много голяма степен от ъгъла на скос в задния край на тялото. При ъгъл на скоса под 30º, течението има силно неустановен и неустойчив характер. Картината на обтичане се характеризира с два контравъртящи се вихъра, формиращи се по страничните ръбове на скоса и продължаващи развитието си след тялото. В равнината на скоса по централната линия се формира вихър, който затихва, обтичащият поток се завръща в равнината на скоса. На Фиг.3 схематично е представено обтичането на задния край на тялото на Ахмед при ъгъл на скос 25º, (Ментер и Кунтц -2002).



Фиг. 3 Схема на обтичането на разглежданото тяло

В настоящата работа са проведени числени изследвания за ъгъл на скоса 25 º.

III. ТУРБУЛЕНТНИ МОДЕЛИ

Във връзка с избрания тестов случай е необходимо да бъдат изчислени характеристиките на тримерно турбулентно неустановено течение на несвиваем вискозен флуид при високи стойности на числото на Рейнолдс. За разглежданото тяло $R_e = 2.78*10^6$, изчислено на основата на дължината му.

Независимо от многобройните изследвания, съществуващи в литературата по този въпрос, до този момент няма универсален подход за моделиране на течения от този вид. Симулацията на основата на метода на големите вихри е много ефективна за моделиране на течението след откъсване, но ненадеждна при високи стойности на числото на Рейнолдс, където методите на усреднените по време уравнения на Навие-Стокс – методите за неустановени течения -URANS са приложими, но не дават добри резултати в случаите на откъсване на потока.

Използването на директната числена симулация – DNS изисква мрежа с брой на изчислителните точки NDNS от твърде висок порядък: (Уилкокс):

$$N_{DNS} = (0.088R_e)^{9/4}$$

Един от най-често използваните подходи в случая е използването на уравненията на Навие-Стокс. Пълните уравнения на Навие-Стокс се използват с много голяма точност при ламинарни установени течения. При турбулентни течения се използват уравненията в тяхната усреднената форма.

Усредняването по Рейнолдс означава представяне на всички променливи, зависещи от времето във вид на две компоненти: главна, усреднена по времето и флуктуационна компонента, т.е.:

$$u = \bar{u} + u';\ v = \bar{v} + v';\ w = \bar{w} + w';\ p = \bar{p} + p',$$

където:

$\bar{u}, \bar{v}, \bar{w}, \bar{p}$ - главни компоненти на променливите;

u', v', w', p' - флуктуационни компоненти на променливите

Усреднените уравнения на движение за несвиваем Нютонов флуид с постоянна плътност и постоянен вискозитет имат следния вид:

-усреднено по времето уравнение за непрекъснатост на течението:

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_i} = 0;$$

-усреднено по времето уравнение за съхранение на количеството на движение:

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial t} + \frac{\partial (u_j u_i)}{\partial x_j} = -\frac{1}{\rho}\frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j}\left[\nu\left(\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_i} + \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_i}\right)\right] - \overline{u_i' u_j'}$$

Както се вижда, усредняването по Рейнолдс води до допълнителни членове в уравненията на количеството на движениеотвида $\overline{u_i' u_j'}$, известни под наименованието”Рейнолдсови (турбулентни) напрежения”.

Задачата за моделиране на турбулентността при използване на този подход е да се допълни системата от уравнения на движение за изчисляване на тези напрежения.

Съществуват множество развити турбулентни модели:

1. Модели , базиращи се на хипотезата на Бусинеск. Това са модели на вихровия турбулентен вискозитет.
2. Модели, изчисляващи директно Рейнолдсовите напрежения. При тях се въвеждат допълнителни членове, изискващи моделиране.
3. Модели, които не са базирани на усредняването по време. Това е методът на големите вихри -Large Eddy Simulation (LES) и методите на директната числена

симулация-Direct Numerical Simulation (DNS).

4. Метод на присъединените вихри – Detached Eddy Simulation (DES).

Турбулентните модели, използвани с уравненията, усреднени по времето, са следните видове, споменати съвсем накратко:

1. Модел на дължината на смесване
2. Модели с едно уравнение- „еднопараметрични”
3. Модели с две уравнения ($k-\varepsilon, k-\omega$ -модели)- „ двупараметрични”
4. Модел на Рейнолдсовите напрежения
5. Модел на алгебричните напрежения

В използвания програмния пакет за CFD анализ - STAR CCM+ в съответствие с ръководството за потребителя [2] за разглеждания случай на обтичане се препоръчва усреднените уравнения на движение да бъдат използвани с турбулентните модели на Спалларт - Алмарас и на Ментер. Тези турбулентни модели имат различни модификации във връзка с особеностите на използването им в зависимост от стойностите на безразмерния параметър y^+, представляващ местното число на Рейнолдс в пристенната област:

$$y^+ = \frac{y.u_*}{\nu},$$

където: y – разстояние до стената;

$u_* = \sqrt{\frac{\tau_\omega}{\rho}}$ - скорост на триене в близост до стени;

τ_ω - тангенциално напрежение до стената;

ν - кинематичен вискозитет

Моделите за разглеждане на областите в близост до стени представляват съвкупност от допускания за всеки турбулентен модел поотделно. Тези модели не могат да бъдат отъждествени с понятието „стенни функции”, които по принцип се отнасят до един тип от разглежданите модели.

В STAR CCM+ са развити три вида модели, които не винаги са налични за избрания турбулентен модел, допълващ усреднените уравнения на движение. Моделите са съответно за стойности на $y^+ \to 0$ (модел за финни мрежи), $y^+ \geq 30$ (модел за груби мрежи) и модел, приложим за всички стойности на параметъра y^+ [2].

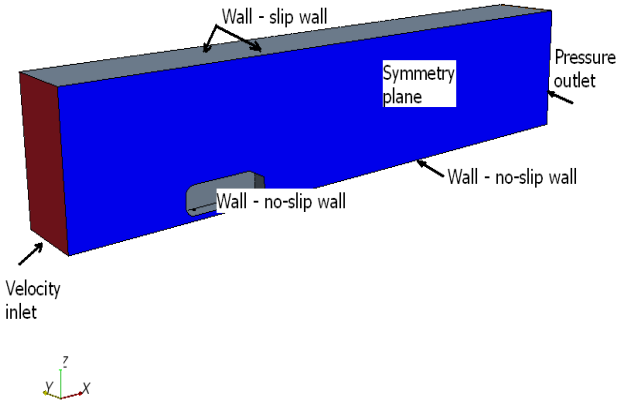
IV. ЧИСЛЕНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

IV.1 Изчислителна област и гранични условия

Изчислителната област има следните размери, съответстващи на работния участък на аеродинамичната тръба, в която са проведени експерименталните изследвания, съответно:дължина: 7,621м; ширина: 1,870м ; височина: 1,400м.

Избраните размери съответствуват на изискванията за наличие на 5.0 дължини след тялото, 1.3 дължини преди него и наличие на 4 височини на тялото над него. Изчислителната област (½ от областта), както и възприетите гранични условия са показани схематично на Фиг.4.

Изчислителната мрежа е генерирана с

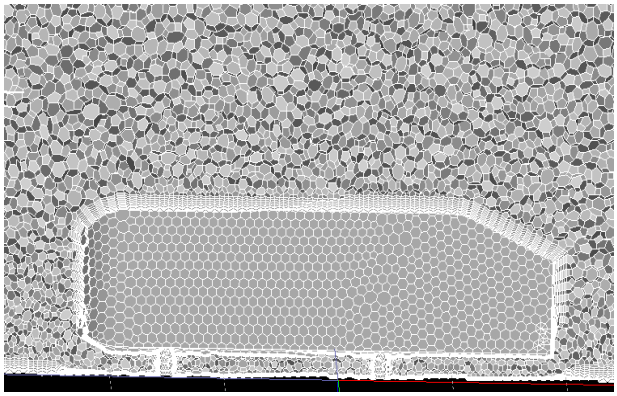


Фиг.4 Изчислителна област и гранични условия

помощта на програмния продукт STAR Design. Мрежата е от хексахедрални клетки. В районите, в които се очаква развитие на граничен слой (тялото на Ахмед и хоризонталната равнина на движение), са зададени по десет призматични слоя от клетки с нарастваща дебелина на слоевете.

Генерираната обемна мрежа включва 1,144 милиона обемни клетки с отчитане на симетрията на тялото. Сечение от

мрежата, преминаващо през опорите му, е показано на Фиг. 5.



Фиг.5 Сечение на изчислителната мрежа около тялото на Ахмед

IV.2 Резултати и валидация

Приведени са резултатите за тримерно турбулентно неустановено течение на несвиваем вискозен флуид. В качеството на турбулентен модел е избран SST (shear-stress transport) $k-\omega$ модел на Ментер.

Числените хидродинамични изследвания са извършени в съответствие с условията на лазер-доплеровите изпитания на Лианхат и Бекер [4] на изследваното тяло:

Скорост на обтичане: 40.0 м/сек; Флуид: въздух ; $\mathrm{Re} = 2.78*10^6$.

Прогнозирани са:

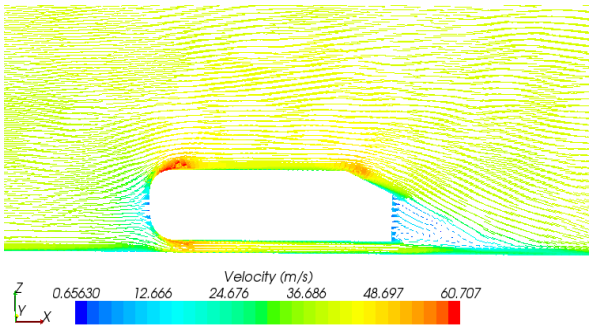
-структурата на обтичащия поток;

-измененията на скоростта на обтичане върху тялото и в следата след него;

-компонентите и пълния коефициент на съпротивление на тялото.

На Фиг.6 е приведено векторното изображение на скоростта на обтичане на тялото в равнината на симетрия. Както се вижда, в задния край на тялото се наблюдават два контравъртящи се вихри, разположени един над друг. Подобна картина е описана в резултатите от изследванията, проведени от Ахмед и др.[1] и Лианхат и Бекер [4].

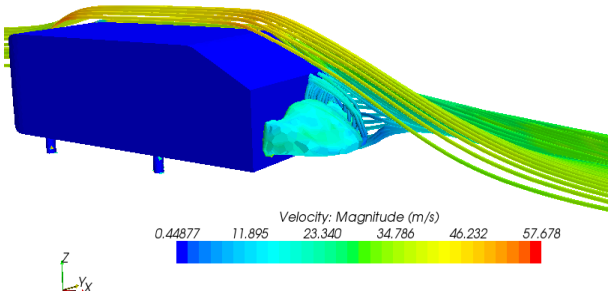
Същите автори описват наличието на малка рециркулационна зона в задния край на равнината на скоса (Фиг. 3). Следва да се отбележи, че в множеството резултати от различни автори на изследвания на



Фиг.6 Векторен вид на надлъжната компонента на скоростта на обтичане

обтичането на този тестов случай, тази рециркулационна зона не се прогнозира, както е и в случая.

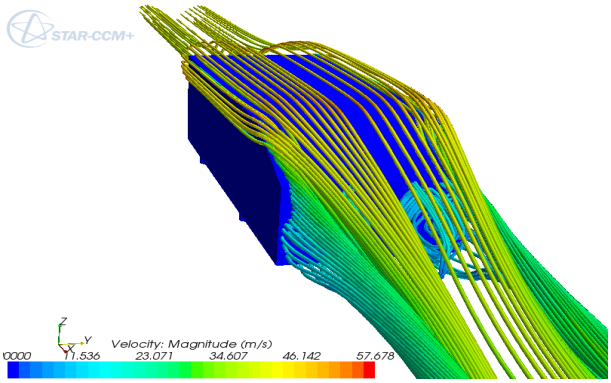
На Фиг. 7 са изобразени токовите линии на обтичане на тялото и изоповърхнината на нулевата стойност на надлъжната компонента на скоростта в задния край на тялото.



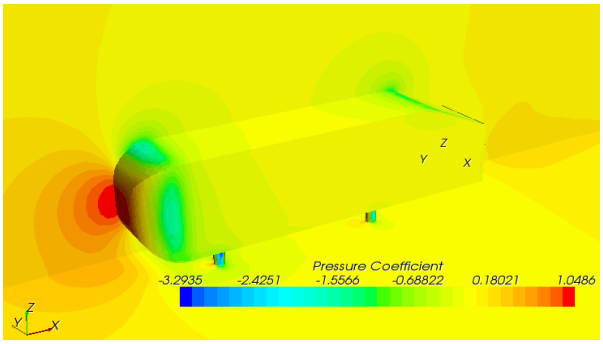
Фиг. 7 Токови линии в мащаба на скоростта и изоповърхнина на нулева стойност на скоростта

Подробният анализ на характера на токовите линии в - Фиг. 7 и 8 показва възникването и разпространението на два контравъртящи се вихъра, формиращи се по повърхнината на скоса и простиращи сена голяма дължина след тялото–резултат който се потвърждава експериментално.

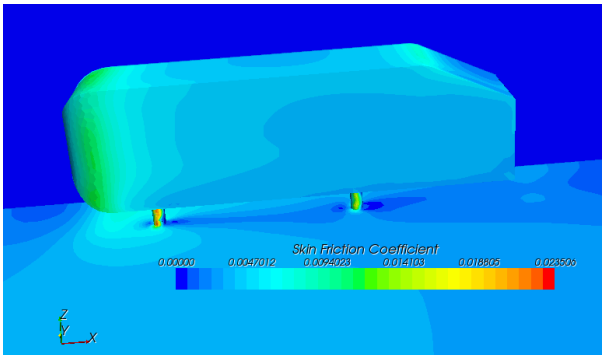
На Фиг. 9 и 10 са приведени качествените картини на разпределение на коефициентите на налягане и триене по повърхността на тялото. На Фиг.11 е приведено изменението на пълния коефициент на съпротивление, получено в резултат на числената прогноза. Визуално тенденцията за установяване на стойността на коефициента е към стойност от порядъка на 0.3, която е завишена в сравнение с експериментално получената,



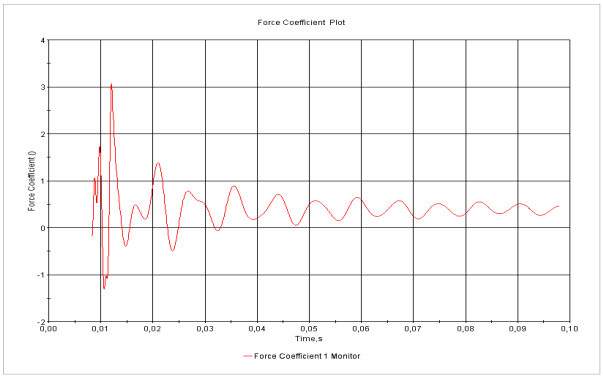
Фиг.8 Токови линии в мащаба на надлъжната компонента на скоростта



Фиг.9 Контури на коефициента на налягане по дължина на тялото



Фиг.10 Контури на коефициента на триене по дължина на тялото



Фиг11Изменение на коефициента на съпротивление

но несъмнено е много добър резултат. Аналогични резултати се потвърждават и от други автори, използвали метода URANS.

V. ИЗВОДИ

В резултат на проведеното изследване на турбулентно обтичане на тялото на Ахмед (тестов случай от базата данни на ERCOFTAC), при ъгъл на скоса в задния му край - 25º, се установи, че с помощта на използвания метод на усреднените по Рейнолдс уравнения на Навие-Стокс при неустановено течение - URANS, се получават добри качествени и количествени резултати в сравнение с експерименталните данни по отношение на: - прогнозата за структурата на обтичащия поток;- измененията на скоростта на обтичане върху тялото и в следата след него, с изключение на равнината на скоса;- прогнозата за коефициент на съпротивление е леко завишена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ahmed, S.R.,Ramm, G. and Faltin,G.,"Some Salient Features of the Time-Averaged Ground Vehicle Wake", SAE Technical Paper Series 840 300, 1984
2. CD-adapco, USER GUIDE, STAR CCM+Design, Version 3.04.008.
3. **E**uropean **R**esearch **C**ommunity **O**n **F**low, **T**urbulence **A**nd **C**ombustion, ERCOFTAC, http://www.ercoftac.org
4. Lienhart, H., and Becker, S., 2003." Flow and Turbulence Structure in the Wake of a Simplified Car Model", SAE Paper 2003-01-0656.

За контакти:
Ст.н.с.д-р инж.Милена Лефтерова,
Секция „Хидродинамика на кораба",
Институт по Хидро- и Аеродинамика (ИХА) при БАН-Варна, ул. Уйлям Фруд №1, Варна 9003
e-mail: m.lefterova@bshc.bg
Доц. д-р. инж. Евстати Лефтеров
катедра "Технология на Машиностроенето и Металорежещи Машини"
Технически университет, гр. Варна
evstati2007@abv.bg

Рецензент: доц. д-р Ив. Иванов

STUDY OF THE MICROSTRUCTURE AND PROPERTIES OF SURFACE COATING FORMED BY PLASMA SPRAYING

Hristo Skulev, Aleksandar Rafailov

ИЗСЛЕДВАНЕ НА МИКРОСТРУКТУРАТА И СВОЙСТВАТА НА ПОВЪРХНОСТЕН СЛОЙ, ФОРМИРАН ЧРЕЗ ПЛАЗМЕНО НАПЛАСТЯВАНЕ

Abstract: A study was performed to examine the characterization of the microstructure and properties of nickel plasma coatings obtained at different plasma conditions.The study was designed to assess the properties of Nickel Plasma Coatings based on the use of microscopic images, X-ray results, hardness measurements and Differential Scanning Calorimetry. The relationships between of the coating microstructures and properties were examined.Amorphous state can be observed at room temperature but then changes to a homogenous structure when secondary heating was applied.
Keywords: microstructure, properties, plasma spaying

Резюме: Изследвани са и са получени резултати за микроструктурата и свойствата на никелови покрития, нанесени чрез плазмено напластяване при различни условия. Качествата на плазмено напластените покрития на никелова основа са определени чрез използването на микроскопски изображения, рентгенофазов анализ, измерване на твърдост и диференциална сканираща калориметрия. Определена е взаимовръзката между микроструктура и свойствата на покритието. Прилагането на вторично нагряване върху покритието променя наблюдаваната при стайна температура аморфна в хомогенна структура.
Ключови думи: микроструктура, плазмено напластяване, свойства

I. INTRODUCTION

Thermal spraying is a generic term to describe a collection of coating processes involving material transport at high speeds and elevated temperature. Particles or droplets (of coating materials) are accelerated at high speeds, heated and are made to impact an object (i.e. the substrate). Successive particles thus reach a surface where the high energy causes the particles to deform and form a mechanical bond with the underlying surface. These particles vary depending upon the process, but can cover a range of 1 to 200 microns [1].

Plasma powder spraying method allows a large number of technological parameters to be varied. From previous research, it shows that a number of phase transformation occur takes place with the use of different parameters [2]. During secondary heating, the properties of the coating changes in microstructure and hardness. Therefore the aim of this project is to investigate the microstructure and properties of surface coating under different heating conditions.

New industrial applications and more demanding requirements of existing applications have pushed the thermal spray industry to produce even better coatings. This has become realized with greater control in the processing of materials with thermal spray. The processing conditions within each of the thermal spray technologies play a major role in the formation of the microstructure, phase composition and ultimately, the properties of the deposit. Continued efforts to further understand and improve upon the properties of the thermal spray deposit involve research in areas such as process and processing diagnostics, flame-particle interactions, splat formation, solidification dynamics and microstructure development [3].

This application is advanced new technology for surface treatment of materials. The idea of this technology is to use cheap materials as a based material and to apply plasma coatings with unique properties on the surface. As a result wear resistance, corrosion resistance, fatigue life, hardness the materials are significantly improved.

The project aims at characterization of the microstructure and properties of coatings obtained at different plasma conditions. The sample characterization includes hardness/microhardness measurements, X-ray analysis and microscopic study and the results from this experimental study will be very important for further extension of the application of this technology.

II. EXPERIMENTAL PROCEDURE

2.1 Composition of Plasma Powder and Regimes for Plasma Spraying

The chemical composition in atomic percent of the powder used for plasma spraying is given in Table 1. The coatings were sprayed on the 10mm diameter with 60mm length substrate, which were attached onto the rotating cylinder during plasma spraying process. The regimes for the plasma spraying are shown in Table 2. Specimen with dimensions of 3.5mm x 3.5mm were cut and used in the experimental study. The samples then mounted to hold and keep the specimens surface area flat during grinding and polishing. Thickness of the mount should be sufficient to enable of holding the mount firmly during grinding and polishing and thereby to prevent a rocking motion and to maintain a flat surface. After polishing, etching was done to optically enhance microstructural features such as grain size and phase features.

The sample the will be ready for to be experimented by using;

1) Differential Scanning Calorimetry (DSC) which measures the temperatures and heat flow associated with transitions in materials as a function of time and temperature.

2) Nikon Eclipse ME600 Metallurgical optical microscope used to get the microstructure images on a surface finish polished samples.

3) Mitutoyo HM-124 Hardness Machine to measure the hardness of the coating results.

4) X-Ray Diffraction to discover information about the structure of crystalline materials.

The integrated intensities of the phases (amorphous nickel) were calculated from the corresponding reflections in the XRD diffraction patterns of the deposit using the X'Pert Plus computer program.

III. RESULTS AND DISCUSSIONS

3.1 As Sprayed Coatings

3.1.1 Microstructure

From the studies of plasma spraying, it shows that the parameters of spraying regime have direct relationship with the microstructural characteristics of the coating. The regimes of the plasma coatings are shown in Table 2.

The cross-section analysis for microscopic images were prepared and subsequently polished.

The microstructure shows the variety of layering and stacking of coatings.

As the power increased from 18.2kW to 38.5kW (Table 1), the deposition of layers increases as shown in Figure 1. The boundaries starts to disappear and the coatings approach homogenous layers with thickness of about 1-3μm. The melted powder forming new elements is deposited in the form of layering with light and dark colours and the non-melted and partly melted particles have the round spherical shape (Figure 1). Sample 1 and 4 has more dark layers than light layers compare to sample N1 and N4. With the same regime for both samples, the only reason for this is that due to different powder particle size. Sample 1 and 4 has the larger powder particle (60μm) than sample N1 and N4 (45μm).

Plasma sprayed coatings with finer powders have finer and denser microstructures with less oxide inclusions. Coarse powders produce coarser and more open structured coatings with more oxidation than fine powders. This is mainly due to the differences in surface area of the powder particles exposed in the flame during spraying.

The results from this analysis of the microstructure show that during all regimes spraying conditions, the bonding between the steel substrate and coating is very good, without any cracks and other defects.

Table 1: Chemical composition in atomic percent of the

Element	Ni	Cr	C	Al	Si	Cu	W
%	73.1	12.8	5.1	2.0	6.5	0.3	0.2

Table 2: Regimes for Plasma Spraying

No	Base Material (Substrate)	Gas flow l/min		Particle Size μm	Current A	Voltage V	Power kW
		Ar	N				
1	Steel	20	2	60	350	52	18.2
2	Steel	30	6	60	350	70	24.5
3	Steel	20	2	60	550	51	28.1
4	Steel	30	6	60	550	70	38.5
5	Steel	25	4	60	550	61	33.6
6	Steel	30	6	60	450	69	31.1
7	Steel	25	4	60	450	60	27.0
N1	Steel	20	2	45	350	52	18.2
N2	Steel	30	6	45	350	70	24.5
N3	Steel	20	2	45	550	51	28.1
N4	Steel	30	6	45	550	70	38.5
N5	Steel	25	4	45	550	61	33.6
N6	Steel	30	6	45	450	69	31.1
N7	Steel	25	4	45	450	60	27.0
N8	Iron	20	2	45	350	52	18.2
N10	Iron	25	4	45	450	60	27.0
N11	Iron	30	6	45	550	70	38.5

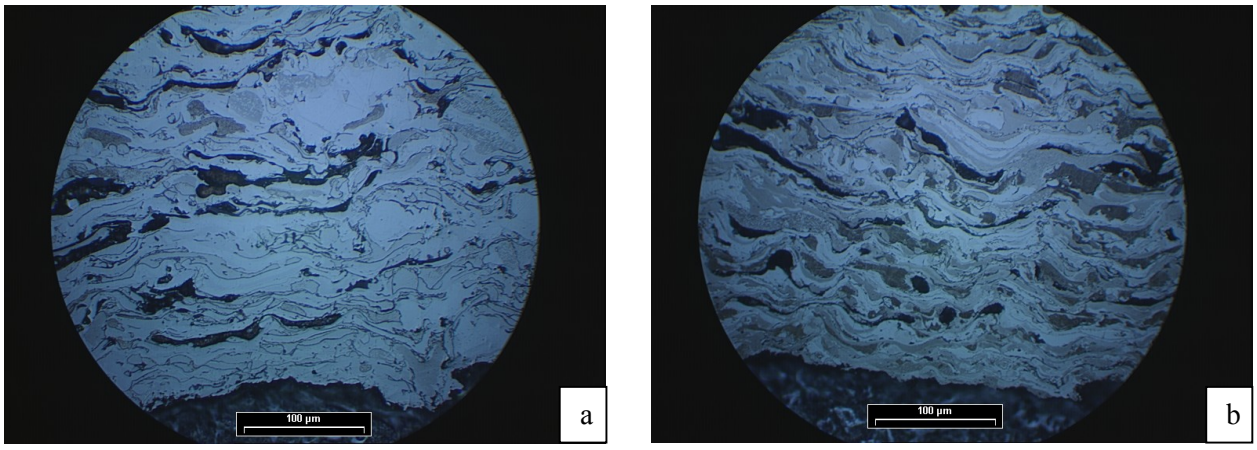


Figure 1: Microstructures of different sprayed conditions.
(a) Sample 1 at 18.2 kW; (b) Sample 4 at 38.5 kW

3.1.2 Microhardness

Many factors such as chemical composition, spraying parameters and heat treatment have influence on the microhardness [4]. Microhardness across the cross-section ofsample N5 and N7 was done for the measurements. Knoop indenter was used with load of 0.05 kg for 10 second.

Figure 2 illustrates the microhardness distribution of the coatings at room temperature. The tendency of the curve is not clear and smoothing was done using the Mathlab programme to get the clear tendency of the curve.

A variation of hardness can be observed throughout the cross-sections ranging from 250 to 1284 HK0.05. Near the surface of the coating, the hardness value is low but then rises as the measurement reaches to the middle and decreases towards the substrate. Observation was made during the measurement where the dark/black amorphous layers gave a low microhardness values in HK compared to the light layers. This illustrates that the variation of hardness is due to the different phases and chemical composition present at different position in the coating.

3.1.3 Differential Scanning Calorimetry

The effects of continuous heating process on the Nickel coating were investigated by using the DSC. The microstructural properties and phase transformation behaviour of the deposit were found to be associated with the effects of the heating rate and temperature.

Figure 3 shows the DSC curves of the sample at heating rates of 5-50°C/min. Only one exothermic peak can be seen in each of the DSC curves on each sample and the peak temperature for crystallisation to take place were determined. Based on the relationship in equation (1), a linear regression line could be obtained from the plot ln (Tm^2/φ) versus (1000/RTm).

The slope of this line yields the activation energy (Q) of the samples (Figure 4) [5].

$$\ln\left(\frac{T^2_m}{\varphi}\right) = \frac{Q}{R\,T_m} + \ln\left(\frac{Q}{R\,K_o}\right) + \ln(\beta) \quad (1)$$

where φ is the heating rate in °C/sec, Tm is the maximum temperature (crystallisation temperature in °C), R is the gas constant 8.314 J/mol.K and Ko and β are constants.

The activation energy (Q) of the nickel coating calculated from the slope is 414.3 kJ/mol.

In addition, the increase of heating rate correspondingly increases the area of the DSC exothermic peaks. It should be mention that the area of the DSC exothermic peak is equivalent to the total amount of heat flow during crystallisation process.

From the area of the exothermic peaks, a new relationship can be established by finding the degree of transformation of amorphous phase to crystal phase. This can be done by calculating the ratio of integrated intensity of the area (S1) to the total area of the exothermic peaks (S0) (Figure 5). A graph of S1/S0 (%) against temperature (°C) was derived from this relationship (Figure 6). The graph shows that the temperature required forming a required percentage of amorphous and crystal in the coatings can be controlled. For example, to get the percentage of 50% amorphous and crystal present at a heating rate of 5°C/min, a heating temperature up to 489°C/min is needed. This will applies to all the heating rates up to 50°C/min.

Modification was done by using the temperature of each heating rates at 50% phase transformation (Figure 6) producing new graph (Figure 7). A better and more reliable result is established. The activation energy (Q) of the nickel coating after modification from the slope (Figure 7) is 362.3 kJ/mol which is more accurate than 414.3 kJ/mol.

IV. X-RAY ANALISIS

XRD were studied for sample N1-N7 to see whether the power used during the spraying process has any effect on the composition of the amorphous state in the coating. Figure 8 shows the XRD pattern of the as-coated nickel sample with a broad angular range amorphous profile, located at

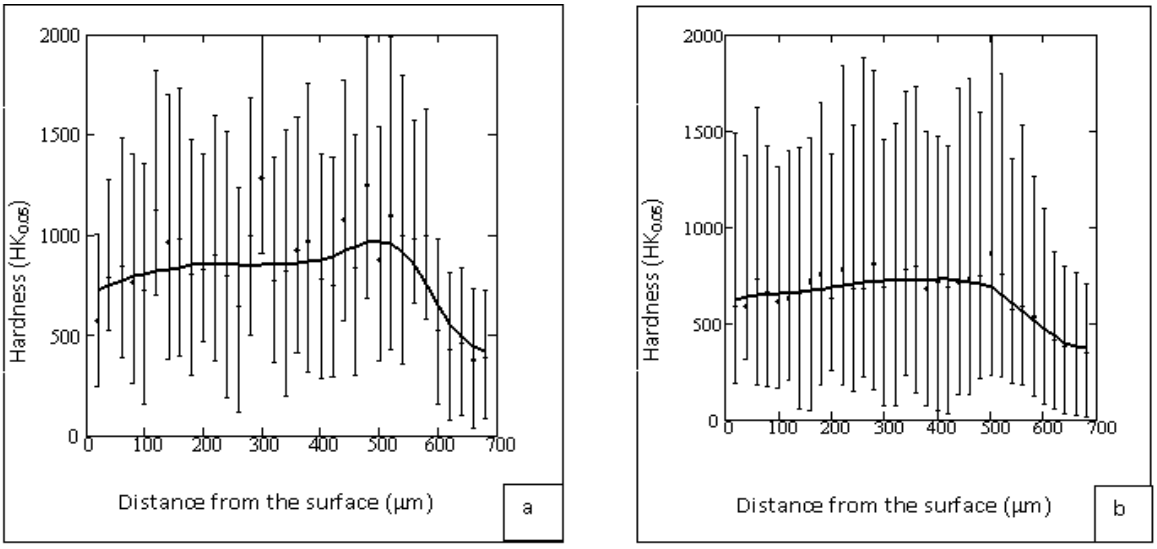


Figure 2: Microhardness profile for sprayed coating after smoothing
(a) Sample N5; (b) Sample N7

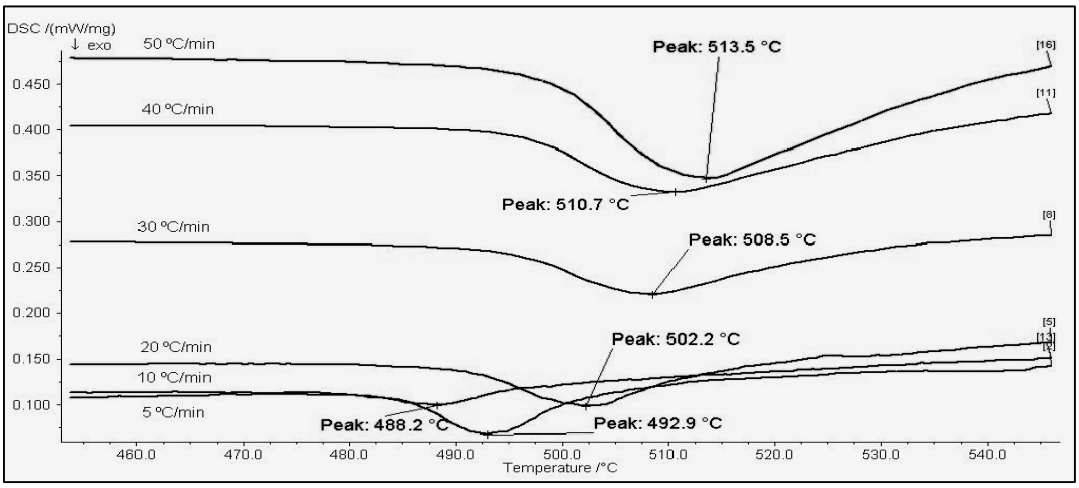


Figure 3: DSC curves of sample N7 at heating rates of 5-50°C/min

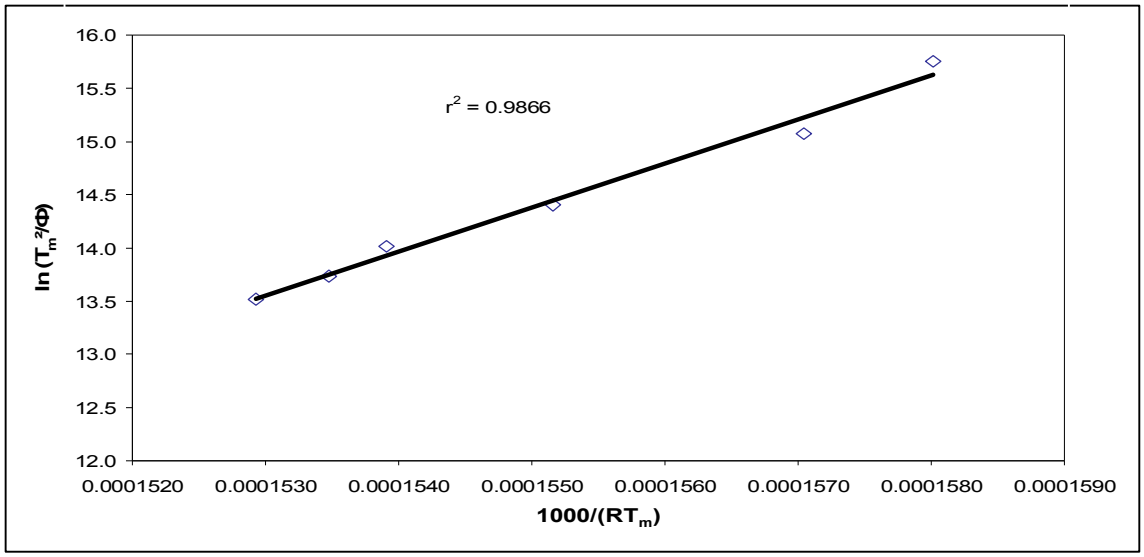


Figure 4: Slope of the plot ln (T_m^2/φ) versus ($1000/RT_m$) yielding the activation energy of sample N7 at maximum temperature of the DSC curves.

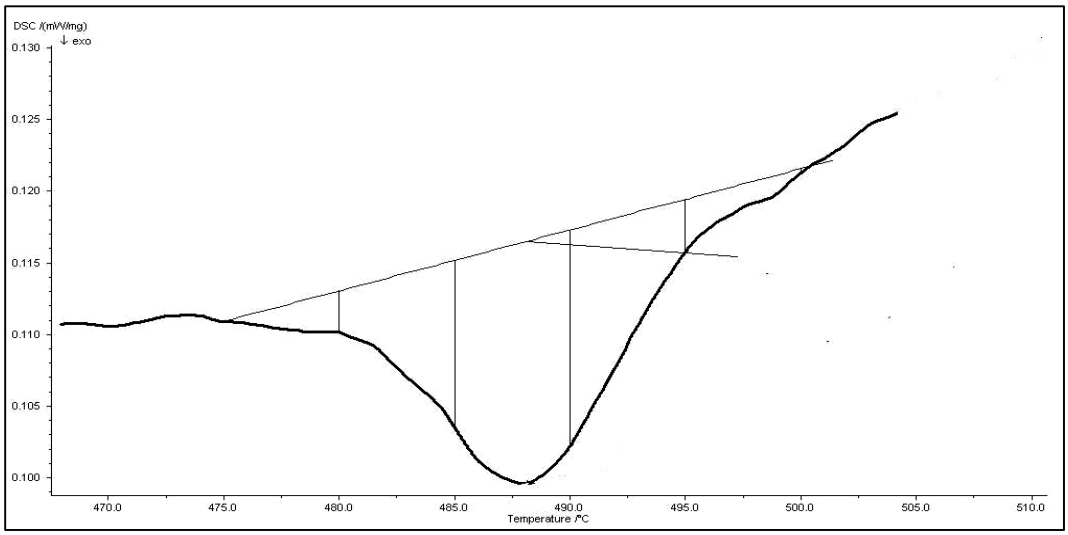


Figure 5: Graph of S_1/S_0 (%) against temperature (°C)

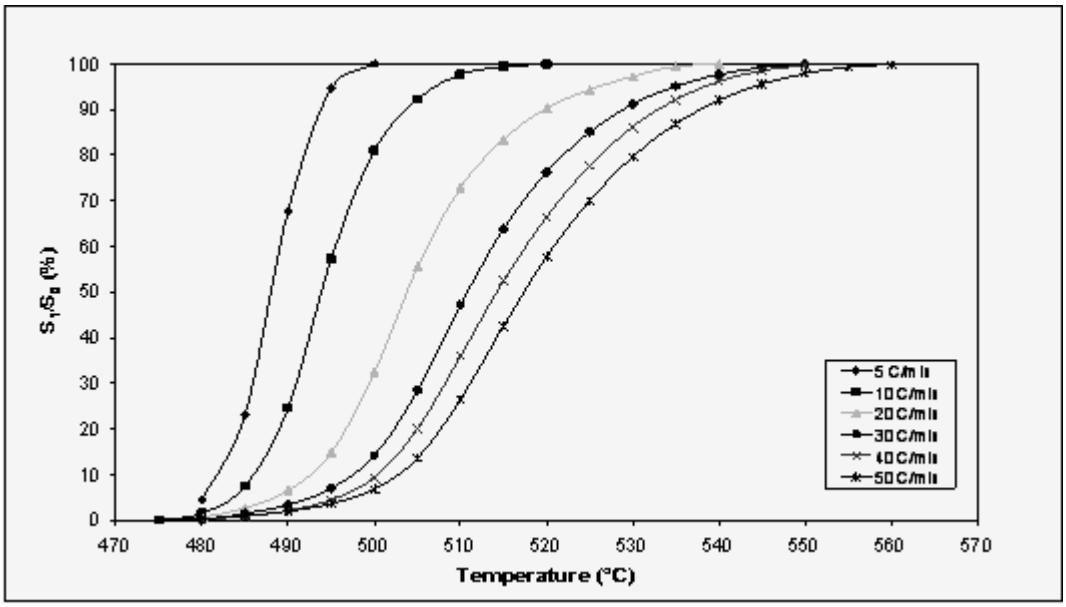


Figure 6: Variation of integrated intensity ratio (S_1/S_0) over heating temperature

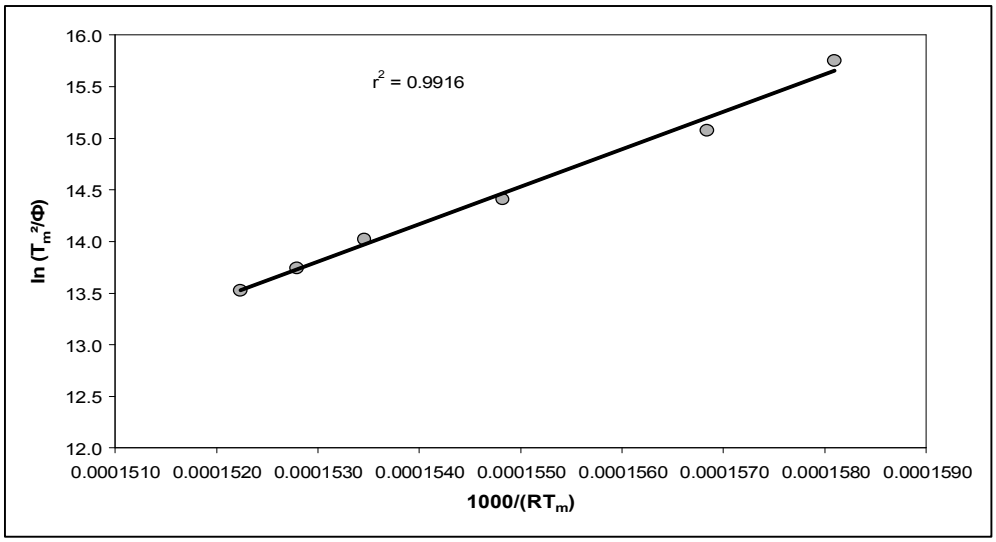


Figure 7: Modification of plot ln (T_m^2/φ) versus ($1000/RT_m$) yielding the activation energy of sample N7 at temperature of 50% of the phase transformation.

the 2θ position 40°-50°. One high peak can be observed at the 2θ position located at 44°-46°, four small peaks at 51°-53°, 76°-78°, 91°-94° and 97°-98° approximately for all the samples. The presence of these broad-peak deflections and small-peaks indicates the coexistence of amorphous and crystalline nickel phases in the coating.

The crystalline phase is face centered cubic (fcc) structure. Apparently it is based on the fcc crystal structure of the Ni that is the major element in the powder used for spraying [6-9]. A relationship was established between the power of the spray condition with the ratio of the amorphous state in the coating. It shows that there is no effect on the ratio of amorphous state with the increase of power (Figure 9). This also applies to the width of the peaks on the amorphous state (d-spacing, Å) where it shows no effect with the increase in power (Figure 10).

V. AFTER SECONDARY HEATING

5.1 Microstructure

This study will be based on the formation of new phases when five samples from N7 were heated at a different temperature up to 565, 765, 965, 1035 and 1200°C.

Microstructure images were taken from the Nickel coatings at room temperature after the heating process. The samples were etched chemically before capturing the images.

The microstructures were studied and it shows that the microstructure of the coating does not change with the increase of temperature up to 700°C (Figure 11a, 11b, 11c). The images can be considered to have the lamellar microstructure although changes can be seen from lighter to dark layers at temperature up to 700°C. However, with the further increase of temperature to 1200°C led to the formation from lamellar to homogenous structures (Figure 11d, 11e, 11f). The layers start to disappear and the rounded spherical shapes of non-melted particles are dissolved. With further heating up to 1200°C, the initial compound present in the layers gained enough energy to form a new compound having a new homogenous light grains with no lamellar layers. Pores are not visible.

Microhardness Vickers indenter was used with load of 1.0 kg for 5 seconds. The microhardness at the middle of the coatings was measured after the secondary heating. The heat treatment of sample N7 led to the improvement of the mechanical properties of the coating. A linear increase in microhardness can be observed after heating was carried out to a temperature of 700°C. The microhardness then decreases after continuation of heat treatment to 1200°C (Figure 12). The measurement confirms that the homogenous structure formed after heat treatment from 700-1200°C has low microhardness (average 290 HV1.0) compare to the lamellar structure at room temperature (average 545 HV1.0) and lamellar structure heated.

VI. SUMMARY AND CONCLUSIONS

The microstructure shows the heterogeneous nature typical for the plasma where layering and stacking of the coating can be seen. With the increase of power, different microstructure was observed. The boundaries start to disappear and the coatings approach homogenous layers. After secondary heating

from 700-1200°C, led to the formation from lamellar to homogenous structures where the layers start to disappear and the rounded spherical shapes of non-melted particles are dissolved.

The hardness as-sprayed is low near the coating, and then increases at the middle but decreases rapidly as it reached the substrate. After secondary heating, the hardness

increases up to 700°C but then decreases on further heating to 1200°C. The change of the phase composition and microstructure after secondary heating led to the change of the hardness.

One exothermic peak were observed in each of the DSC curves at different heating rates of 5-50°C/min. From the relationship of equation (1), activation energy of the nickel is 414.3 kJ/mol when the maximum temperature of each heating rates value was used. However, a more accurate activation energy value of 363.2 kJ/mol was calculated when the temperature for 50% of the phase transformation on each heating rates was used.

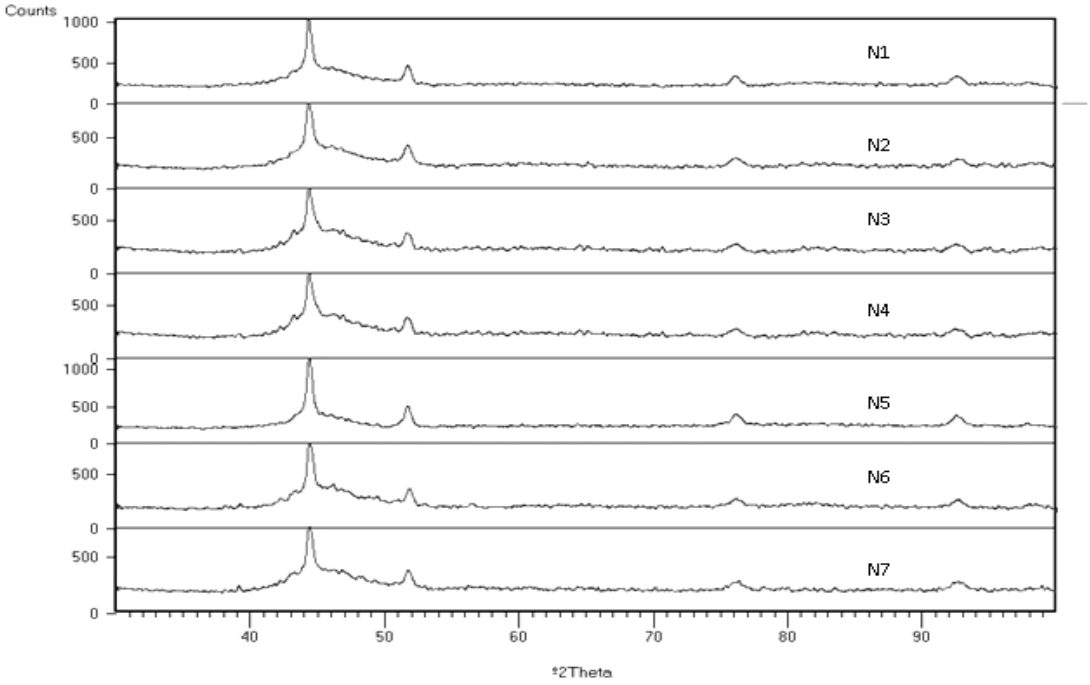


Figure 8: X-ray diffraction pattern for sample N1-N7 in as-coated conditions.

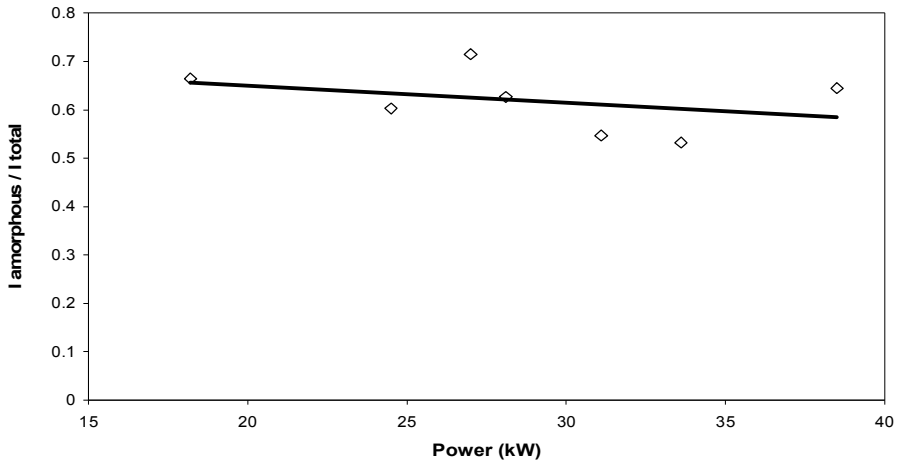


Figure 9: Relationship between ratio of amorphous state and power in as-coated conditions

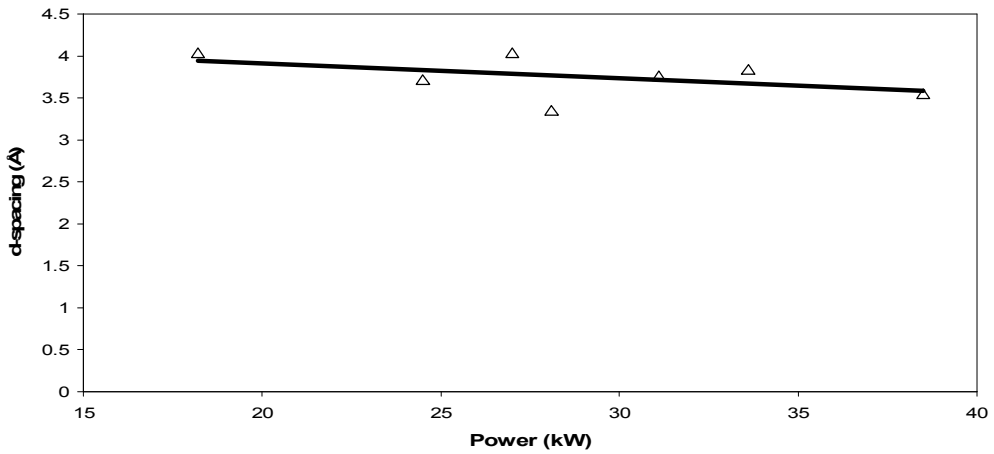


Figure 10: Relationship between d-spacing (Å) and power in as-coated conditions

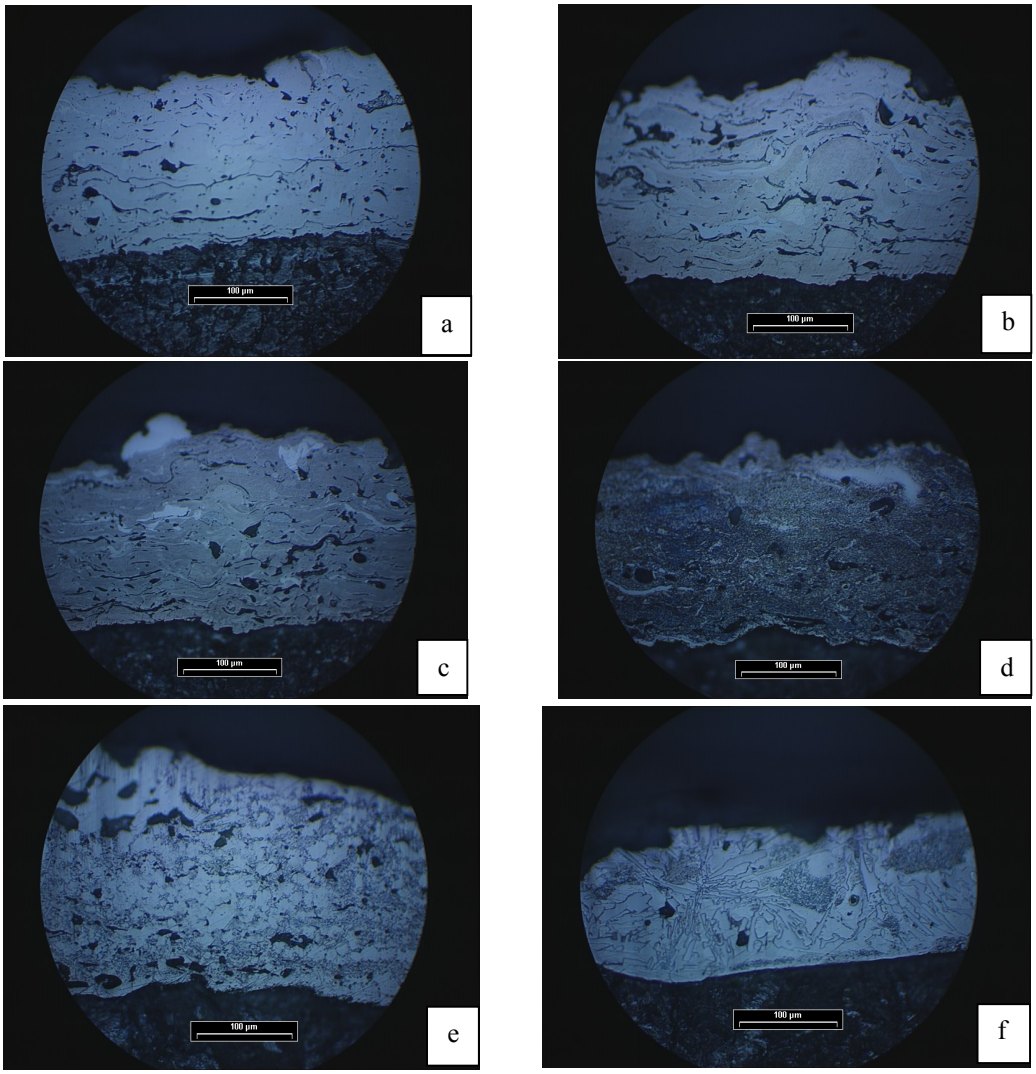


Figure 11: Microstructure of sample N7 after different heat treatments at magnification of x 50.
(a) room temperature; (b) 565°C; (c) 700°C; (d) 965°C; (e) 1035°C; (f) 1200°C

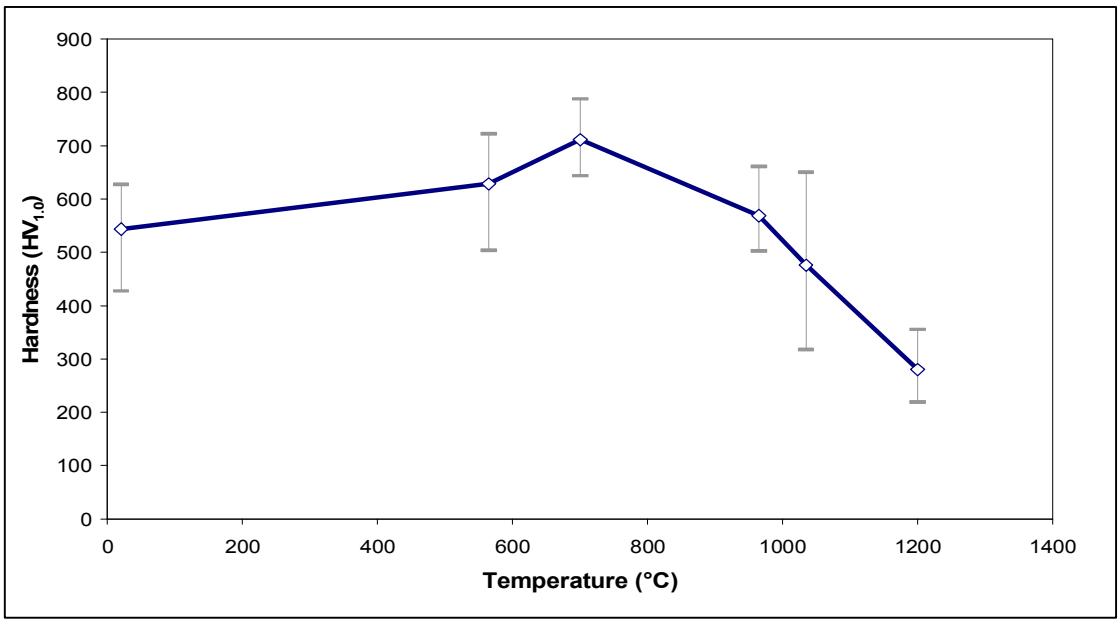


Figure 12: Microhardness of sample N7 after different heat

One high peak and broad peak with 3 small peaks was observed for all samples N1-N7 after x-ray analysis. The broad-peak and small-peaks deflection indicates the coexistence of the amorphous and crystalline nickel phase in the coating. There are no relationship observed on the ratio of the amorphous and the width of the peaks of the amorphous state with the increase in power (kW).

REFERENCES:

[1] W.L.T. Chen, E. Pfender, R.Spores. 'Power Metal Technologies and Application', ASM International, Materials Park, 1990, pp. 1065-1082
[2] P.Kulu, S. Zimakov, Surf Coat tech 130 (2000) 46.
[3] H. Skulev, S. Malinov, W. Sha, P.A.M. Basheer. Microstructural and Mechanical Properties of Nickel-base Plasma Sprayed Coatings on Steel and Cast Iron Substrates, Surface & Coatings Technology, Vol. 197, n. 2-3, (2005), pp. 177-184.
[4] Keong, KG; Sha, W; Malinov, S. 'Crystallisation kinetics and phase transformation behaviour of electroless nickel-phosphorus deposit with 6-9wt% phosphorus content' Acta Metallurgica Sinica (English Letters) (China), vol. 14, no. 6, pp. 419-424, Dec. 2001.
[5] H. Skulev, S. Malinov, P. A. M. Basheer, W. Sha. Modifications of Phases, Microstructure and Hardness of Ni-based Alloy Plasma Coatings due to Thermal Treatment, Surface & Coatings Technology, Vol. 185, n. 1, (2004), pp. 18-29.
[6] Nikov N. Gencheva V. An Analytic model for gas atmosphere composition round the arc in underwater welding, Inter ocean technology 1990, Poland – Szczecin, pp. 249-254.
[7] J.R. Davis (ed.). Surface Hardening of Steels: Understanding the Basics, ASM International, Materials Park, OH, 2002.
[8] Nikov N. Gencheva V. Simulation of gas of shelded zone in semi-automatic underwater welding, Inter ocean technology 1990, Poland – Szczecin, , pp. 271-280.
[9] Ников Н. Влияние на електрода върху структурата на защитната струя, НК – 25 годишнина на ВМЕИ-Габрово, 1989, с. 125-127

For Contacts:
Dr. H. Skulev
Technical University of Varna
Direct line: +359 052 383 627
General Fax: +359 5113 2005
e-mail: skulev@ yahoo.com

Рецензент:
доц. д-р инж. Пламен Дичев Дичев от ТУ-Варна

ЕКОЛОГИЧЕН МОНИТОРИНГ НА ПРИТОК ОТ ОВРАЖНО-РЕЧНАТА МРЕЖА НА ГР. ВАРНА

ENVIRONMENTAL MONITORING OF AFFLUENT OF VARNA TOWN DRAIN- RIVER NETWORK

Анна Симеонова

Резюме: Представени са резултати от екологичен мониторинг на дере, преминаващо през територията на ТУ-Варна, приток на Шокърски охранителен канал за период от десет години - от 2000 до 2010 г. Изследвани са органолептичните и физикохимичните показатели и натоварването на дерето с органични вещества. Водите се характеризират с неприятен мирис, висока мътност и загниваемост, значително съдържание на неразтворени вещества, висока твърдост и биохимично разградими органични замърсители с високи концентрации. Резултатите от мониторинга показват, че дерето замърсява допълнително овражно- речната мрежа на гр.Варна и черноморското крайбрежие.
Ключови думи: дере, замърсяване, органолептични показатели, отпадъчни води, физикохимични показатели

Abstract: In the present work are shown the results from the environmental monitoring of a drain- affluent of Shokarski canal, passing through the territory of TU-Varna for a period of ten years from 2000- 2010 y. The pollution is determined by investigations of the organoleptic, physico- chemical characteristics and the organic load of the drain. The drain waters are characterized with unpleasant smell, high turbidity and decaying, considerable quantities of insoluble substances, high hardness and biochemicaly degradable pollutants with high concentrations. The results from the monitoring show that the investigated drain causes additional pollution to Varna drain- river network and the Black sea coast.
Keywords: drain, organoleptic characteristics, physico-chemical characteristics, pollution, sewage waters

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Повърхностните води на територията на Община Варна включват: Черно море на изток, Варненско езеро и речно-овражната мрежа. Последната е представена от малки реки (дерета), които спадат към Черноморската водосборна област, подобласт с директен отток в Черно море или в езерото. Във Варненското езеро се вливат водите от северния бряг- Игнатиевско дере, Дере при с. Тополи, Дере Налбанка, Владиславско дере (Елпромско), Максуденско дере, коригирано и облицовано в чертите на брега; откъм южния бряг- Звездишко дере, Дере, западно от л-ще "Чайка", Дере по ул. “Перекоп”, кв. Аспарухово. Деретата, вливащи се директно в Черно море, са: Винишко дере, Евксиноградско дере, Шокърски канал, Дере по ул. “Моряшка” в кв. Аспарухово, Галатенско дере, Манастирско дере, Сакъма дере, Паша дере [1].

Деретата имат важна охранително мелиоративна функция, свързана със събиране и отвеждане на повърхностните води. В най - северната и южна част на общината, те са добре структурирани и със запазени характеристики. В много участъци на селищните образувания, граничещи с гр.Варна, деретата са значително стеснени, на места унищожени и не могат да провеждат значителни обеми води при обилни валежи [2]. Деретата имат и други две важни функции: създават живата зелена връзка на градските територии с крайградските зелени и земеделски зони; подобряват микроклиматичните характеристики на града през летните месеци, като провеждат свеж и прохладен въздух от крайградските вегетативни зони.

Регламентирани отоци от отпадъчни води в деретата няма, но наблюдаваните дебити превишават значително естествено възможните [2], което е вероятен резултат

от заустване на допълнителни количества от отпадъчни води в тях. Освен това отпадъчни води се вливат в облицованите дерета - Шокърски канал и Максуденско дере.

Потенциални източници на замърсяване на деретата са попивни ями и торища в селата в района и вилните зони, асфалтови продукти при високи води, земеделски площи във водосборните области.

Преки данни за екологичните и санитарно- хигиенните характеристики за деретата няма, което възпрепятства определянето на тяхното влияние върху статуса на Варненското езеро и Черноморското крайбрежие.

В настоящата разработка са разгледани екологичните характеристики на един от притоците (дере) от овражно-речната мрежа на гр.Варна въз основа на десетгодишен мониторинг. Основната цел на изследването е да се установи степента на замърсеност на изследвания обект и евентуалните източници на замърсяване.

II. МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Обект на изследването е дере, преминаващо през територията на ТУ-Варна, приток на Шокърски канал, един от най-големите охранителни канали на територията на гр.Варна. Изследванията са проведени в участък от дерето, пресечка на ул. ”Васил Петлешков” и ул. “Студентска” в мониторингов пункт, наречен „Студентска 1”, за период от десет години от 2000 до 2010 г. За да се установи степента на замърсяване на водите на дерето са изследвани органолептичните показатели- цвят, мирис и прозрачност; физикохимичните показатели- pH, общ сух остатък (ОСО), разтворени и неразтворени вещества, минерални и органични вещества, обща твърдост, съдържание на хлориди и разтворен кислород; показателите за органични замърсяващи вещества- перманганатна окисляемост (ПО) и биохимична потребност от кислород ($БПК_5$). Определен е и показателят -относителна стабилност, който дава информация за степента на загниваемост на изследваната вода.

Цветът на водата е установен качествено и количествено в цветни градуси по Рубльовска скала в съответствие с БДС 17.1.4.01-77 [3]. Мирисът е определен като: характер на мириса, интензивност на мириса в балове и прагова интензивност на мириса [3]. Прозрачността на водата е измерена по метод на шрифта или т.н. шрифт на Снелен в cm воден стълб по БДС 8451-77 [4]. ОСО, разтворените и неразтворени, минералните и органични вещества са определени тегловно в съответствие с БДС 17.1.4.04-80 [5]. Показателят обща твърдост е определен комплексонометрично [6]; съдържанието на хлориди по метод на Мор [7], концентрацията на разтворен кислород по метод на Винклер [8], перманганатната окисляемост по метод на Кубел [9] и $БПК_5$ по метод с разреждане на пробата [10]. Относителната стабилност на водата е установена чрез редокс- индикатор – метиленово синьо.

Всички посочени изследвания са проведени в лабораторията по „Контрол на качеството на водите” в катедра „Екология и опазване на околната среда” (ЕООС) при ТУ-Варна. За експерименталната работа са използвани химически чисти реагенти клас-ч.з.а.

Всички резултати, спрямо които са направени съответните анализи и изводи, са усреднените стойности на показателите измерени през целия период на мониторинга. Получените резултати са сравнени с нормите, посочени в Наредба 7- за показатели и норми за определяне качествата на течащите повърхностни води [11].

III. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Изследванията на органолептичните показатели за целия десетгодишен период на мониторинга са систематизирани и посочени в табл. 1. Цветът на изследваната вода е определен като жълтеникав, което обикновено се дължи на замърсители от минерален произход като пясък и глини.

Количественото определяне на цвета показва изменение в диапазон от 10 до 35˚ по Рубльов. Наднормени са стойностите, отчетени през 2000, 2005, 2007 и 2009г. (норма - 20˚) когато цветността достига 35˚ по Рубльов. Характерно за мириса на водата е високата му интензивност, която достига максимални стойности 5 бала през по- голямата част от периода на изследване и е значително над нормите за III категория воден обект (норма за III категория- 3 бала). Преобладаващите стойности на праговата интензивност на мириса- P=8 и P=10, при максимален праг P=10, също доказват високата осезаемост на мириса. Установеният характер на мириса е блатен и гнилостен, което подсказва, че във водите на дерето се заустват битови отпадъчни води и по-специално фекални. Изследваните органолептични показатели показват, че цветът на водата се дължи главно на минерални вещества, докато мирисът е основно от органични замърсители от битов произход.

Табл. 1. Органолептични показатели на води от мониторингов пункт „Студентска 1” за периода 2000-2010 г.

Година	Цвят		Мирис			Прозрачност, cm. воден стълб
	Качествено определяне	Количествено определяне, цветни градуси по Рубльов	Характер на мириса	Интензивност, балове	Прагова интензивност P	
2000	жълтеникав	35˚	гнилостен	3 бала	4	9,6
2001	жълтеникав	15˚	гнилостен	4 бала	8	15
2002	жълтеникав	10˚	блатен	5 бала	10	18
2003	жълтеникав	15˚	гнилостен, сероводороден	5 бала	10	11
2004	жълтеникав	20˚	блатен	5 бала	10	15
2005	жълтеникав	30˚	гнилостен	5 бала	8	5
2006	жълтеникав	20˚	блатен, гнилостен	5 бала	8	8
2007	жълтеникав	30˚	гнилостен	5 бала	10	6
2008	жълтеникав	10˚	блатен, гнилостен	2 бала	1,5	25
2009	жълтеникав	35˚	блатен, гнилостен	4 бала	8	9
2010	жълтеникав	15˚	блатен, гнилостен	4 бала	8	14

Прозрачността на водата зависи от съотношението на неразтворените към разтворените вещества . За определянето й е използван шрифт на Снелен, който се прилага за определяне на прозрачност на питейни води. За повърхностни води, които не се използват за питейни нужди няма регламентирана норма за прозрачност, но чрез метода на шрифта може да се получи сравнително точна представа за състоянието на водата от дерето по отношение на неразтворените и разтворени замърсители. Данните показват много малка прозрачност на водата през повечето от изследваните години – 5 cm воден стълб през 2005 г., 8 cm през 2006г., 6 cm през 2007г., което е доказателство за значителни количества неразтворени вещества. Най- добри органолептични показатели са установени през 2008г.,

когато прозрачността на водата е най-голяма- 25 cm, интензивността на мириса е най- малка - 2 бала и оцветеността е най-слаба-10°. Като цяло водите от дерето, в изследвания мониторингов пункт, се характеризират с лоши органолептични показатели, които се дължат основно на органично замърсяване от битов характер. Това се потвърждава и от анализите на показателя относителна стабилност на водата, който за целия период на мониторинга е 21%. Това показва, че водата има много голяма склонност към загниване и периодът, след който настъпват гнилостните процеси е само едно денонощие. С това също може да се обясни високата интензивност на мириса и гнилостния му характер.

Количеството на неразтворените и разтворени вещества, както и произхода на замърсителите е определен за периода 2005- 2010 година (табл.2.), чрез показателя ОСО (табл.3).

Табл. 2. Минерални, органични, разтворени и неразтворени вещества във води от мониторингов пункт „Студентска 1" за периода 2000-2005 г.

Година	Минерални вещества, mg/dm^3	Органични вещества, mg/dm^3	Разтворени вещества, mg/dm^3	Неразтворени вещества, mg/dm^3
2005	500	180	520	160
2006	557	128	642	43
2007	521	129	575	75
2008	343	97	372	68
2009	506	99	501	104
2010	820	77	668	229

Анализите и резултатите показват, че замърсителите от минерален произход преобладават значително над тези с органичен произход, като най- високи концентрации са измерени през 2010г (820 mg/dm^3) и най- ниски през 2008 г. (343 mg/dm^3). Едни от най- ниските през 2008г. са и концентрациите на органичните вещества (97 mg/dm^3), с което могат да се обосноват и най- добрите органолептични показатели на водата през тази година. Количеството на разтворените вещества е многократно по-голямо от количеството на неразтворените, но е значително под нормите за I, II и III категория воден обект. По показателя неразтворени вещества дерето отговаря на III категория воден обект, т.е. водите могат да се използват само за напояване.

Изследваната вода е с неутрална реакция (pH) през целия период на мониторинга (табл.3.). Неутралният характер е доказателство, че в района на изследването няма зауствания на кисели или алкални води.

Твърдостта на водата варира в граници от 4,2 до 8,9 $mgeq/dm^3$, като преобладават стойности, отговарящи на висока твърдост на водата. Това може да ги охарактеризира като карбонатно-калциево- магнезиеви. Съдържанието на хлориди варира в широк диапазон от 25 до 156 mg/dm^3, но е под допустимите норми за I, II и III категория воден обект. Най-ниски стойности както за твърдост, така и за хлориди и ОСО се наблюдават отново през 2008г.

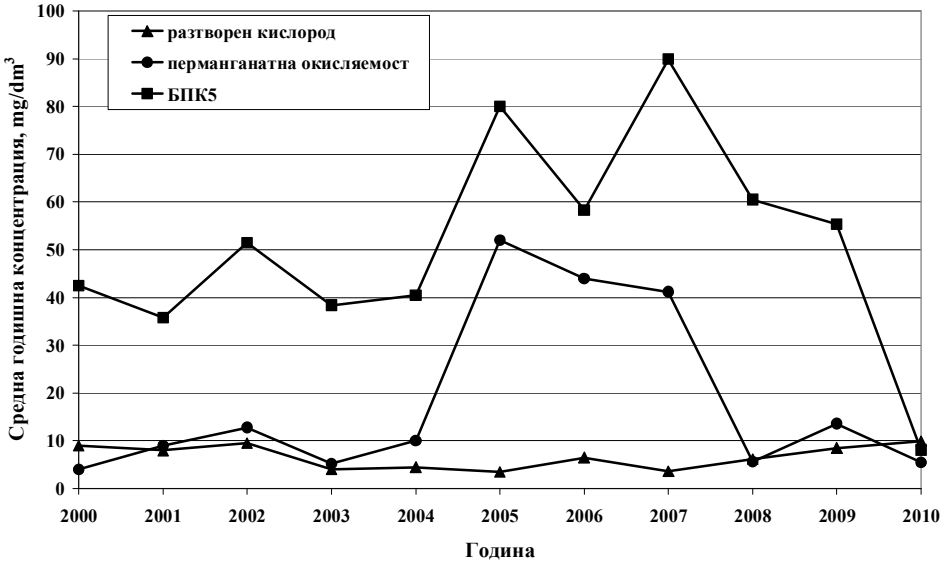
Проследени са тенденциите в изменението на показателите разтворен кислород, ПО и $БПК_5$ и са посочени на фиг. 1. Изследваният участък се характеризира с много високи концентрации на разтворен кислород, в повечето случаи над 6 mg/dm^3, каквато е нормата за I категория воден обект. В случая това се дължи на добрата естествена аерация, която се благоприятства от естествения наклон на дерето и сравнително високата скорост на течението. Стойностите на показателя ПО са сравнително ниски през по- голямата част от периода на изследване:

5,48 mg/dm^3 през 2010; 5,68 mg/dm^3 през 2008; 5,2 mg/dm^3 през 2003; 9 mg/dm^3 през 2001 и 4,0 mg/dm^3 през 2000г. и отговарят на изискванията за I категория воден обект.

Табл. 3. Общофизични и неорганични химични показатели във води от мониторингов пункт „Студентска 1” за периода 2000-2010 г.

Година	pH	ОСО, mg/dm^3	Обща твърдост, mgeq/dm^3	Хлорни йони, mg/dm^3
2000	6,7	540	5,6	80
2001	7,0	550	6,0	120
2002	7,2	566	6,5	95
2003	6,9	586	7,0	156
2004	6,9	620	7,6	100
2005	6,6	680	8,9	114
2006	6,9	685	7,5	115
2007	6,9	650	4,6	42
2008	7,2	439,5	4,2	27
2009	6,9	605	5,4	132
2010	6,9	896,9	7,4	40

Ниските концентрации на ПО показват, че за водите на дерето не са характерни специфични органични замърсители. В три последователни години (2005, 2006 и 2007 г.) се наблюдава пик в стойностите на ПО, което може да се дължи на включване на нерегламентирани заустявания на отпадъчни води със специфични органични замърсявания. Многократно по-високи са стойностите на показателя БПК$_5$ спрямо ПО, което показва, че водите на изследвания участък се характеризират с биохимично разградими органични замърсители. Това потвърждава битовия характер на замърсяването на водите на дерето. Стойностите на БПК$_5$ превишават значително допустимите норми за III категория воден обект.



Фиг. 1. Динамика в изменението на разтворен кислород, ПО и БПК$_5$ за периода 2000-2010г.

IV. ИЗВОДИ

От горепосочения анализ могат да се направят следните изводи за състоянието на водите от дерето на територията на ТУ-Варна:

- водите са мътни, с неприятен мирис и висока загниваемост;

- съдържанието на неразтворените вещества е значително над нормата за I и II категория воден обект;

- водите се характеризират с висока твърдост;

- преобладават биохимично разградими органични замърсители с високи концентрации;

- емитираните вещества са от битово-фекални отпадъчни води.

Стойностите на изследваните показатели, в повечето случаи, отговарят на III категория воден обект (води, които могат да се използват само за напояване). Това означава, че водите на дерето натоварват допълнително с нежелани замърсители овражно- речната мрежа на гр. Варна и черноморското крайбрежие

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Общински план за развитие на община Варна - 2007-2013г.

[2]. С. Герасимов, Р. Желев, Хидроложки проучвания за определяне на оразмерителните водни количества на деретата и охранителните канали в гр. Варна, 1998 г.

[3]. БДС 17.1.4.01-77. Опазване на природата. Хидросфера. Показатели за качествата на водите. Метод за определяне съдържанието на мирис, цвят и температура.

[4]. БДС 8451-77. Вода за пиене. Определяне на цвета, вкуса, мириса, температурта и прозрачността.

[5]. БДС 17.1.4.04-80. Опазване на природата. Хидросфера. Показатели за качествата на водите. Метод за определяне съдържанието на общ сух остатък, неразтворени и разтворени вещества.

[6] БДС 3775-87. Вода за пиене. Метод за определяне на обща твърдост.

[7] БДС 17.1.4.24-80. Опазване на природата. Хидросфера. Показатели за качествата на водите. Метод за определяне съдържанието на хлориди.

[8] БДС 17.1.4.08-78. Опазване на природата. Хидросфера. Показатели за качествата на водите. Метод за определяне съдържанието на разтворен кислород.

[9]. БДС 17.1.4.16-79. Опазване на природата. Хидросфера. Показатели за качествата на водите. Метод за определяне на перманганатна окисляемост.

[10]. БДС EN 1899-1. Качество на водата. Определяне на биохимична потребност от кислород след **n** денонощия /БПК n/. Част1: Метод чрез разреждане и "добавка" с прибавяне на амилтиокарбамид ,.2004г.

[11]. Наредба № 7 от 8 август 1986г. за показатели и норми за определяне качеството на течащите повърхностни води- Обн. ДВ. бр.96 , 1986г

За контакти:
д-р Анна Симеонова, главен асистент в катедра "Екология и опазване на околната среда" при ФМНЕ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1,
e-mail: annsim@abv.bg

Рецензент: доц., д-р Р. Чутуркова, кат. „ЕООС" при ФМНЕ на ТУ-Варна
e-mail: chuturkova@hotmail.com

ЕКОЛОГИЧНИ АСПЕКТИ, СВЪРЗАНИ С УСТОЙЧИВОТО ИЗПОЛЗВАНЕ НА ЧЕРНО МОРЕ В КОНТЕКСТА НА ЕВРОПЕЙСКАТА ПОЛИТИКА ЗА ОПАЗВАНЕ НА ВОДНИТЕ РЕСУРСИ

ECOLOGICAL ASPECTS RELATED TO THE BLACK SEA SUSTAINABLE UTILIZATION IN THE CONTEXT OF THE EUROPEAN WATER COSERVATION POLICY

Анна Симеонова

Резюме: В настоящата разработка е разгледан екологичният статус на Черно море, който е повлиян както от неговите физико- химични и биологични особенности, така и от антропогенното натоварване. Разгледани са основните източници на замърсяване, които нарушават екологичния баланс и естественото биоразнообразие. Направен е обзор на европейското и българско законодателство, свързано с опазването на Черно море.
Ключови думи: антропогенно натоварване, българско законодателство, европейско законодателство, екологичен статус, замърсяване, Черно море

Abstract: The subject of the present work reveals the ecological status of the Black sea influenced by its physical- chemical and biological characteristics and by the high anthropogenic impact. The main sources of marine pollution which are the reason for the disturbance of the ecological balance and the natural biodiversity are discussed. Overview of the European and Bulgarian legislation regarding the Black sea conservation is presented.
Keywords: anthropogenic impact, Black sea, Bulgarian legislation, ecological status, European legislation , marine pollution

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Черно море представлява голям воден басейн с площ 420 хил. кв. км., почти изолиран от Световния океан. В него постъпват води и отпадъци от територията на 18 държави, от Германия до Грузия, а площта на водосборния му басейн е около 2 млн.кв. км. В морето се вливат втората, третата и четвъртата по големина европейски реки- Дунав, Днепър и Дон [1].

Черноморският басейн се характеризира с висока степен на антропогенно натоварване. В съчетание с генезисната му обремененост от развитие на сероводородна зона, заемаща приблизително 78% от обема му, липсата на големи течения, относително слабия обмен на водни маси със Световния океан и високия речен вток, определящи ниската му соленост (18‰), Черно море е определен като специфичен във физико-химично и биологично отношение обект и силно застрашен в екологично отношение [2, 3].

Замърсяването на морските води по българското крайбрежие (особено в периода след 1970 г.) с устойчиви органични вещества, нефтопродукти, повърхностно активни вещества и др. е причина за нарушаване на екологичното равновесие и подмяна на екосистемите. Въпреки че Черно море е с естествено ограничено биологично разнообразие, неговите ресурси са подложени на интензивна експлоатация, която вече е довела до значително намаляване на популациите на редица пелагични и бентосни видове с икономическо значение [4].

Особено тежък екологичен проблем в последните години представлява обогатяването на морските води с биогенни елементи (най- вече с азот и фосфор), което поражда негативни промени в структурата на фитопланктоновите съобщества,

нарастване на биомасата им и при определени условия "цъфтежи", при които са наблюдавани смяна на процентното съотношение на различните таксономични групи и замори [5, 6].

Всички екологични проблеми водят до влошаване качеството на морските води, намаляване на рибните и други живи ресурси, загуба на местообитания, деградация на ландшафта и общо намаляване на биологичното разнообразие. Всичко това оказва отрицателно влияние върху редица човешки дейности, здравето на човека и качеството на живот.

II. АНАЛИЗ

1. Източници на замърсяване на Черно море

Едни от най- значителните източници на замърсяване на Черно море са големите пристанища и вливащите се в морето реки.

Екологичните проблеми в районите около големите пристанища възникват още при започване на строителството им- ерозия на бреговата линия и увреждане на крайбрежните екосистеми, причинено от драгиране или запълване на влажните зони. По време на експлоатацията на пристанищата рутинното замърсяване от кораби (нефтени разливи и отпадъци, газообразни замърсители във въздуха, прах и сажди, опасни материали и др.), в много случаи е значително. Преносът на различни организми с баластните води, изхвърлянето на отпадъци, измиването на корабите и използването на отровни химикали и бои причиняват също сериозни и широкомащабни проблеми [7]. Големите разливи на нефт могат да имат опустошителен ефект върху морската среда. Те убиват рибите, бозайниците, птиците, увреждат растенията и намаляват хранителните запаси на оцелелите организми.

Почти всички български реки, които се вливат в Черно море, са богати на органични вещества, азотни и фосфорни съединения и тежки метали. Те са замърсени от индустриални и канализационни оттоци. Изследвания на околната среда по българското черноморие показват, че 33% от отпадъчните води се заустват директно в морето всяка година. Смята се, че около 70% от тях произхождат от индустриални източници, а 30% са битово-отпадъчни води. Само около 30% от общия обем на отпадъчните води са подложени на първична и вторична преработка преди заустването им в морето. Най-голям дял в замърсяването имат р. Дунав, Днестър и Днепър [8].

Реките и канализационните оттоци, които се вливат в морето, са главните източници на замърсяване с нутриенти, което влияе върху цъфтежа на водораслите и на състава на организмите, живеещи в крайбрежните води.

Макар през последното десетилетие да се наблюдава тенденция към намаляване на замърсяването от промишлени източници на крайбрежните морски зони, въвеждането на големи количества биогенни елементи и нефтени замърсители продължава. Естествената самопречиствателна способност на Черно море не може да се справи с генерираните в продължение на десетилетия и новопостъпващите замърсители. Това доближава самопречиствателната способност на Черно море до критичната му граница, която ако бъде премината, може да настъпят необратими промени, които да преобразят живота на целия регион и на хората, които живеят в него.

2. Опазване на Черно море в контекста на Европейската политика. Европейско законодателство.

Големия обхват от екологични проблеми на Черно море и справянето с тях е извън възможностите на България, или на която и да е друга черноморска страна. В тази връзка през последните 10 години са подписани 14 спогодби за опазване на Черно море.

Отчитайки сериозното влошаване на екологичното здраве на Черно море, шест черноморски държави- България, Грузия, Румъния, Русия, Турция и Украйна подписват в Букурещ през април 1992 г.

Конвенция за опазване на Черно море от замърсяване, която представлява правна и дипломатическа платформа за съвместни действия. Конвенцията, наричана още Букурещка конвенция, е ратифицирана от всичките шест черноморски държави и визира основно въпроси, свързани с опазване на крайбрежните и морските води. Дейностите по прилагане на Букурещката конвенция се управляват от Международната комисия за опазване на Черно море от замърсяване (Черноморска комисия), чийто Постоянен Секретариат е със седалище в Истанбул, Турция. Тази комисия включва висши служители от агенциите за околна среда от шестте държави, подписали конвенцията [2].

Към Букурещката конвенция са приети няколко пртокола:

Протокол за опазване на околната среда на Черно море от замърсяване от наземно-базирани източници, който визира в детайли изискванията към всяка държава- да извърши конкретни мерки за опазване, редуциране и контрол на замърсяването на Черно море, причинено от всички наземно базирани източници (реки, канали, дренажни води, предприятия, населени места и т.н.).

Протокол за опазване на околната среда на Черно море от замърсяване от изхвърляния, касаещ трансграничното движение на опасни вещества и материали от всякакви източници на замърсявания от: сушата, от морски съдове, от дейности върху континенталния шелф, от атмосферата, с опасни отпадъци при трансгранично движение и др.

Протокол за кооперирание в борбата със замърсяването на черноморската околна среда с нефт и други опасни вещества при инциденти, насочен към данни за нефтени разливи, класификация на мащабите на разливите, оценка на чувствителността на брега към опасности, решения при разливи и др.

През пролетта на 1993г. в Одеса, Украйна всички черноморски държави подписват така наречената ***Одеска декларация***, набелязваща общата политика на страните по Букурещката конвенция. Тази декларация поставя основите, върху които шестте черноморски държави заедно с международни донори извършват задълбочено оценяване на състоянието на черноморската среда- процес, довел до разработването на Стратегически план за действие за възстановяване и опазване на Черно море [2].

Стратегическият план за действие за възстановяване и опазване на Черно море е подписан в Истанбул през 1996год. между шестте страни в Черноморския регион и предвижда да се установи хармонизирана система за пристанищен контрол. В съответствие с плана е предвидено черноморските страни да предприемат необходимите стъпки, които да им дадат възможност да упражняват препоръчителна и наказателна власт в съответствие с международното право, за да постигнат намаляване на нелегалните изхвърляния от плавателни съдове в Черно море. От декември 1996 год. е наложена пълна забрана за изхвърляне на битови отпадъци в морето, бреговата ивица и областите около естуарите, като всяка страна е задължена да състави план за начина, по който ще се наложи забраната. Планът съдържа 59 конкретни задължения, свързани с мерки за намаляване на замърсяването, подобряване на управлението на живите ресурси, насърчаване на човешкото развитие по начин, който не компрометира околната среда и предприемане на стъпки за финансиране на екологични проекти.

Петнадесет години по- късно договарящите се страни по Конвенцията за опазване на Черно море от замърсяване ревизират основните документи от регулативната рамка за Черно море, включително нова стратегическа програма за действие за възстановяване и опазване на Черно море, след поредица от срещи, проведени в Брюксел (2001г), Истанбул (2002), Киев (2002г.) и София (2002).

На срещата в Киев в Украйна, министрите на външните работи на шестте крайбрежни държави ревизират и основния научно- практически документ

за бъдещи управленски дейности- *Трансграничният диагностичен анализ 2007*. В него са степенувани по значение заинтересуваните страни, определени са основните трансгранични проблеми: химическо замърсяване; промени в морските живи ресурси; промени в биологичното разнообразие, хабитати и чуждестранни видове; свръхнасищане с хранителни вещества или еутрофикация. Разработен е и технически документ, наречен *Стратегическа програма за действие за Черно море 2007*, който включва и отчитане на специфични биологически, химически и физически индикатори за Черно море [9].

На срещата в София е подписан *Протокол за опазване на биоразнообразието и ландшафта към Конвенцията за опазване на Черно море* от замърсяване от България, Румъния, Турция и Украйна. Целта на този протокол е да се поддържа в добро състояние екосистемата и ландшафта на Черно море, да се опазва и устойчиво управлява биологичното и ландшафтното разнообразия с цел обогатяване на биологичните ресурси. Черноморската комисия, посредством нейните органи (Консултативна група по опазване на биологичното разнообразие и Консултативна група по екологичните аспекти на рибовъдството и други морски живи ресурси), разработва план за действие за определяне на добре обосновано и реално регионално сътрудничество за опазване на видовете, хабитатите, екосистемите и ландшафта. Екосистемният подход към управлението на човешките дейности, интегрираното управление на крайбрежната зона, програмата и индикаторите за биологичен мониторинг, научните изследвания и повишаването на участието се считат за важни средства за постигане целите на протокола.

Първият всеобхватен правен инструмент на ЕС, насочен специално към опазване на морската среда е ***Рамковата директива за морска стратегия*** 2008/56/ЕС [10], която влиза в сила на 15 юли 2008г. Директивата установява рамка, в границите на която държавите- членки предприемат необходимите мерки, за да се постигне и поддържа добро състояние на околната среда в морската среда най-късно до 2020г., като за постигането на тази цел страните –членки трябва да спазят някои междинни срокове през следващите 12 години. Първите срокове за изпълнение на дейността по Директивата изтичат на 15 юли 2010, като включват определяне на компетентни органи за прилагане на Директивата за всеки морски регион, транспониране на Директивата в националното законодателство на всяка страна-членка, чрез създаване на съответни закони, подзаконови актове и административни разпоредби и др.

3. Българско законодателство за опазване на Черно море

От националното законодателство най-важни за управлението и устойчивото използване на териториалното море са:

Закон за морските пространства, вътрешните водни пътища и пристанища на РБ;

Национален авариен план за борба с нефтените разливи;

Закон за устройство на Черноморското крайбрежие;

Наредба No8 за качеството на крайбрежните морски води.

Законът за морските пространства, вътрешните водни пътища и пристанища на РБ (февруари 2000г.) цели да улесни корабоплаването, да предпази морската околна среда и да запази екологичния баланс [11]. С този закон се забранява изливането на всякакви видове твърди и течни отпадъци и на други вредни за здравето на хората и живите ресурси на морето вещества.

Основната цел на ***Националния авариен план за борба с нефтените разливи*** е да осигури координация на действията на националните, регионални и местни структури при ликвидиране на нефтени разливи и последствията от тях. Задачите на Плана са да се осигури навременно и ефективно противодействие при разлив или опасност от нефтен разлив

и описва основните процедури за реагиране при нефтени разливи [12].

Със ***Закона за устройство на Черноморското крайбрежие*** (януари 2008г.) [13] за първи път се въвежда самостоятелна законова уредба за чувствителните зони на границата между морето и брега. Основните цели на закона са: създаване на условия за опазване, устойчиво интегрирано развитие и устройство на Черноморското крайбрежие; опазване, съхраняване и разумно използване на природните ресурси; предотвратяване и намаляване на замърсяването на крайбрежието; защита на морския бряг от ерозия, абразия и свлачищни процеси; възстановяване и опазване на естествения ландшафт и историческото наследство.

Наредба No8 За качеството на крайбрежните морски води от 2001г. [14] определя показателите и нормите, на които трябва да отговарят качествата на крайбрежните морски води, в които влизат районите за съществуващо и перспективно ползване на водите при курортни обекти, спортни бази, обекти за лечение и профилактика, райони за развитие и възпроизводство на аквакултури, райони с уникални екосистеми и поясите на санитарна охрана. С наредбата се цели осигуряване на необходимите условия за устойчиво функциониране на екосистемите в крайбрежните морски води и опазване на водите от физико-химично, микробиологично, биологично и радиологично замърсяване в резултат на заустване на отпадъчни води в морето.

4. Устойчиво използване на Черно море

Процесът на постигане на устойчиво използване на Черно море може да се осъществи в няколко основни направления:

- предотвратяване на по-нататъшното влошаване на състоянието на Черно море, което може да се постигне чрез намаляване на замърсяването от източници, базирани на сушата (реки, точкови източници, плавателни съдове), предотвратяване на аварии, мониторинг на замърсителите;

- постигане на биологично разнообразие, което да поддържа поминъка на населението в крайбрежните райони. Това може да се постигне чрез управление на живите ресурси, опазване на биологочното разнообразие и опазване на естествената среда и ландшафт;

- устойчиво развитие на обществото, чрез мениджмънт на крайбрежните зони, развитие на туризма (определящ за икономическото развитие на Черно море) и участие на всички сектори на обществото във вземането на екологични решения.

III. ИЗВОДИ

След критичния период от началото на 90- те години на миналия век се констатират някои признаци на подобрение и възстановяване на статуса на Черно море. Въпреки това учени в областта предупреждават, че екосистемата на Черно море си остава силно уязвима на въздействия като замърсяване, свръхулов на риба, дънно тралене и неустойчиво развитие на крайбрежието [15, 16]. Като член на Европейския съюз България все по- ясно осъзнава своите отговорности и голямото предизвикателство към устойчиво развитие на Черно море, което включва опазването му и рационалното използване на морските ресурси. След няколко години на подготовка и проучване на Европейското законодателство, в страната започна и продължава процес на хармонизация на законите, наредбите и административните мерки с тези на Европейския съюз. Повечето от законовите актове в обастта на водите са напълно нови. България е подписала и ратифицирала редица конвенции, свързани с опазването на морето и морските екосистеми.

Въпреки усилията на стараната ни в процеса на устойчивото развитие, те могат да се окажат неефективни ако не се изгради ефективна система за контрол на замърсяването, както и унифицирана информационна и комуникационна

система. Това от своя страна изисква добре подготвени, висококвалифицирани кадри, добре запознати с екологичните проблеми и методите за тяхното решаване, които да участват както в управлението на институциите по околна среда, така и в управлението на едни от най- сериозните източници на замърсяване на морската среда- корабоплаването, кораборемонта и пристанищата.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. www.oneblacksea.org
[2]. www.blacksea-commission.org
[3]. www.bseanetwork.org
[4]. Консулова Ц. Състояние на морските екосистеми пред Българското черноморско крайбрежие. Фламандско- Български проект „Екологичен мениджмънт на пристанищни райони", 141-153, 2004.
[5]. Shtereva G., S. Moneva, V. Doncheva, O. Christowa, I. Shterev. Changes in chemical parameters in the Bulgarian Black Sea coastal area as an indicator of the ecological state of the environment. Wat. Sci. Techn., 38, 8, 37-45, 1999.
[6]. Shtereva G., A. Krastev, O. Hristova. Seasonal changes of nutrients and oxygen in the Bulgarian Black sea coastal area. Environmental Protection Technologies for coastal areas, Varna, Bulgaria, 348-356, 2001.
[7]. Стоянов С., Н. Козарев, Н. Илиева. Замърсяване на водите и мениджмънт на отпадъците в пристанищни райони. Фламандско-Български проект „Екологичен мениджмънт на пристанищни райони", 193-211, 2004.
[8]. Интегрирано управление на водите в България – състояние и национални приоритети. Фондация "Тайм-Екопроекти", 2003.
[9]. www.bsnn.org
[10]. Directive 2008/56/EC of the European Parliament and Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive), 2008.
[11]. Закон за морските пространства, вътрешните водни пътища и пристанища на РБ, ДВ бр. 12 от 11.02.2000 г., последно изменение ДВ. бр. 109 от 20.12.2007 г., в сила от 1.01.2008 г.
[12]. Спасяване на Черно море. Официален бюлетин на Комисията за опазване на Черно море от замърсяване и Проект "Възстановяване на екосистемата на Черно море" на Глобалната агенция за опазване на околната среда (ГЕФ), 2005.
[13]. Закон за устройство на Черноморското крайбрежие, ДВ. бр.48 от 15 Юни 2007г, изм. ДВ. бр.92 от 20 Ноември 2009г.
[14]. Наредба No8 за качеството на крайбрежните морски води, ДВ бр. 10/2001.
[15]. Todorova V., Ts. Konsulova. Long term changes and recent state of microzoobenthic communities along the Bulgarian Black Sea coast. Mediterranean Marine Science, 1, 1, 123-131, 2000.
[16]. Zaitsev P., V. Mamaev. Biological diversity in the Black sea. UN Publications, 1997

За контакти:
д-р Анна Симеонова, главен асистент в катедра "Екология и опазване на околната среда" при ФМНЕ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1,
e-mail: annsim@abv.bg

Рецензент: доц. д-р Розалина Чутуркова, кат. „ЕООС" при ФМНЕ на ТУ-Варна
e-mail: chuturkova@hotmail.com

ДИНАМИКА И АКУМУЛАЦИЯ НА КАДМИЙ В ГОРСКИ ЕКОСИСТЕМИ В ПРИРОДЕН ПАРК "ЗЛАТНИ ПЯСЪЦИ"

DYNAMICS AND ACCUMULATION OF CADMIUM IN FOREST ECOSYSTEMS IN GOLDEN SANDS NATURE PARK

Живка Бекярова, Деян Динков, Яна Спасова

Резюме: В статията са представени резултати от проведени анализи на съдържанието на кадмий (mg/kg) в почвени профили, мъртва горска постелка, трева под склон и на открито, иглолистни и широколистни дървесни видове, растящи в природен парк „Златни Пясъци". Анализът на пробите за определяне на кадмий е извършен с атомен-абсорбционен спектрофотометър. Получените резултати са сравнени с нормативно определените максимално допустими концентрации и са направени изводи за състоянието на изследвания район в рамките на проведеното проучване.
Ключови думи: замърсяване, кадмий, парк „Златни Пясъци", почви, растения

Abstract: In the paper results from analyses of the content of cadmium (mg/kg) in soil profiles, litter, grass, coniferous and deciduous tree species growing in the Golden Sands Nature Park are presented. Analyses of the samples for the determination of cadmium were done using the method of atomic absorption spectrophotometry. In the frame of this work, the results obtained are compared with the maximum permitted content given in the respective legislation and conclusions on the status of the region studied are drown.
Keywords: cadmium, Golden Sands Park, plants, pollution, soils

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Един от най-силно токсичните тежки метали е кадмият. Съществуват много проучвания върху културни видове (пшеница, царевица, слънчоглед и др.) и е установено, че кадмият е на второ място по фитотоксичност след живака. Този елемент не е необходим за жизнените функции на живите организми. Поради неговата повишена през последните години техногенна миграция съдържанието му в почвата и въздуха е силно увеличена и растенията са принудени да го приемат [3, 5, 6].

Предприятията на цветната металургия, ТЕЦ, автомобилният транспорт, както и третирането с фосфатни торове, градски отпадъчни води, утайки от пречиствателните станции, използвани за торене, са основните източници на замърсяване с Cd. Замърсените с Cd почви могат да се мелеорират, като се използват сеитбообороти с дървесни видове. Ето защо целта на настоящата разработка е да се изследва миграцията и разпределението на кадмий в основните компоненти на различни типове горски екосистеми.

II. МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Описание на изследвания район

Изследваните обекти са разположени в природен парк "Златни пясъци" (1 320,7 ha), който се намира на 17 km северно от Варна, между скалния ръб на Франгенското плато и морския бряг. Общата дължина на парка е 9,2 km, а средната ширина – 1,2 km. Обликът на ПП "Златни пясъци" се определя от дървесните и храстовите формации, които заемат около 90 % от площта на парка. С най-голямо участие са смесените широколистни насаждения - обикновен габър, цера, багуна и др. Естествените насаждения са с типичен лонгозен характер. В резултат на извършените флористични проучвания на територията на ПП "Златни пясъци" са установени около 500 висши растения, като около 20 от тях се отнасят към категорията на редките, застрашените и защитените видове [1, 2].

Метод на изследване

През 2006 год. са взети проби от почви от природен парк "Златни пясъци", като с цел проследяване вертикалната миграция на кадмий, те са разделени и изследвани по хоризонти. Съгласно лесо-устройствения план на РБ за 2008 год. в парка е определен като основен почвен тип карбонатен чернозем.

От същия район е изследвана и мъртва горска постелка (МГП), която представлява своеобразен мост между въздуха, почвата и растителността, като е разделена по фракции на кора, клони, листа, иглолиста и плодове. Също така са взети и анализирани проби за съдържанието на кадмий в тревата под склон и на открито.

Допълнително са взети по пет успоредни проби от три фракции – дървесина, кора и листа от следните дървесни видове:

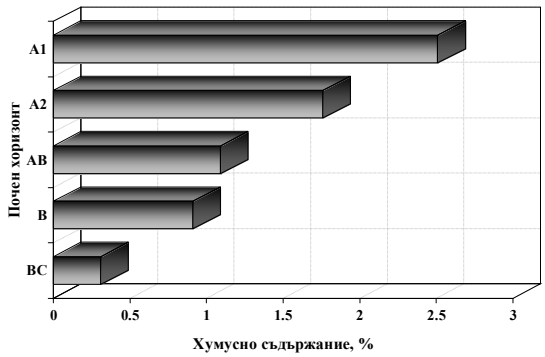
- *Pinus nigra, Arn.* – черен бор
- *Pinus sylvestris, L.* - бял бор
- *Tilia parvifolia, Ehrh.* – дребнолистна липа
- *Fraxinus excelsior, L.* – планински (обикновен) ясен
- *Quercus rubra, L.* – червен дъб
- *Acer pseudoplatanus, L.* – обикновен явор
- *Robinia pseudoacacia, L.* – бяла акация

Преди измерване почвените проби са изсушени при стайна температура и ситно смлени, а фракциите от отделните видове са изсушени при 105°C в продължение на 12 часа до постоянно тегло, след което са хомогенизирани в лабораторен хаван. Анализът на пробите за определяне на кадмий е извършен с атомен-абсорбционен спектрофотометър.

III. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

От анализите на почвените проби са установени pH на почвата, съдържанието на хумус (фиг. 1) и съдържанието на Cd, със стойности от 0,65 mg/kg за хоризонт BC и 1,05 mg/kg в повърхностния почвен слой A1 (фиг. 2).

От фиг. 1 се вижда, че съдържанието на хумус намалява по дълбочина на почвения профил, което е характерно за естествените почви. Изследваната почва по класификацията на Кноп попада в категорията „съдържащи хумус почви". Показателят pH на почвата, който е един от основните фактори, влияещи върху подвижността на тежките метали и тяхната миграционна способност, се движи от 6,5 за повърхностния слой до 7,2 за B-хоризонта. Известно е, че кадмият е елемент, който добре мигрира в кисела среда и е инертен в алкална. В изследвания обект pH на почвата е благоприятно за потискане на миграцията на Cd в дълбочина, като по този начин го запазва в ризосферата, което води до спонтанната му миграция в растенията.

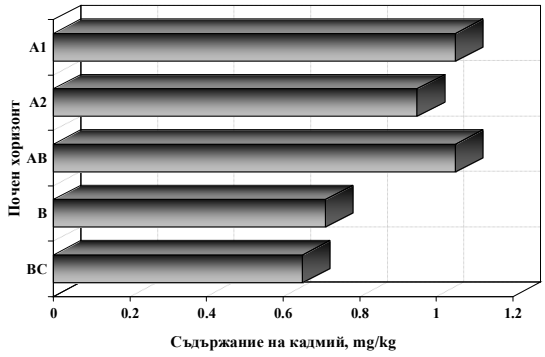


Фиг. 1. Хумусно съдържание (%) в изследвания почвен профил

Установено е, че кадмият е сравнително слабо подвижен и неговото съдържание в почвения профил е почти хомогенно (фиг. 2). Не са наблюдавани хумусно-акумулативни процеси. Прави впечатление значителното повишаване на съдържанието на този силно токсичен елемент по целия профил. Така в повърхностния пласт на почвата (хоризонт A1) откритото количество Cd е 1,05 mg/kg (фиг. 2).

За оценяване степента на замърсяване в изследвания район получените резултати са сравнени с нормативно дефинираните максимално допустими концентрации (МДК), които определят съдържанието на вредни вещества в почвите в mg/kg, превишаването на което при определени условия води до нарушаване на почвените функции и до опасност за околната среда и човешкото здраве [4]. Получените

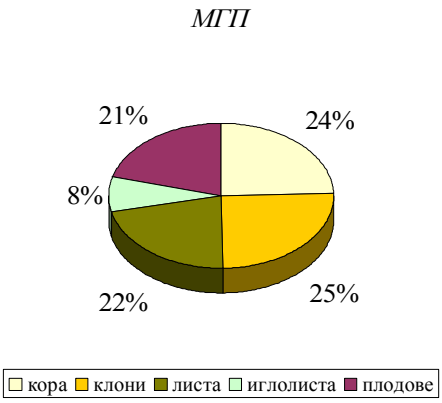
резултати за кадмий не превишават МДК, които за постоянни тревни площи са в диапазона 2,0 – 3,5 mg/kg в зависимост pH на почвата, а за населени места, паркове и спортни площадки - 8,0 mg/kg [4].



Фиг. 2. Съдържание на кадмий (mg/kg) в изследвания почвен профил

В нашата страна данните за съдържание на кадмий в почви от урбанизирани територии са много оскъдни. За средно съдържание на Cd в почви без допълнително промишлено замърсяване в силно индустриализираните страни се посочва 1,1 mg/kg [7, 8]. Може да се приеме, че намерените количества Cd в природен парк "Златни пясъци" са в рамките на нормалните за градски условия. В изследвания район количеството на Cd според нашите анализи не се подчинява на закономерност по дълбочина на почвения профил. На дълбочина около 70 cm съдържанието на Cd е голямо, след което слабо намалява, но остава твърде високо. Счита се, че при превишаване съдържанието на Cd в хоризонт A_1 към B с над 40 % акумулираното количество има антропогенен характер.

На фиг. 3 е представено съдържанието на кадмий в мъртва горска постелка (МГП) по фракции. Получените резултати от анализите, които са в диапазона от 0,603 до 1,97 mg/kg, съответно за фракцията иглолиста и фракцията клони, могат да се считат за убедително доказателство, че Cd постъпва в почвата преди всичко по аерозолен път. В сравнение с повърхностния слой на почвата намерените количества в МГП са значително по-високи. Така в хоризонт A1, съдържанието на Cd е 1,05 mg/kg, докато средната проба МГП съдържа 1,60 mg/kg.



Фиг. 3. Фракционно съдържание на кадмий в мъртва горска постелка (МГП)

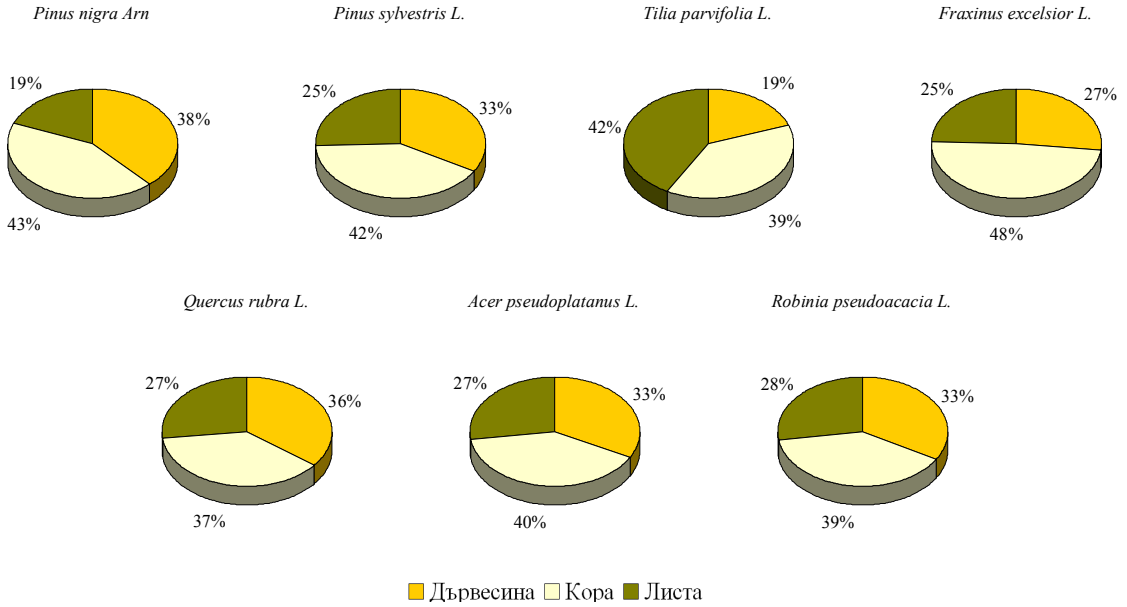
Замърсеността на атмосферния въздух и почвата с токсични вещества довежда до тяхното натрупване в растенията. Съдържанието на Cd в растителността е изследвано в приземния етаж и дървостоя. Интерес представляват изследванията за съдържанието на Cd в трева под склон и на открито в природен парк „Златни пясъци", съответно 1,37 и 2,05 mg/kg. Количеството на кадмий, намерено на открито, е около 1,5 пъти по-голямо спрямо това под склона. Съдържанието на минерални вещества в растенията варира в широки граници според спецификата на растенията, типа на почвите, в които се отглеждат, климатичните условия и др. и не са установени пределни концентрации, но по литературни данни незамърсената трева съдържа кадмий от 0,03 до 0,3 mg/kg [7, 8].

Постъпването на кадмий от почвата в растенията зависи от редица фактори, като първостепенно значение имат pH на почвата и съдържанието на хумус. Високото количество на органични вещества и неутралната реакция на почвения разтвор способстват за трайната фиксация на внесения кадмий и само големи количества от него могат да достигнат до толерантна доза за растенията. Литературните данни за съдържанието на този тежък метал в дървесните растения са много оскъдни. Според някои автори [7, 8] средното

количество Cd в дървесината е в границите от 0,1 до 2,4 mg/kg.

Количествата кадмий, установени от нашите измервания, са в горе посочените граници за всички изследвани видове. Иглолистните видове общо съдържат повече кадмий от колкото широколистните. Черният бор и червеният дъб изглежда акумулират в себе си по големи количества от този елемент.

Кадмият, постъпващ в растенията, се натрупва неравномерно в отделните им фракции. При иглолистните видове най-голямо количество е открито в кората, съответно 1,1 mg/kg за вида *Pinus nigra, Arn.* (черен бор) и 0,6 за вида *Pinus sylvestris, L.* (бял бор), тъй като кадмият постъпва преди всичко по аерозолен път (фиг. 4). От изследваните иглолистни видове, в черния бор са открити най-високи количества Cd във всички анализирани фракции (0,98 mg/kg в дървесината, 1,1 mg/kg в кората и 0,48 mg/kg в листата). При широколистните видове най-голямо количество кадмий е открито в кората на дърветата, вариращо от 0,49 mg/kg до 0,61 mg/kg. Единствено при липата се наблюдава натрупване в листата, което се смята за особеност на вида и е отбелязано и от други автори [8]. Установено е, че кадмият се натрупва преимуществено в кората на дървесните растения. Това твърдение е валидно както за иглолистните, така и за широколистните видове. Изключение от седемте изследвани вида прави единствено липата.



Фиг. 4. Фракционно съдържание на кадмий в дървесни видове в ПП "Златни пясъци"

IV. ИЗВОДИ

В изследваните горски екосистеми в природен парк „Златни пясъци" се наблюдава повишаване съдържанието на кадмий във всичките им компоненти. Установено е, че кадмият има антропогенен произход и аерозолен характер.

Получените резултати за кадмий в почвени проби в изследвания район не превишават нормативно определените максимално допустими концентрации.

Показателят pH на почвата е около неутралната реакция, което благоприятства блокирането на миграционната способност на кадмия.

В мъртвата горска постелка са измерени по-големи количества кадмий в сравнение с повърхностния слой на почвата, което също потвърждава аерозолния произход на замърсяването.

Изследваната трева съдържа значителни количества кадмий, доста по-високи в сравнение с незамърсена трева.

Иглолистните дървесни видове съдържат по-големи количества кадмий от

широколистните. Най-големи количества кадмий се съдържат в кората на дърветата, като изключение прави липата.

Вертикалното разпределение на кадмий в екосистемите е както следва: мъртва горска постелка, трева, почва, кора иглолистна, кора широколистна, иглолиста, листа. Това вертикално разпределение показва, че аерозолното замърсяване с кадмий има преди всичко приземен характер и се дължи най-вероятно на интензивния автомобилен транспорт.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Българска енциклопедия А-Я, БАН, София, 2002.
[2] Г. Георгиев, Националните и природните паркове и резервати в България, Гея Либ-Рис, София, 2004.
[3] Ж. Бекярова, Ст. Каменова, С. Табакова, Изследване на тежкометалното замърсяване на почви в урбанизирани територии XIV Научно-техническа конференция с международно участие "ЕкоВарна 2008, стр. 121-128, 2008.
[4] Наредба № 3 от 1 август 2008 г. за нормите за допустимо съдържание на вредни вещества в почвите, ДВ бр. 71, 12.08.2008.
[5] С. Стоянов, Тежки метали в околната среда и хранителните продукти. Токсично увреждане на човека, клинична картина, лечение и профилактика, Пенсофт, София, 1999.
[6] Ст. Каменова, Ж. Бекярова, Въздействие на автомобилизацията върху околната среда. Годишник ТУ-Варна 2007, стр. 198-203, 2007.
[7] D. Adriano, Trace elements in the terrestrial environment, New York, 1986.
[8] W. H. Smith, Air pollution and forests. Interactions between air contaminants and forest ecosystems, Springer Verlag, New York, 1981.

За контакти:
Живка Бекярова, доцент д-р в катедра "Екология и опазване на околната среда" при ФМНЕ на ТУ-Варна, ул. Студентска № 1, 309НУК
e-mail: jbekyarova@abv.bg

Рецензент:
доц. д-р Драгомир Пламенов – ТУ-Варна

СЪДЪРЖАНИЕ НА МАКРОЕЛЕМЕНТИ (N, P, K) В ЛИСТАТА НА ШИРОКОЛИСТНИ ДЪРВЕСНИ ВИДОВЕ В РАЙОНА НА ПРОМИШЛЕНА ЗОНА“ДЕВНЯ”

CONTENT OF MACROELEMENTS (N, P, K) IN THE LEAVES OF DECIDUOUS TREE SPECIES IN THE REGION OF THE DEVNYA INDUSTRIAL ZONE

Живка Бекярова, Деян Динков, Яна Спасова

Резюме: В статията са представени резултати от проведени анализи на съдържанието на макроелементите азот, фосфор и калий в листата на четири широколистни дървесни вида, събрани в района на промишлена зона Девня. Допълнително са изследвани контролни проби събрани на около 25 km от замърсения район. Получените резултати са представени в графично и са направени са изводи за разпределението на макроелементите в листата на изследваните дървесни видове и възможността да бъдат използвани за биоиндикатори.
Ключови думи: замърсяване, листа, макроелементи, промишлен район

Abstract: In the paper results from analyses of the content of the macroelements nitrogen, phosphorous and potassium in the leaves of four deciduous tree species collected in the region of the Devnya industrial zone are presented. In addition control samples collected at a distance of about 25 km from the polluted region were analysed. The results obtained are graphically presented. Conclusions on the distribution of the macroelements in the leaves of the tree species studied and on the possibility these species to be used as bioindicators are drown.
Keywords: industrial region, leaves, macroelements, pollution

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Хроничното действие на промишленото замърсяване върху дървесната растителност обхваща две фази на видимите увреждания. Латентната фаза е резултат от негативния ефект върху физиологичните и биохимичните процеси и води до понижаване на продуктивността. Установяването на точни диагностични показатели през латентната фаза на увреждане е особено важно за мониторинга на атмосферното замърсяване. Степента на увреждането и прогресивните изменения във физиологичното състояние на дървесната растителност не могат да бъдат обяснени без изучаване на индуцираните от действието на токсичните агенти промени в съотношението на минералните елементи. Състоянието на комплекса от макро- и микроелементи в тъканите упражнява директен ефект върху реакцията на дървесните растения към промишлените замърсители [7].

Специфичните за територията на страната почвено-климатични условия се намират в сложно взаимодействие с промишлените замърсители. Ето защо при естествени условия оценката за влиянието на токсичните вещества върху дървесните растения е твърде сложна и се определя от много фактори.

Целта на проучването е да се проследи промяната в съдържанието и натрупването на макроелементите в листата на някои широколистни дървесни видове от замърсени и от контролни терени през отделните месеци на вегетационния период. Данните от подобно изследване позволяват да се потърси връзка между измененията в тези химични показатели и установените в предишни изследвания промени на някои метаболитни продукти при съответните дървесни видове.

II. МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Описание на изследвания район

Преобладаващите почви в района на община Девня са карбонатните и типично черноземите. На отделни места в северозападна част на територията са разпространени излужените черноземи, които се характеризират с високо естествено плодородие. Значителна площ в северозападната част заемат и слабо продуктивните плитки почви, които са неподходящи за селскостопански култури. В централните части на територията са разпространени делувиално-ливадните почви със сравнително добро съдържание на хумус. В крайните североизточни и източни райони са разпространени сивите горски почви. Торфено-блатните почви са разпространени на част от територията на Промишлена зона-юг.

Районът, в който е разположена промишлена зона Девня, по своите климатични фактори (атмосферна циркулация, радиационни и физико-географски условия) принадлежи към Европейско-континенталната климатична област, климатична подобласт - умерено-континентална, Източен климатичен район на Дунавската хълмиста равнина.

В разглеждания район зимата е сравнително мека, пролетта е хладна, лятото горещо, а есента е продължителна и топла.

Един от климатичните елементи с най-силно влияние върху разпределението на вредните вещества от обекта в атмосферата е вятърът. Преобладават ветровете от север (С, СИ, СЗ) около 50%, последвани от югоизточни ветрове (15.1%). Ветровете са с около 3 до 5 m/s средногодишни скорости и са предпоставка за преноса на замърсители далеч от източника на замърсяване, когато се отнася за високи източници, но в същото време делът на тихото време (скорост под 1 m/s) е относително висок - една трета от регистрираните случаи, тоест потенциала на замърсяване е сравнително голям.

Климатичните условия в района на гр. Девня са неблагоприятни за самоочистване на атмосферата. В сравнение с гр. Варна и гр. Провадия мъгливите дни са два пъти повече. Сравнително по-честите засушавания особено през лятото и есента със слаби ветрове създават условия за приземна инверсия и увеличаване на концентрацията на замърсяването на атмосферата. Валежите са сравнително малко, като сезонното им разпределение е със зимно-есенен максимум [2, 8].

Метод на изследване

Изследването е извършено върху 9-10 годишни култури от:

- *Robinia pseudoacacia, L.* – бяла акация
- *Celtis caucasica Willd* - копривка
- *Aesculus hippocastanum L.* – конски кестен
- *Fraxinus americana, L.* – американски ясен

Изследваните видове се намират на около 400 m от промишлен район Девня. Контролни проби са събрани, на относително съхранени от техногенно замърсяване (контролни) терени, на около 25 km от промишления район в местността „Звездица”.

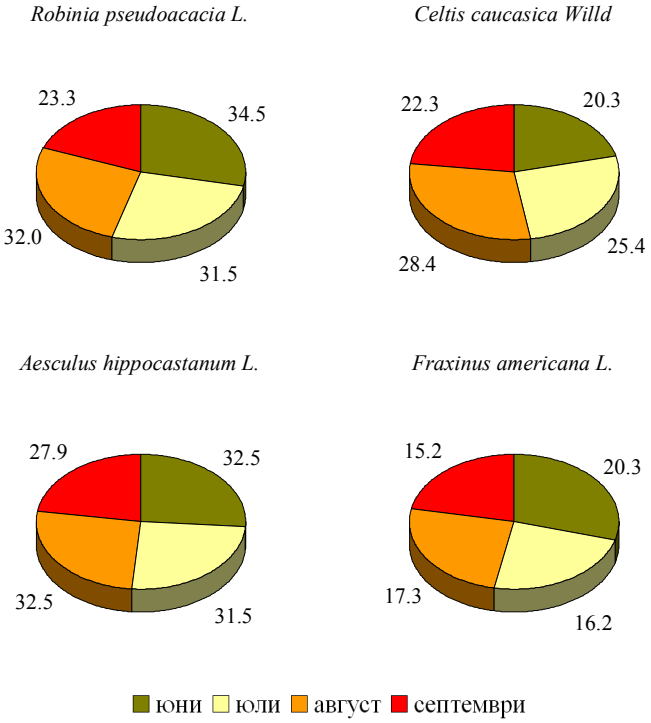
Химичният анализ е извършен върху листни проби, набирани от средните части на короните на моделните дървета от замърсените и контролните терени. Проследени са вариациите в съдържанието на макроелементите през всеки месец от вегетационния период, т.е. след достигане на функционална зрелост на листата. Такъв анализ дава значително по-пълна информация относно междувидовите различия в нивото на отделните елементи поради твърде динамичното им съотношение в листата.

Съдържанието на общ азот е определено чрез модифициран Келдал метод, на общ фосфор по спектрофотометричен метод, а количеството на калий чрез атомно-абсорбционен спектрофотометър.

III. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

На фиг 1 е представено съдържанието на общ азот в листата на изследваните дървесни видове. При бялата

акация и при копривката това съдържание е по-високо през целия вегетационен период за замърсените терени. Това вероятно е свързано със значителния дял на азотните оксиди в промишлената емисия, както и с добрата запасеност с общ N на почвите от тези терени [4]. В края на септември се установява относително по-ниско ниво на азот в листата от района на Девня. Една от възможните причини е по-интензивният отток на този елемент към стъблото и клоните. В листата на останалите два вида - конски кестен и американски ясен, количеството на азота през по-голямата част от вегетационния период е по-ниско в замърсените терени. Най-общо динамиката на този елемент се изразява с относително високи стойности в началото на периода и с трайно понижение през септември. Тази динамика е във връзка с базипеталното градиентно разпределение на азот, т.е. концентрацията на този елемент е по-висока в младите тъкани и се понижава паралелно със стареенето им поради повторното му включване в метаболитните му цикли [1].

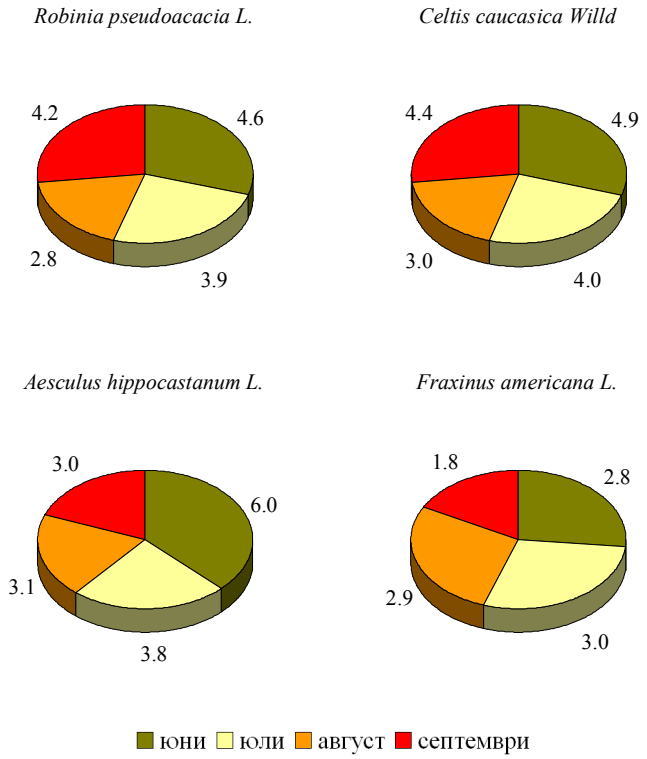


Фиг. 1. Съдържание на азот (g/kg абсолютно суха маса) в листата на изследваните дървесни видове

Регистрира се и по-интензивно натрупване на общ фосфор в листата от замърсените терени, като тази тенденция е изразена най-силно при бялата акация (фиг. 2). Само при американския ясен се установява по-ниско количество на общия фосфор в района на Девня. Определена роля за по-големите нива на фосфор в листата от замърсените терени има по-високата киселинност на почвите в този район, свързана с лесната му достъпност за растенията. В повечето случаи нивото на фосфор е най-високо през юни и претърпява чувствителен спад към средата на опитния период, свързан с базипеталното му разпределение и с повторното му включване в метаболитните цикли и расте през септември (фиг. 2). Определен ефект върху вегетационната динамика на този елемент има понижената му усвоимост от почвата в следствие редуцираното ниво на почвената влажност към средата на периода.

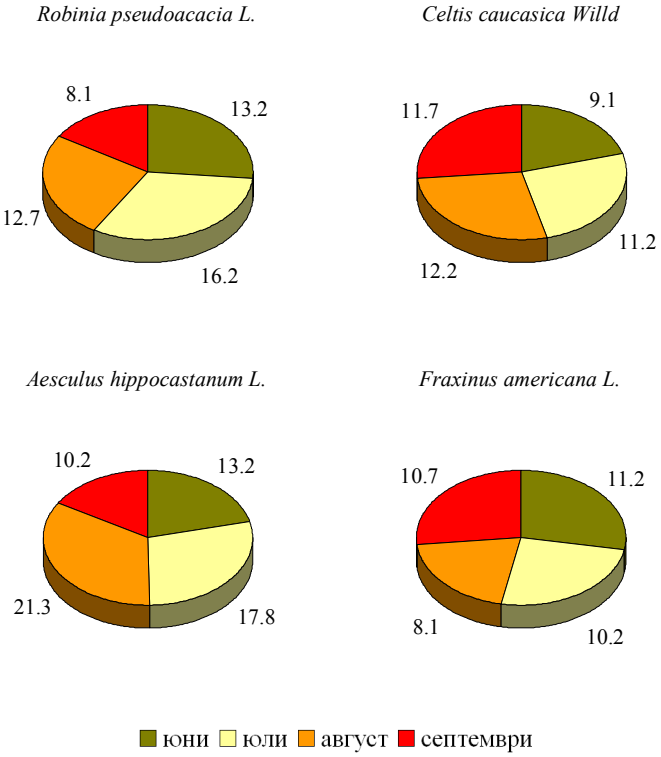
По-високото количество на фосфор в листата от замърсените терени вероятно е свързано с известно активиране на енергетичната обмяна и с по-интензивно дишане при стресови условия. Съгласно

някои автори [6] стимулирането на дишането като следствие от действието на промишлените токсични вещества е по-силно при толерантните дървесни видове и е свързано с по-високите им енергетични потребности за компенсиране на увреждания. Данните от настоящето изследване илюстрират тази тенденция особено добре при бялата акация, която се класифицира като устойчив дървесен вид [3]. Пониженото усвояване и натрупване на фосфор води до негативен ефект върху растежа по височина и диаметър, както и върху формирането на активната абсорбираща повърхност на корена. В резултат на тези изменения се понижава устойчивостта на короната и устойчивостта на индивида спрямо токсичното въздействие на средата.



Фиг. 2. Съдържание на фосфор (g/kg абсолютно суха маса) в листата на изследваните дървесни видове

При всички видове се установява понижение в съдържанието на калий в листата от замърсените терени (фиг. 3). Особено съществено е това понижение, като се има предвид, че почвите в района са добре запасени с калий. Единствено при конския кестен от района на Девня нивото на калий към средата на вегетационния период е по-високо от това на контролните терени. Съдържанието на калий има максимални стойности през юли и август и значително се понижава към края на септември. Намаляването на калия паралелно с приближаване до източника на промишленото замърсяване е свързано с влошаване на водния режим и на способността за ефикасно регулиране на водния баланс при дървесните растения. Вероятно относително по-голямата устойчивост на конския кестен е свързана със способността на този вид да поддържа високо ниво на калий в тъканите на листата и съответно оптимален воден режим през най-неблагоприятния период на вегетацията. Като активатор на основни ензимни системи, свързан с фиксацията от растенията, калият положително повлиява общото ниво на асимилационните процеси и в определена степен е свързан с по-висока устойчивост към стресовите въздействия. Понижение в нивото на калий в листата на дървесни видове след действието на промишлени токсиканти е наблюдавано при някои видове дъб [5].



Фиг. 3. Съдържание на калий (g/kg абсолютно суха маса) в листата на изследваните дървесни видове

IV. ИЗВОДИ

Реакцията на изследваните широколистни дървесни растения към промишлените замърсители по отношение на натрупването на макроелементите варира в широки граници. Тази реакция е видово специфична.

Най-голямо количество азот, фосфор и калий се акумулират в листата на бялата акация, следвани конския кестен. Следователно толерантните дървесни видове могат да бъдат добри биоиндикатори.

При листата на американския ясен се установява относително най-ниска степен на натрупване на отделните елементи, което вероятно е свързано с висока чувствителност на вида спрямо действието на промишлените агенти.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] В. Лархер, Экология растений, Мир, Москва, 1988.

[2] Доклад за оценка на въздействието върху околната среда на Инвестиционно предложение "Реконструкция и модернизация на инсталация за производство на клинкер и цемнт в завода Девня Цимент АД", ГеоМарин Център ООД, София, 2007.

[3] П. Желязков, Екологични проблеми и развитие на горските екосистеми в Девненския промишлен район, Национална конференция по екологични и генетични проблеми от замърсяване на околната среда, Враца, Том 1. стр. 142-146, 1986.

[4] П. Желязков, П. Пеев, Концентрация на някои химични елементи в сивите горски почви от промишлена зона на Девненската низина, Горско стопанска наука, кн. 2. стр. 54-63, 1984.

[5] B. Konecna, F. Fricand, E. Masarovicova, Ribulose-1,5-biphosphate carboxylase activity and protein content in pollution damaged leaves of three oak species. Photosynthetica, 23(4), 566–574, 1989.

[6] G. Lorenc-Plucinska, Effect of sulphur dioxide on CO_2 exchange in SO_2 tollerant and SO_2 succeptible Scots pine seedlings. Photosyntetica, 16 (1), 140–144, 1982.

[7] R. Guderian,. Air pollution. Phytotoxicity of acidic gases and its significance in air pollution control. Ecol. Stu., 22, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 150–257, 1977.

[8] www.devnia.bg

За контакти:
Живка Бекярова, доцент д-р в катедра “Екология и опазване на околната среда” при ФМНЕ на ТУ-Варна, ул. Студентска № 1, 309НУК
e-mail: jbekyarova@abv.bg

Рецензент:
доц. д-р Драгомир Пламенов – ТУ-Варна

ИЗСЛЕДВАНЕ НА РАДИАЦИОННИЯ СТАТУС НА ГОРСКАТА ЕКОСИСТЕМА В БИОСФЕРЕН РЕЗЕРВАТ “КАМЧИЯ”

STUDY OF THE RADIATION STATUS OF THE FOREST ECOSYSTEM IN THE BIOSPHERE RESERVE “KAMCHIA”

Яна Спасова, Деян Динков, Живка Бекярова

Резюме: С цел изследване радиационния статус на горската екосистема в биосферния резерват „Камчия” през 2008 год. са събрани и изследвани почви и растителни видове от две дефинирани позиции. Определена е чрез гама-спектрометрия специфичната активност (Bq/kg) на техногенния радионуклид ^{137}Cs и на седем естествени радионуклида – ^{40}K, ^{210}Pb, ^{212}Pb, ^{214}Pb, ^{212}Bi, ^{214}Bi и ^{226}Ra в почвени профили, взети на дълбочина до 20 cm и разделени по слоеве от по 2.5 cm. Допълнително е определена специфичната активност на ^{137}Cs (Bq/kg суха маса) в шест растителни вида. Направени са изводи за радиационния статус на изследваната горска екосистема.
Ключови думи: естествена радиоактивност, почви, радиоцезий, растения, резерват „Камчия”

Abstract: In order to evaluate the radiation status of the forest ecosystem in the biosphere reserve “Kamchia” soil and plant samples from two defined positions were collected and measured in 2008. The specific activity (Bq/kg) of the artificial radionuclide ^{137}Cs and that of seven natural radionuclides - ^{40}K, ^{210}Pb, ^{212}Pb, ^{214}Pb, ^{212}Bi, ^{214}Bi and ^{226}Ra in soil profiles taken down to 20 cm depth and divided in layers from 2.5 cm was determined using gamma-ray spectrometry. Additionally, the specific activity of ^{137}Cs (Bq/kg dry mass) in six plant species was measured. Conclusions on the radiation status of the forest ecosystem studied were drawn.
Keywords: natural radioactivity, plants, radiocesium, reserve “Kamchia”, soils

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Чернобилската авария се явява една от най-тежките екологични катастрофи в историята на човечеството, която се отличава както по своята мащабност, така и по продължителното си вредно въздействие върху природата и човешкия организъм [8]. Повече от двадесет години по-късно все още се откриват замърсени територии в редица европейски страни, в това число и в България. Горските и водни екосистеми се явяват един индикатор за степента на контаминация и продължителността на действие на букета от радионуклиди, попаднали в околната среда, а оттам и в човешкия организъм [2, 5].

След отлагането на ^{137}Cs от аварията в Чернобил, първичният източник на контаминация на дърветата (60 - 90%) е директното приемане на радиоцезий от аерозолите от короните на дърветата, последвано от транслокация от листната повърхност до структурните компоненти на дървото [4, 6]. Промените в контаминацията на дърветата, след първоначалния фолаут са в резултат на два основни процеса. Първият от тях е преобладаващ и сравнително бърз самоочистващ процес на дървесната корона, влияещ се от измиването на короната, вследствие на дъждовете и от листопада. Този етап е последван от поглъщане в кореновата система, което е доминиращ процес в дългосрочен план, тъй като радиоцезият е мигрирал в почвените профили. Точно както в случая с неговия хранителен аналог - калия, кръговратът на радиоцезий в горските екосистеми е сравнително бърз и след атмосферния фолаут вероятно е достигната фаза на равновесие на неговото разпределение [4, 7]. Горният, органично богат почвен слой действа като дългосрочен резервоар, но и също като основен източник на замърсяването с радиоцезий на горските растения, въпреки че отделните растителни видове много се различават в тяхната способност да акумулират радиоцезий от този органичен

хоризонт. Напускането от системата, посредством почвени води, е общо ограничено в резултат на фиксацията на радиоцезий в почвените (глинени) минерали [6, 7]. Основната роля на растителността в кръговрата на радиоцезий в горските екосистеми е частичното и временно съхраняване на радиоцезий, особено в дървесни компоненти като клончета, стволове на дървета, които имат голяма биомаса. Основната част от радиоцезия, натрупан в растителността от почвата, се рециклира всяка година посредством листопад и отмиване, довеждащи до дългосрочната биологична достъпност на радиоцезия в повърхностния почвен слой. Вътрешни транслокации на радиоцезий в растителността също се появяват, но включват общо ниски активности на радиоцезий в сравнение с обмяната между почвата и горската растителност [5, 6, 7].

Процесът на преминаване на радиоактивността от почвата в растенията се описва чрез т. нар. трансферен фактор, в частност агрегиран трансферен фактор (T_{agg}). Стойностите на T_{agg} за различните растителни видове са изследвани от редица автори [7] и те варират в много широк диапазон, като основно зависят от количеството на подвижната радиоактивност, типа на почвата, нейното pH, кореновата система на растението и др.

Целта на настоящата разработка е да се определи контаминацията с радионуклиди на различни компоненти (почви и растения) на горската екосистема в биосферния резерват „Камчия" и да се направи оценка на радиационния статус на изследвания район.

II. МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Описание на изследвания район

Биосферният резерват „Камчия" се намира по долното течение на река Камчия (в местността "Камчийски пясъци"). Обявен е през 1951 година за защитена природна територия, с цел опазване на горската екосистема от най-голямата вековна крайречна гора в България.

Гората е наречена лонгоз, като на места тя достига до 50 m височина, и целта на резервата е да се запази нейният естествен вид. В лонгозната гора се срещат около 40 вида дървета: летен дъб, елша, бяла топола, дива круша, върба, мъждрян и др., но преобладават полски бряст и ясен. Голяма част от дърветата са на възраст над 150 години и с височина над 35 метра. Храстите са представени от червена къпина, глог, шипка, дрян, леска и др. [1].

За целите на настоящата разработка през август 2008 год. са взети почвени и растителни проби от резерват „Камчия" от две реперни точки. Първата позиция е разположена в близост до р. Камчия при с. Венелин, а втората до с. Ст. Оряхово (Таблица 1).

Таблица 1 Общи данни за изследваните позиции

Позиция	Позиция 1 с Венелин.	Позиция 2 с. Ст. Оряхово
Дата на пробовземане	Август 2008	Август 2008
GPS координати	43° 02.10′ N 27° 40.32′ E	43° 01.06′ N 27° 47.55′ E
Надморска височина, m	18	4

Метод на изследване

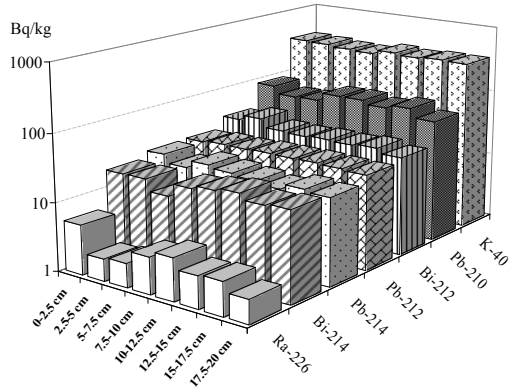
За целите на настоящото изследване са събрани шест растителни вида: горски мъх (*Bryophyta*), папрат (*Polypodium vulgare*), детелина (*Trifolium repens*), коприва (*Urtica dioica*), горска малина (*Rubus idaeus* L.) и полска къпина (*Rubus maerophylus*). Преди измерване, пробите са разделени по видове, изсушени при 105°C в продължение на 12 часа до постоянно тегло, след което те са смлени и хомогенизирани.

Паралелно са взети с помощта на сонда почвени проби от горните почвени слоеве, на дълбочина до 20 cm. Пробите са разделени по слоеве през 2.5 cm, изсушени са при стайна температура и ситно са смлени.

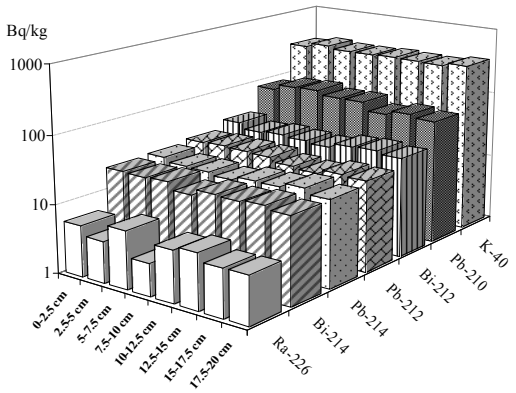
Събраните проби (почвени и растителни) са измерени чрез недеструктивен гама–спектрометричен анализ, с помощта на BEGe – детектор (“Широко енергиен германиев детектор”) на Canberra-Eurysis. Времето на измерване за всяка проба варира между 24 и 72 часа, в зависимост от съдържанието на радиоцезий.

III. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Чрез разделянето на почвените проби на пластове са получени показания за контаминацията на отделните хоризонти. В резултат на извършените гама-спектрометрични анализи, за почвените сърцевини е изчислена специфичната активност на седем естествени радионуклида – ^{40}K, ^{210}Pb, ^{212}Pb, ^{214}Pb, ^{212}Bi, ^{214}Bi и ^{226}Ra (фиг. 1 и фиг. 2), както и тази на техногенния радионуклид ^{137}Cs (фиг. 3).



Фиг. 1. Естествена радиоактивност (Bq/kg) в почвени проби, Позиция 1 –с. Венелин



Фиг. 2. Естествена радиоактивност (Bq/kg) в почвени проби, Позиция 2 – с. Ст. Оряхово

За естествения радионуклид ^{40}K и за двете изследвани позиции са установени специфични активности между 300 и 350 Bq/kg (фиг. 1 и фиг. 2). От анализа на резултатите се наблюдава хомогенно разпределение на активността по дълбочина на почвените профили.

Хомогенно разпределение е установено и за изотопите на оловото в двете изследвани позиции – ^{210}Pb, ^{212}Pb и ^{214}Pb (фиг. 1 и фиг. 2). Специфични активности на ^{210}Pb в диапазона 65-105 Bq/kg са установени и в двете реперни позиции. Най-ниска стойност при Позиция 1 от 65.8 Bq/kg е измерена на дълбочина 17.5-20 cm, а най-висока (90.3 Bq/kg) в предходния почвен слой от 15-17.5 cm.

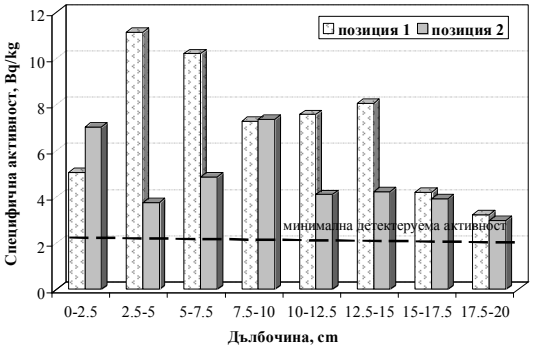
По-ниски стойности са измерени за ^{212}Pb и ^{214}Pb. Специфичната активност и на двата радиоизотопа варира между 17 и 26 Bq/kg и при двете изследвани позиции (фиг. 1 и фиг. 2).

Стойности в същия порядък са отчетени и за изотопите на бисмут - ^{212}Bi и ^{214}Bi. При вертикалното разпределение на ^{212}Bi в Позиция 1 се отчита максимална специфична активност от 43.6 Bq/kg на дълбочина 2.5 - 5 cm. Минималната стойност от 28.6 Bq/kg е отчетена в най-долния почвен слой (17.5-20 cm). При Позиция 2 тези стойности са в диапазона 26.9 – 34.9 Bq/kg. За ^{214}Bi специфичните активности в Позиция 1 варират между 12.7 Bq/kg и 24.6 Bq/kg, а тези при Позиция 2 са между 17.0 и 22.0 Bq/kg.

Последният естествен радионуклид, изследван в почвени профили от резерват „Камчия“, е ^{226}Ra (фиг. 1 и фиг. 2). Стойностите на специфичната му активност при с. Венелин (Позиция 1) са между 2.1 и 5.3 Bq/kg, а при с. Ст. Оряхово варират между 3.0 и 7.1 Bq/kg.

Анализът на резултатите показва хомогенно разпределение на специфичната активност на естествените радионуклиди в изследваните почвени профили, които са в рамките на нормалните за почвите в изследвания район [3].

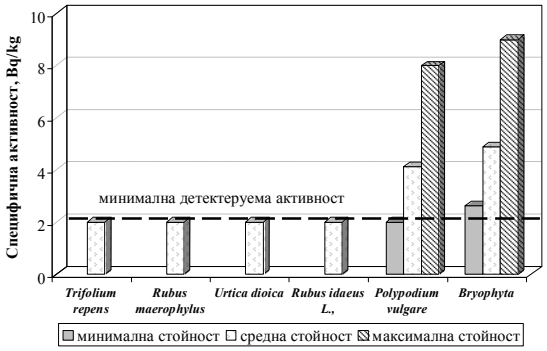
Стойностите на специфичните активности на техногенния радиоцезий, измерени и в двете изследвани позиции - с. Венелин (Позиция 1) и с. Ст. Оряхово (Позиция 2), са над минималната детектеруема активност (МДА) (фиг. 3). В Позиция 1 стойностите на ^{137}Cs варират от 3 до 11 Bq/kg. Максималната специфична активност е открита на дълбочина 2.5-7.5 cm, като след тази дълбочина се наблюдава плавно понижаване на концентрацията на ^{137}Cs. При Позиция 2 (с. Ст. Оряхово) са установени стойности на ^{137}Cs в същия порядък както и при предходната позиция – от 3 до 7.5 Bq/kg. Получените резултати не показват ясно изразен пик на разпределението на радиоактивност в района на с. Ст. Оряхово.



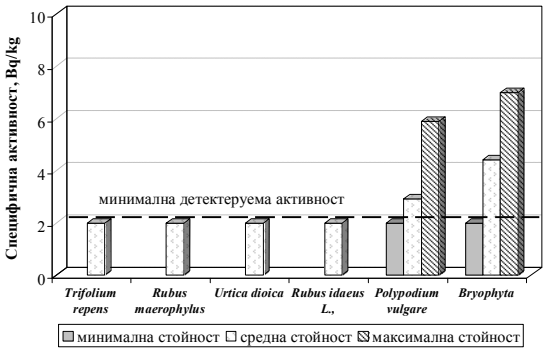
Фиг. 3. Специфична активност на ^{137}Cs (Bq/kg) в почвени проби

За по-пълното изследване на радиационния статус на горската екосистема на биосферния резерват „Камчия" е определена специфичната активност на техногенния ^{137}Cs в шест растителни вида, събрани от същите реперни позиции: горски мъх (*Bryophyta*), папрат (*Polypodium vulgare*), детелина (*Trifolium repens*), коприва (*Urtica dioica*), горска малина (*Rubus idaeus* L.) и полска къпина (*Rubus maerophylus*). От всяка позиция са събрани и анализирани по пет паралелни проби. Резултатите от измерванията са представени в графичен вид на фиг. 4 и фиг. 5 съответно за двете позиции.

В четири от изследваните видове - детелина (*Trifolium repens*), коприва (*Urtica dioica*), горска малина (*Rubus idaeus* L.) и полска къпина (*Rubus maerophylus*), са установени стойности на ^{137}Cs и при двете позиции под минималната детектеруема активност (МДА) (фиг. 4 и фиг. 5). При Позиция 1 (с. Венелин) стойностите на ^{137}Cs в растителния вид *Polypodium vulgare* (папрат) са в дипазона 2 – 8 Bq/kg (фиг. 4), а в Позия 2 (с. Ст. Оряхово) те са между 2 и 6 Bq/kg (фиг. 5).



Фиг. 4. Специфична активност на ^{137}Cs (Bq/kg суха маса) в растения, Позиция 1 – с. Венелин



Фиг. 5. Специфична активност на ^{137}Cs (Bq/kg суха маса) в растения, Позиция 2 – с. Ст. Оряхово

Концентрацията на радиоцезий във вида *Bryophyta* (горски мъх) е в същия порядък. При с. Венелин минималната измерена стойност е 2.6 Bq/kg, а максималната – 9 Bq/kg (фиг. 4). При с. Ст. Оряхово стойностите са между 2 и 7 Bq/kg (фиг. 5), като средните нива на специфичната активност на ^{137}Cs е между 4.4 и 4.9 Bq/kg.

Получените данни за специфичната активност на техногенния ^{137}Cs в

растителни видове от биосферния резерват „Камчия” не показват повишено ниво контаминация в резултат от човешката дейност и по специално от аварията в Чернобилската АЕЦ.

IV. ИЗВОДИ

Посредством гама-спектрометрично определяне на специфичната активност на техногенния радионуклид ^{137}Cs в почвени профили и шест растителни вида за две позиции – при с. Венелин и при с. Ст. Оряхово, са получени данни за радиационния статус на горската екосистема на биосферния резерват „Камчия”. Допълнително за почвените проби е анализирана и специфичната активност на седем естествени радионуклида - ^{40}K, ^{210}Pb, ^{212}Pb, ^{214}Pb, ^{212}Bi, ^{214}Bi и ^{226}Ra.

Данните от измерванията на специфичната активност на естествените радионуклиди в почви не показват надфонови величини. Те варират в границите на характерните стойности за почви в отделните райони.

Ниските стойности на специфичната активност на техногенния радиоцезий, регистрирани при експерименталните изследвания, дават основание да се приеме, че почвите на биосферния резерват „Камчия” не представляват източник на вторично радиоактивно замърсяване за горската екосистема.

Радиоактивният статус на горската екосистема на резервата „Камчия” към 2008 год. не представлява опасност за здравето на настоящото и бъдещето поколение.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Българска енциклопедия А-Я, БАН, София, 2002.
[2] Г. Василев, Радиоекология - радиация, екология, човек, България, София, 2005.
[3] Национален доклад за състоянието и опазването на околната среда в Република България за 2007 година, МОСВ, ИАОС, София.
[4] A. Shcheglov, et. al., Biogeochemical migration of technogenic radionuclides in forest ecosystems, Moscouw, 2001.
[5] E. Van der Stricht, R. Kirchmann, Radioecology, radioactivity & ecosystems, Belgium, Fortemps, 2001.
[6] M. Belli, SEMINAT-Radionuclides in Semi-Natural Environments, Final report 1996-1999-EC Reseach contract N F14P-CT95-0022, 2000.
[7] Modelling the migration and accumulation of radionuclides in forest ecosystems, IAEA, Vienna, 2002.
[8] Sources and effects of ionizing radiation, Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) to the General Assembly, Vol. 2, Annex J, 2000.

За контакти:
д-р инж. Деян Динков, главен асистент в катедра “Екология и опазване на околната среда” при ФМНЕ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1,
e-mail: deyan.dinkov@abv.bg

Рецензент:
доц. д-р Драгомир Пламенов – ТУ-Варна

ТЕОРЕМА НА ХАН-БАНАХ ЗА ПОЛУНОРМИРАНИ ПРОСТРАНСТВА

THE HAHN-BANACH THEOREM FOR SEMI-NORMED SPACES

Диана Кирилова Неделчева

Резюме: Една от основните теореми във функционалния анализ е теоремата на Хан-Банах за продължение на линейни функционали в нормирани пространства. От нея могат да се получат важни следствия, свързани с наличието на достатъчно много линейни непрекъснати функционали в дадено нормирано пространство. Теоремата на Хан-Банах за полунормирани пространства е изведена като следствие на Теоремата на Хан-Банах за нормирани пространства. С нейна помощ се доказват теореми за отделимост в полунормирани пространства. В частните случаи на крайномерни и на хилбертово пространство тези теореми са доказани и без използването на теоремата на Хан-Банах, което може да има определено методично значение.

Ключови думи: полунормирано пространство, полунорма, теорема на Хан-Банах.

Abstract: One of the most important results of functional analysis is the Hahn-Banach theorem for extension of linear functionals in normed spaces. This theorem guarantees that there exist sufficiently many continues linear forms to distinguish the points of the space. The Hahn-Banach theorem for semi-normed spaces is proved as a consequence of the Hahn-Banach theorem for normed spaces. The separation theorems for semi-normed spaces are proved using this theorem. It is not necessary to use the Hahn-Banach theorem in proving the special cases of finite and Hilbert spaces but the provement seems to be methodologically reasonable.

Key words: semi-normed space, semi-norm, Hahn-Banach theorem.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Теоремата на Хан-Банах заедно с многобройните й следствия и приложения в теорията на векторните, линейните топологични, и нормирани пространства е един от централните резултати във функционалния анализ. Тук ще изложим доказателството на теоремата, която е в сила за произволно полунормирано пространство X.

II. АНАЛИЗ

Определение 1. Нека X е векторно пространство над полето на реалните числа R. Казваме, че функцията $p: X \to R$ е *полунорма* в X ако:1) $p(x+y) \le p(x)+p(y)$

2) $p(\lambda x) = |\lambda| p(x)$

за всеки два вектора $x, y \in X$ и всяко число $\lambda \in R$.

От условия 1) и 2) следва, че $p(x) \ge 0$. [2; с. 65]

Определение 2. Линейно пространство X, в което е дефинирана полунорма p се нарича *полунормирано пространство* и се означава с (X, p).

Полунормата p задава топология върху X, чрез база от околности на нулата $U_\varepsilon = \{x / p(x) < \varepsilon\}$.

Спрегнатото пространство X^* на полунормирано пространство (X, p) е също полунормирано пространство. Полунормата в X^* е определена, чрез формулата $\pi(f) = \sup\limits_{\substack{x \in X \\ p(x) \le 1}} |f(x)|$.

Теорема 1. (Хан-Банах). *Нека $\left(X, \| \ \|\right)$ е нормирано пространство, X_0 е линейно подпространство на X и нека f_0 е линеен непрекъснат функционал, определен върху X_0. Тогава съществува линеен непрекъснат функционал f, определен върху X (т.е. $f \in X^*$) такъв, че $f(x) = f_0(x)$ при всяко $x \in X_0$ и $\|f\| = \|f_0\|$.*

Теорема 2. (Хан-Банах за полунормирани пространства). *Нека (X, p) е полунормирано пространство,*

X_0 е линейно подпространство на X и нека f_0 е линеен непрекъснат функционал, определен върху X_0.

Тогава съществува линеен непрекъснат функционал f, определен върху X (т.е. $f \in X^*$) такъв, че $f(x) = f_0(x)$ при всяко $x \in X_0$ и $\pi(f) = \pi(f_0)$.

Доказателство. Нека $\overline{X} = \{x \in X / p(x) = 0\}$. Тогава $\overline{X}$ е затворено линейно подпространство на X. От непрекъснатостта на f_0 следва, че $\ker f_0 \subset \overline{X} \cap X_0$. Следователно $\hat{f}_0([x]) := f_0(x)$ дефинира непрекъснат линеен функционал върху фактор пространството $\hat{X} = X / \overline{X}$, което е нормирано пространство с норма $\|[x]\| = p(x)$ (тук $[x] = x + \overline{X}$). От теоремата на Хан-Банах (Теорема 1) следва съществуването на линеен функционал $\hat{f} \in \hat{X}^*$, такъв че $\hat{f}([x]) := \hat{f}_0([x])$ за $x \in X_0$ и $\|\hat{f}\| = \|\hat{f}_0\|$. Тогава линейният функционал $f(x) := \hat{f}([x])$ е коректно дефиниран и се явява продължение на f_0, за което $\pi(f) = \pi(f_0)$. ▲

Приведеното доказателство се основава на Теорема 1. Друго възможно доказателство, което няма да привеждаме тук, следва от теоремата за продължение на линейни функционали мажорирани от субадитивните положителни хомогенни функционали, виж [3], Теорема 12.28, стр.527.

По нататък ще използваме означението $\|f\| = \pi(f)$. От контекста ще става ясно кога $\| \ \|$ означава полунормата в X^*.

Казваме, че множеството $A \subset X$ е *изпъкнало*, ако за всеки две точки $x, y \in A$ и за всяко число λ, $0 \le \lambda \le 1$ е изпълнено условието $\lambda x + (1-\lambda) y \in A$.

Множеството $A \subset X$ се нарича *поглъщащо*, ако за всяка точка $x \in A$ съществува положително число $\lambda = \lambda(x) > 0$ такова, че $\lambda^{-1} x \in A$ (т.е. $x \in \lambda A$).

Множеството A се нарича *уравновесено*, ако за всяко число λ с $|\lambda| \le 1$ и за всяка точка $x \in A$ имаме $\lambda x \in A$.

Определение 3. Нека подмножеството A на X е изпъкнало и поглъщащо. Тогава функционалът $\mu_A : X \to R$ определен върху X чрез равенството $\mu_A(x) = \inf\{\lambda > 0 / \lambda^{-1} x \in A\}$, за всяко $x \in X$ се нарича *функционал на Минковски* за множеството A.

Оказва се, че съвкупността от всички полунорми върху векторното пространство X съвпада със съвкупността на функционалите на Минковски на всевъзможните уравновесени, поглъщащи и изпъкнали подмножества на X. Множеството $A = \{x \in X / p(x) < 1\}$ е изпъкнало, поглъщащо и уравновесено и $p = \mu_A$ [2; с. 66].

Теоремата на Хан-Банах е тясно свързана с някои теореми за разделяне на изпъкнали подмножества на топологични векторни пространства с помощта на линейни непрекъснати функционали.

Теорема 3. (За отделяне на изпъкнали множества). *Нека M и N са непразни изпъкнали непресичащи се подмножества на реалното полунормирано пространство X и нека N е отворено. Тогава съществува линеен непрекъснат функционал f, определен върху X (т.е. $f \in X^*$) и реално число c такива, че*

$f(x) < c \le f(y)$ при всяко $x \in N$ и всяко $y \in M$.

Доказателство. Фиксираме $x_0 \in N$ и $y_0 \in M$ и нека $z_0 = y_0 - x_0$. Разглеждаме множеството $A = N - M + z_0$.

Тъй като $A = \bigcup_{x \in M} (N - x + z_0)$ и всяко от множествата $N - x + z_0$ е отворено, то A е отворено. Освен това от изпъкналостта на N и M следва, че A е изпъкнало. Също

така $\theta = x_0 - y_0 + z_0$ и следователно $\theta \in A$. По този начин получаваме, че A е изпъкнала околност на нулата θ на X.

За всяко $x \in X$ дефинираме

$$p_A(x) = \inf\left\{t > 0 / t^{-1}x \in A\right\}.$$

Изображението $p : X \to R$ е полунорма, за която лесно се проверява, че

$p_A(x+y) \le p_A(x) + p_A(y)$, *при* $x, y \in X$

$p_A(\alpha x) = \alpha\, p_A(x)$ *при* $x \in X$ *и* $\alpha \ge 0$.

Тъй като по условие $M \cap N = \varnothing$, то $z_0 \notin A$ и следователно $p_A(z_0) \ge 1$.

Нека $X_0 = \left\{\lambda z_0 / \lambda \in R\right\}$ е линейно подпространство на X, породено от z_0. Полагаме $f_0(x) = \lambda$ за всяко $x = \lambda z_0 \in X_0$. Очевидно f_0 е линеен функционал върху X_0.

Ако $\lambda \ge 0$, то $f_0(\lambda z_0) = \lambda \le \lambda\, p_A(z_0) = p_A(\lambda z_0)$. Ако $\lambda < 0$, то $f_0(\lambda z_0) = \lambda < 0 \le p_A(\lambda z_0)$.

Следователно $f_0(x) \le p_A(x)$ при всяко $x \in X_0$.

Разглеждаме полунормираното пространство (X, p_A). От теоремата на Хан-Банах за полунормирани пространства (Теорема 2) следава съществуването на линеен функционал f, определен върху X, който удовлетворява условията $f(x) = f_0(x)$ при $x \in X_0$ и $\|f\| \le 1$. Последното неравенство означава, че $f(x) \le p_A(x)$ при $x \in X$. В частност $f(x) \le 1$ при $x \in A$, защото $p_A(x) \le 1$ при $x \in A$. Затова $f(x) \ge -1$ при $x \in (-A)$. Следователно $|f(x)| \le 1$ при $x \in A \cap (-A)$. Но $A \cap (-A)$ е околност на нулата на X и неравенството $|f(x)| \le 1$ показва, че f е ограничен върху някое кълбо $B_\varepsilon(\theta) \subset A \cap (-A)$ и значи е ограничен. Следователно $f \in X^*$.

Ако сега $x \in N$ и $y \in M$, то

$$f(x) - f(y) + 1 =$$

$$= f(x - y + z_0) \le p_A(x - y + z_0) < 1,$$

защото $f(z_0) = 1$, $x - y + z_0 \in A$ и A е отворено. И така $f(x) < f(y)$ за всяко $x \in N$ и всяко $y \in M$.

Но $f(N)$ и $f(M)$ са непресичащи се изпъкнали подмножества на R и $f(N)$ е отворено, защото N е отворено и f е линеен, непрекъснат функционал. Следователно $f(N)$ е ограничен отдясно отворен интервал в R, който е наляво от множеството $f(M) \subset R$. Тогава, ако c е десния край на $f(N)$, то

$$f(x) < c \le f(y)$$

за всяко $x \in N$ и всяко $y \in M$. ▲

Теорема 4. (За отделящата хиперравнина). *Нека X е реално линейно полунормирано пространство, $M \subset X$ е непразно затворено изпъкнало множество и $x_0 \notin M$. Тогава съществува линеен непрекъснат функционал f, определен в X и реално число c, такива, че*

$$f(x) \le c \ (x \in M) \ \text{и} \ f(x_0) > c. \quad (1)$$

Доказателство. Теоремата за отделящата хиперравнина следва от теоремата на Хан-Банах като се свежда до Теорема 3.

Нека $M \ne \varnothing$ е затворено изпъкнало подмножество на линейното нормирано пространство X.

От условието, че M е затворено следва, че за всяка точка $x_0 \notin M$ съществува $\varepsilon > 0$ такова, че $B_\varepsilon(x_0) \cap M = \varnothing$. Както при доказателството на Теорема 3. получаваме, че ако $N = B_\varepsilon(x_0)$, то съществува $f \in X^*$, за който $f(N)$ и $f(M)$ са изпъкнали непресичащи се подмножества на R, като $f(N)$ е отворено и изцяло надясно от $f(M)$. Нека c е левият край на $f(N)$. Тогава за всяко $x \in M$ имаме $f(x) \in f(M)$ и следователно $f(x) \le c$. От друга страна $f(x_0) \in f(N)$ и следователно $f(x_0) > c$. ▲

Накрая ще приложим теоремата на Хан-Банах, за да изучим условията, при които затворено изпъкнало множество M

се намира в едното от полупространствата, определени от дадена хиперравнина, минаваща през дадена точка $x_0 \in M$, която се нарича *опорна хиперравнина*.

Теорема 5. (за опорната хиперравнина). *Нека X е реално линейно полунормирано пространство, $M \subset X$ е затворено изпъкнало множество, което притежава вътрешни точки и нека x_0 е точка от контура на M. Тогава съществува поне един функционал $f \in X^* : f(x) \le f(x_0)$. (т.е. f е опорен за M в точката x_0 функционал).*

Доказателство. Ще докажем теоремата за опорната хиперравнина чрез теоремата на Хан-Банах.

Нека x_0 е контурна точка за M и z е фиксирана вътрешна точка от M.

Полагаме $Q = M - z$.

Тъй като z е вътрешна за M и $\theta = z - z$, то θ е вътрешна за Q. Следователно множеството Q е изпъкнала околност на нулата θ на X.

Нека μ_Q е функционалът на Минковски за множеството Q. Следователно $\mu_Q(x) \le 1$ при $x \in Q$ и $\mu_Q(x_0 - z) = 1$.

Нека $X_0 = \{\lambda(x_0 - z) / \lambda \in R\}$ е линейно подпространство на X, породено от $x_0 - z$ и нека $f_0(x) = \lambda$ при всяко $x = \lambda(x_0 - z) \in X_0$.

Ако $\lambda \ge 0$, то $f_0(\lambda(x_0 - z)) = \lambda \le \lambda\mu_Q(x_0 - z) = \mu_Q(\lambda(x_0 - z))$.

Ако $\lambda < 0$, то $f_0(\lambda(x_0 - z)) = \lambda < 0 \le \mu_Q(\lambda(x_0 - z))$.

Следователно $f_0(x) \le \mu_Q(x)$ при всяко $x \in X_0$. Разглеждаме полунормираното пространство (X, μ_Q). От теоремата на Хан–Банах за полунормирани пространства следва, че върху X може да се определи линеен функционал f, който съвпада с f_0 върху X_0 и $\|f\| \le 1$. Следователно $f(x) \le \mu_Q(x)$ за всяко $x \in X$. В частност при $x \in Q$ имаме $f(x) \le \mu_Q(x) \le 1$. Следователно при всяко $x \in M$ е изпълнено $f(x) = f(x - z) + f(z) \le 1 + f(z) = \mu_Q(x_0 - z) + f(z) = f(x_0 - z) + f(z) = f(x_0)$ Т ова означава, че функционалът f е опорен за M в точката x_0. ▲

От методична гледна точка теоремите за отделимост могат да бъдат предшествани от частни случаи разрешими без използването на теоремата на Хан – Банах. Ще изложим доказателството на две задачи, които предлагат алтернативни доказателства на Теорема 4 за частните случаи, когато X е крайно-мерно пространство и когато X е Хилбертово пространство. Доказателството в крайно-мерния случай е основано на теоремата на Болцано-Вайерщрас, а в случай на Хилбертово пространство на теоремата за съществуване на минимум за изпъкнал функционал.

Задача 1. Да се докаже Теорема4, ако X е крайномерно пространство.

Доказателство. Тъй като всички норми върху крайномерните пространства са еквивалентни, то без ограничение на общността можем да считаме, че нормата е евклидова, т.е. породена от скаларното произведение

$$\langle x, y \rangle = \sum_{k=1}^{m} x_k y_k$$

при $x = (x_1, ..., x_m), y = (y_1, ..., y_m) \in X$.

Нека $a = \rho(x_0, M) = \inf_{x \in M} \|x - x_0\|$. Тъй като $x_0 \notin M$ и M е затворено, то $a > 0$. Разглеждаме определената върху M непрекъсната функция

$$d(x) = \|x - x_0\|, \ x \in M.$$

Очевидно $a = \inf_{x \in M} d(x)$ и

$$\inf_{x \in M} d(x) = \inf_{x \in M \cap B_{a+1}[x_0]} d(x).$$

Множеството $M_1 = M \cap B_{a+1[x_0]}$ е затворено, като сечение на две затворени множества и е ограничено. От теоремата на Вайерщрас следва, че съществува точка $x^* \in M_1 \subset M$ такава, че $d(x^*) = \inf_{x \in M} d(x) = a$.

Полагаме $f(x)=\langle x_0-x^*,x\rangle, x\in X$

Нека c е произволно число, удовлетворяващо неравенството

$$f(x^*)=\langle x_0-x^*,x^*\rangle\le c<$$

$$<\langle x_0-x^*,x^*\rangle+a^2=f(x^*)+a^2.$$

От изпъкналостта на M следва, че за всяко $x\in M$ и всяко $t\in(0,1)$ векторът $tx+(1-t)x^*\in M$. Следователно

$$d\left(tx+(1-t)x^*\right)\ge d\left(x^*\right),$$

Което означава, че

$$\left\|tx+(1-t)x^*-x_0\right\|^2\ge\left\|x^*-x_0\right\|^2.$$

Като заменим в това неравенство нормите със скаларното произведение и използваме свойствата на скаларното произведение, получаваме

$$2\langle x^*-x_0,x-x^*\rangle+t\left\|x-x^*\right\|^2\ge 0.$$

Извършваме граничен преход $t\to 0^+$ и получаваме неравенството

$$\langle x^*-x_0,x-x^*\rangle\ge 0.$$

Следователно

$$0\le\langle x^*-x_0,x-x^*\rangle=$$

$$=\langle x_0-x^*,x^*\rangle-\langle x_0-x^*,x\rangle=$$

$$=f\left(x^*\right)-f(x)$$

Откъдето като използваме избора на c, получаваме

$$c<f\left(x^*\right)+a^2=\langle x_0-x^*,x^*\rangle+d^2\left(x^*\right)=$$

$$=\langle x_0-x^*,x^*\rangle+\langle x^*-x_0,x^*-x_0\rangle=$$

$$=\langle x_0-x^*,x_0\rangle=f\left(x_0\right)$$

С това е доказано второто от неравенствата (1).

Задача 2. Да се докаже Теорема4, ако X е хилбертово пространство.

Доказателство. Доказателството от Задача 1 може да се приложи и в този случай. Наистина крайномерността на X в предишното доказателство беше използвана за доказване на съществуването на точка $x^*\in M$, в която функцията $d(x)$ приема най – малката си стойност. Тъй като $x_0\notin M$, $d=\rho(x_0,M)>0$. От дефиницията за точна долна граница следва, че за $\forall n\in N$ съществува $x_n\in M$ такова, че

$$d\le\left\|x_0-x_n\right\|<d+\frac{1}{n}\qquad(2)$$

От равенството на успоредника следва, че

$$2\left\|x_0-x_n\right\|^2+2\left\|x_0-x_m\right\|^2=$$

$$=\left\|x_n-x_m\right\|^2+\left\|2x_0-x_n-x_m\right\|^2 \text{ за } \forall n,m\in N.$$

От изпъкналостта на M следва, че

$\frac{1}{2}x_n+\frac{1}{2}x_m\in M$, затова

$$\left\|2x_0-x_n-x_m\right\|^2=4\left\|x_0-\left(\frac{1}{2}x_n+\frac{1}{2}x_m\right)\right\|^2\ge 4d^2$$

От друга страна от неравенство (2) следва, че

$$\left\|x_0-x_n\right\|^2<\left(d+\frac{1}{n}\right)^2;\left\|x_0-x_m\right\|^2<\left(d+\frac{1}{m}\right)^2$$

Следователно

$$\left\|x_n-x_m\right\|^2=2\left\|x_0-x_n\right\|^2+2\left\|x_0-x_m\right\|^2-$$

$$-4\left\|x_0-\left(\frac{1}{2}x_n+\frac{1}{2}x_m\right)\right\|^2<$$

$$<2\left(d+\frac{1}{n}\right)^2+2\left(d+\frac{1}{m}\right)^2-4d^2=$$

$$=\frac{4d}{n}+\frac{4d}{m}+\frac{2}{n^2}+\frac{2}{m^2}\to 0$$

при $n,m\to\infty$. Следователно, редицата $\{x_n\}$ е фундаментална. От пълнотата на X следва, че съществува границата $\lim x_n=x^*$, а от условието, че M е затворено следва, че $x^*\in M$. Чрез граничен преход $n\to\infty$ в неравенство(2) получаваме, че $\left\|x_0-x^*\right\|=d=\rho\left(x_0,M\right)$

Допускаме, че съществува елемент $y\ne x^*$ такъв, че $\left\|x_0-y\right\|=d$. Прилагаме отново свойство на успоредника и получаваме

$$4d^2=2\left\|x_0-y\right\|^2+2\left\|x_0-x^*\right\|^2=$$

$$=\left\|y-x^*\right\|^2+4\left\|x_0-\left(\frac{1}{2}y+\frac{1}{2}x^*\right)\right\|^2\ge$$

$$\ge\left\|y-x^*\right\|^2+4d^2$$

откъдето следва, че $\|y - x^*\| = 0$, т.е. $y = x^*$.

▲

В случая когато върху линейното пространство X е определена не една полунорма, а семейство $P = \{p_\alpha / \alpha \in A\}$ от полунорми, то върху X може да се конструира топология , чрез съвкупността $U(x)$ от всички околба $U_\varepsilon^\alpha(x) = \{x \in X / p_\alpha(x) < \varepsilon,\ \varepsilon > 0,\ \alpha \in A\}$ и техните крайни сечения. Така X се превръща в локално изпъкнало линейно топологично пространство. [4; с. 47 - 48]. Основно свойсво на тези пространства следва от теоремата на Хан-Банах:

Нека X е топологично векторно пространство, чиято топология е локално изпъкнала. Ако f е линеен функционал дефиниран и непрекъснат върху подпространството X_0 на X, то f има непрекъснато линейно продължение върху X.

Следващите твърдения обобщават теоремите за разделяне на изпъкнали множества в полунормирани пространства за локално изпъкнали линейни топологични пространства.

Нека M и N са непресичащи се изпъкнали подмножества на локално изпъкнало линейно топологично пространство. Ако M е компактно и N е затворено, то M и N могат да бъдат строго отделени (т.е. $\exists f \in X^*$ и $\alpha, \beta \in R$ такива, че $f(x) < \alpha < \beta < f(y)$ за всяко $x \in M$, $y \in N$).

Ако M е изпъкнало подмножество на локално изпъкнало линейно топологично пространство и $x_0 \notin \overline{M}$, то x_0 и M могат да бъдат строго отделени (т.е. $\exists f \in X^*$ и $c \in R$ такива, че $f(x) < c < f(x_0)$ за всяко $x \in M$).

III. ИЗВОДИ

Статията предлага един възможен ракурс за методическо представяне на теоремите за отделимост на изпъкнали множества в нормирани пространства, разгледани в контекста на дедуктивния метод на научното познание: обобщение. От логическа гледна точка обобщението е метод, при който се осъществява “движение” на елементи от множеството A към множеството B при условие, че $A \subset B$ [1, с. 22]. Теоремите са доказани за полуормирани пространства и формулирани за по – общия случай на локално изпъкнали линейни топологични пространства.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. И. Ганчев, Ю. Нинова, В. Никова, Методика на обучението по математика (обща част), Унив. Изд. “Неофит Рилски”, 2002.
[2]. Г. К. Кулев, Функционален анализ, Пловдивско университетско издателство, 1998.
[3]. Andrew M. Brukner, Judith B. Brukner, Brian S. Thomson: Real Analysis, Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1997.
[4]. H. H. Schaefer, M. P. Wolff: Topological Vector Spaces, Second Edition, 1999.

За контакти: ас. Диана Кирилова Секция ”Математика” при Д”ОМЕО” на ТУ-Варна, ул. Студентска № 1, 836Е
e-mail: dkondova@abv.bg

Рецензент: доц. Иван Гинчев

СТРАТЕГИЧЕСКИ ПРИОРИТЕТИ НА МОДЕРНИЗАЦИЯТА НА ПЕНСИОННО-ОСИГУРИТЕЛНАТА СИСТЕМА В РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

THE MODERNIZATION OF THE BULGARIAN PENSION SECURITY SYSTEM - STRATEGIC PRIORITIES

Недка Николова

Резюме: „Европа 2020" е триединна стратегия, която цели изграждането на интелигентен, устойчив и приобщаващ модел на развитие, ориентиран към нов тип интегритет, базиран на социализацията и приобщаването на всички възрастови групи и тяхната градивна ангажираност в постигането на целите на общността. Ключова роля в този процес има европейската платформа за модернизация на пенсионно-осигурителните системи на държавите-членки като част от публичните финанси на EU27. Тази статия е израз на споделената отговорност на науката за разгръщане на изследователския фронт в най-актуалните приоритети на социално-икономическата политика на общността. Тя обобщава резултатите от проведените теоретични и емпирични изследвания за състоянието и основните приоритети на модернизацията на българската пенсионно-осигурителна система.
Ключови думи: пенсионно-осигурителна система, социална политика

Abstract: „Europe 2020" is a triune strategy, the purpose of which is the establishment of an intelligent sustainable and incorporative model of development, orientated to a new type of integrity, based on the socialization and incorporation of all age groups and their constructive engagement commitment in the achievement of the of the aims of the society. The European platform for modernization of the pension security system in the countries members, as a part of the public finances of EU 27, has a key role in this process. This article is an expression of the shared responsibility of the science for deployment of the research front in the current priorities of the social – economic policy of the society. It resumes the results of the held empirical researches about the condition and the main priorities of the modernization of the Bulgarian Pension security system.
Keywords: pension security system, social policy

I. ВЪВЕДЕНИЕ

„Европа 2020" е триединна стратегия, която цели изграждането на интелигентен, устойчив и приобщаващ модел на развитие, ориентиран към нов тип интегритет, базиран на *социализацията и приобщаването на всички възрастови групи* и тяхната градивна ангажираност в постигането на целите на общността. Тя е израз на *новата визия за социална пазарна икономика на Европа за 21 век.*

С включването на новата пета цел на стратегията, Европа има нов фокус: **социализацията** и **приобщаването** с оглед реализацията на устойчив растеж изграден на знанието и иновациите. В центъра на стратегическия план са система от мерки и инициативи, между които Европейската платформа за модернизация на пенсионно-осигурителните системи на държавите-членки, като част от модернизацията на публичните финанси на EU 27.

Глобалната криза изведе на преден план значимостта на пенсионните фондове като част от финансовата система на Европа:

Първо, пенсионните фондове на страните-членки са неделима част от публичните финанси на Европа и европейските финансови пазари, ето защо публичните разходи за пенсии на всяка държава могат да окажат съществен натиск върху общоевропейската финансова система;

Второ, критичната демографска ситуация, израз на тенденцията към застаряване на населението, води до влошаване на ключовите параметри,

изразени в относителния дял на заетото население и излизащите в пенсия, което ще натовари пенсионно-осигурителната система на Европа както в национален, така и в общоевропейски разрез. Прекият ефект от въздействието на застаряването на населението върху публичните финанси на ЕС се изразява в увеличаване на разходите за пенсии. Очаква се за периода 2010 – 2020 г. тези разходи да нараснат от 10,2% на 12,6% от БВП на EU 27, или с 2,4% [2].

Модернизацията на пенсионно-осигурителните системи в европейските държави набира скорост и България трябва да предприеме неотложни мерки за да следва общия ритъм и установените критерии за общността.

Тази статия е израз на споделената отговорност на науката за разгръщане на изследователския фронт по най-актуалните приоритети на социално-икономическата политика на общността. Тя обобщава резултатите от проведените теоретични и емпирични изследвания за състоянието и развитието на модернизацията на пенсионно-осигурителните системи на европейските държави и основните приоритети на модернизацията на българската пенсионно-осигурителна система.

II. ИЗЛОЖЕНИЕ

1. Стартовите позиции на България в реализацията на реформите

Изграждането на стабилна, гъвкава и адекватна пенсионна система, която да гарантира устойчиви доходи и разумен жизнен стандарт след пенсиониране е основна цел и на Националната стратегия „България 2020” [7].

Периодът на стартиране на реформата съвпада с глобалната икономическа и финансова криза, което генерира допълнителни рискове както за националната икономика, така и за успеха на самата реформа. Анализирани на базата на предкризисната 2008 г. ключовите макроикономически индикатори и техните аналогични сравнения за EU 27 определят България като *най-бедната и най-застрашената от кризата членка на общността* [1, 6]. В Годишния доклад на EUROSTAT за мониторинг на макроикономическите показатели на страните-членки за 2009 г., България се характеризира със следната кризисна макрорамка [6]:

- брутният вътрешен продукт (БВП) възлиза на 33 876 млн. евро и е спаднал с 5,0% спрямо предкризисната 2008 г.;
- реализираната добавена стойност от субектите на националната икономика възлиза на 28 501 млн.евро и е с 3,8% по-ниска спрямо предкризисната година;
- индустриалният сектор създава само 30,3% от добавената стойност на икономиката и реалното му намаление спрямо предкризисната година е 8,1%;
- брутната добавена стойност на един зает през 2009 г. е най-ниската в EU 27 (8 892 евро) и продължава да намалява, само за изследваната 2009 г. е спаднал с 2,2%;
- инвестициите в основен капитал са спаднали с 26,9%, а индивидуалното потребление на населението – с 6,2%;
- външнотърговското салдо от стоки и услуги е негативно (-5 125 млн.евро), стойността на внесените стоки е с 42% от стойността на изнесените;
- икономически активни лица на възраст 15-64 навършени години са 3 441,5 хил.души, коефициентът на икономическа активност е 67,2% и е намалял с 0,6 пункта спрямо предкризисната година, коефициентът на заетост на населението е намалял с 1,4 и е 62,6%, аналогично средно за страните от EU 27 е 65,9%;
- равнището на регистрираната безработица се е покачило до 9,13% и по официални данни е под средното за EU 27 (9,40%), икономически неактивните лица в трудоспособна възраст са 1 680 хил., от които 712 хил. са мъже и 962 са жени;
- броят на обезкуражените лица на възраст 15-64 навършени години се е увеличил с 34,3 хил. и е 184,2 хил.души.

Резултатите от изследванията на ключовите макроикономически индикатори трябва да бъдат анализирани в контекста на актуалните структурни,

демографски и социално-икономически тенденции, които бележат разширяването на ЕС.

Първо, *критична демографска ситуация, израз на интензивна тенденция към застаряване на населението в България.* Съчетана с глобалната тенденция към увеличаване на средната продължителност на живота в Европа и ниските нива на раждаемост в нашата страна, тя ще доведе до съществена промяна във възрастовата структура на нацията. и структурата на заетото население. Тази тенденция изцяло ще промени ключовите коефициенти за съотношението между лицата в трудоспособна и в нетрудоспособна възраст, както и съотношението на трудово заетите и незаети лица. Очаква се коефициентът на тези зависимости да се удвои: ако през 2009 г. на всяко лице над 65 г. се падат по 4 лица в трудоспособна възраст, до 2020 г. на всяко лице над 65 г. ще съответстват само 2,3 лица в трудоспособна възраст [2].

Второ, *трайни, неблагоприятни тенденции в структурата на заетостта, изведени чрез системни изследвания на националния пазар на труда.* Нарастването на равнището на безработица над критичните 10%, по последни измервания за месец октомври 2010г. – 10,1%, остави *без работна заплата и бъдеща пенсия* над 345 хил. безработни [9]. Този показател, изчислен чрез индикатора за модифицирана безработица е 643 хил. безработни или 19, 1% [3]. Анализът на възрастовата структура на безработните показва устойчива тенденция към увеличаване на броя на безработните в предпенсионните възрастови групи. В края на месец октомври 2010 г. те са с 14 357 души повече в сравнение с предходната година и са 126 647 души. От тях средногодишния брой на продължително безработните лица от тази възрастова група с престой в бюрата по труда над една година е 79 727 души и бележи устойчива тенденция към нарастване, най-тревожно изразена при жени над 55 г.

Трето, *социалните промени, изразени в по-високата мобилност на трудоспособното население* водят до нарастване на потребността от услуги по формално предоставяне на грижи, които традиционно са се получавали неформално, в рамките на семейството. Интензивните миграционни процеси, разделяйки различните поколения в семейството оказват натиск върху здравеопазването и държавния сектор, който предоставя социалните грижи. Формализирането и институционализирането на тези грижи изисква конкретен отговор на въпроса за източниците на тяхното финансиране. Бюджетната рамка за 2011 г. не дава конкретен отговор на въпроса как ще се разпредели тази социална отговорност между държавата, частните пенсионно-осигурителни дружества и личните пенсии на лицата.

Четвърто, *глобалната криза добави нови измерения на натиска върху публичните финанси:*

(1) забавяне на темповете на икономическия растеж и увеличаване на броя на фалиращите предприятия и следователно, на броя на осигурителите, което намалява интензитета на приходоизточниците за пенсионно осигуряване;

(2) намаляване на нормата на възвръщаемост и платежоспособността на пенсионно-осигурителните дружества, частните пенсионни фондове в България загубиха повече от 20% от активите си през 2008 г.[9] и дори тези, които успяха да възстановят част от загубите си през 2009 г. са все още значително под изискваните равнища на платежоспособност.

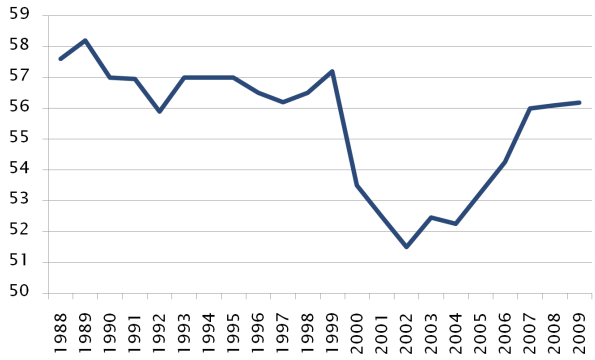
2. Пенсионно-осигурителния модел на България

Анализът на сега действащия пенсионно-осигурителен модел в България разкрива редица.несъответствия с установените критерии и препоръки в Зелената книга на Европа за адекватни, устойчиви и сигурни европейски системи:

Първо, пенсионно-осигурителния модел в България за всички видове пенсии се основава изцяло на *държавните разходопокривни схеми.* България е между държавите с най-ниски спестявания от лични частни вноски и последиците от това изоставане ще бъдат такива, че едва през 2046 г. само около 20% от пенсиите ще се осигуряват от спестявания в частните пенсионни фондове. Изходът от тази ситуация се търси в прехода към пенсионен модел, основан на личните пенсионни сметки, при който гражданите сами определят пенсионната си възраст и размера на пенсията си. В този модел държавата има поддържаща функция, осигурявайки социална пенсия при определени от закона условия. Тази система се изгражда от два стълба: 1) *социален,* осигурен от държавата и 2) *капиталов,* изграден изцяло от спестяванията на гражданите и инвестиран в полза на обществото, с доходност гарантираща финансовата стабилност на пенсионната система. Някои експертни оценки посочват, че „приносът на такава пенсионна реформа към по-висок икономически растеж на страната се оценява на 1 пункт допълнителен ръст на икономиката на година да периода до 2050 г. и същевременно ще позволи да се избегне предложеното повишаване на данъчно-осигурителната тежест" [3]

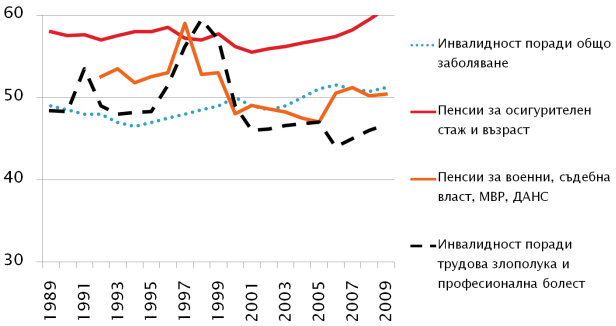
Второ, трайно установен дисбаланс на паричните потоци по бюджета на НОИ и формиран недопустим размер на дефицит по „Сребърния фонд на България". За периода от 2000 до 2010 г. дефицитът по бюджетната сметка на НОИ се е увеличил 20 пъти до над 2 млрд.лв. МВФ прогнозира, че този дефицит в края на 2010 г. ще бъде около 6,5% от БВП на България [10]. На фона на общия бюджетен дефицит пенсионно-осигурителния модел на България е определен като „фалирал" [3]. Дисбалансът според нас се корени във финансовите основи и структурата на разходопокривния модел. Той би могъл да продължи да функционира само ако съотношението между пенсионираните и работещите осигурява необходимия обем пенсионни средства. Това съотношение е с влошаващи се равнища не само в България, но в почти всички европейски държави. Поддържането на сегашния модел изисква постоянно повишаване на пенсионната възраст (или на осигурителния стаж). Запазването на модела в икономики с кризисна демографска ситуация както в България, ще задълбочи дисбаланса в бюджета на НОИ и ще увеличи рисковете за стабилността на публичните финанси на държавата.

Трето, пенсионно-осигурителната система в България позволява най-ранното пенсиониране и социално изключване на трудово активни членове на европейската общност (Виж Фиг.1).

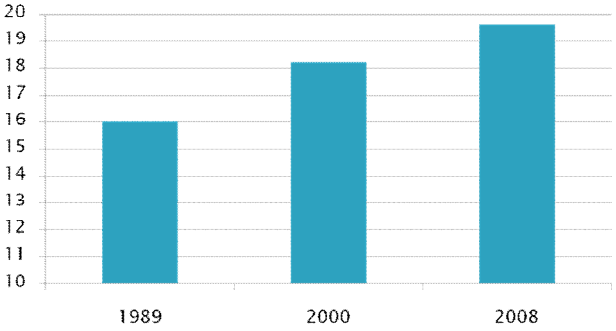


Фиг. 1: Средна ефективна продължителност на пенсиониране в България

Очертаната на фигурата тенденция показва, че от началото на прехода до тази година средната реална възраст намалява, като спадът е най-голям през 2002 г., когато достига рекордно ниско равнище от 51,5 години. От 2004 г. започва монотонна тенденция към нарастване и достига 56,2 години през 2009 г. С това равнище България остава страната с най-ниска възраст за получаване на пенсионни права. За сравнение, ефективната възраст за пенсиониране в Норвегия (64,4), Швеция (63,6), Великобритания (62,6), Испания (62,1) и др.

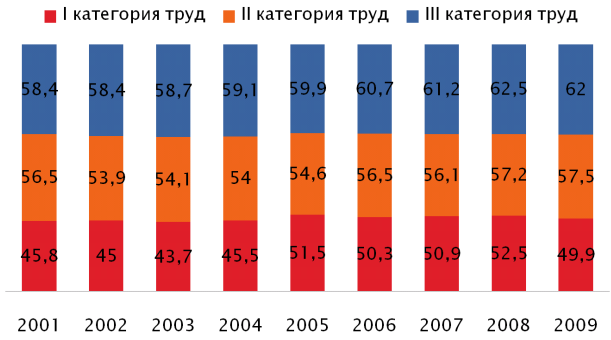


Фиг. 2: *Динамика на пенсионната възраст по групи пенсия в България*

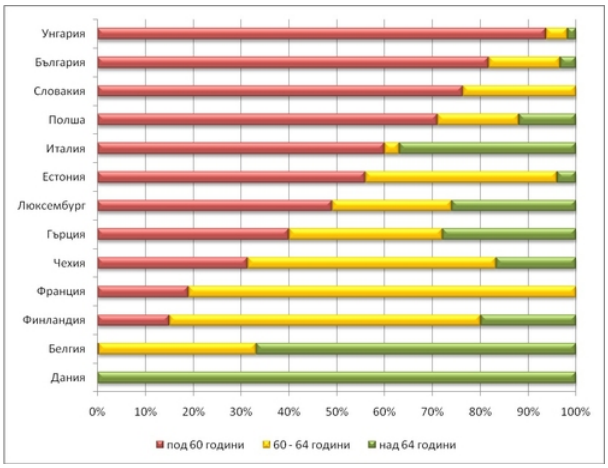


Фиг. 3: *Средна продължителност на получаване на пенсия:*

Анализът на Фиг.2 и 3 показва, че при установения пенсионно-осигурителен модел, за да получат пенсионни права, българските граждани средно отработват 35,3 години и получават пенсия 20,4 години. Социологически изследвания показват, че феноменът на ранното пенсиониране в България се аргументира с липсата на мотивация да отложат пенсионирането си заради липсата на достатъчно подходящи работни места и принудителното социално изключване [4]. Обратно на стремежа на европейски граждани от другите европейски страни, българинът търси „спасение" в ранното пенсиониране, което му осигурява поне минимален доход. Тази тенденция генерира опасен потенциал за взривяване на социалния мир и са необходими неотложни мерки за нейното неутрализиране. Анализът на пенсионната възраст по видове пенсии показва, че за някои групи тази граница е още по-ниска: 50,4 години за пенсия на военни, съдебна система и МВР; 51,5 години за пенсия за инвалидност поради общо заболяване и др.(Виж Фиг.3 и 4).



Фиг. 4: *Промени в съотношението на пенсионната пенсионната възраст*



Фиг.5: *Относителен дял на пенсионерите, получаващи пенсия преди и след пенсионна възраст*

Четвърто, липсата на ясна, недвусмислена национална стратегия относно принципите за провеждане на реформата и актуалния политически дебат оценен като *„липса на дебат"*, предизвика спешната намеса на техническата мисия на МВФ за пенсионната реформа в България, която препоръча пет неотложни мерки: 1) повишаване на възрастта за пенсиониране още от 2011 г.; 2) увеличаване с 2% вноските за пенсии още от януари 2011 г.; 3) засилване на контрола върху получателите на пенсиите за инвалидност и комисиите, които ги присъждат; 5) в средносрочен план България трябва да промени формулата по която се изчисляват пенсиите и модела на разходопокривната система.

Пето, частните пенсионни фондове в България, създадени през 2000 г. като част от изпълнението на Лисабонската стратегия все още нямат устойчиво развиваща се норма на възвръщаемост което в дългосрочен план ще генерира рискове за възможността да изплатят договорените пенсии и ще упражни натиск върху държавния бюджет. Успешното управление на този риск изисква държавните гаранции относно ефективността и надеждността на регулирането на националните финансови пазари, на които се формира тяхната доходност.

III. ИЗВОДИ

България изостава значително както по темпове, така и по качество на пенсионната реформа, въпреки че пътят е ясен и се следва от всички. България трябва да предприеме неотложни мерки за реализация на стратегическите си приоритети в модернизацията на националната пенсионно-осигурителна система:

3.1. Осигуряване на устойчивост на националната пенсионно-осигурителна система чрез преход от държавния разходопокривен модел към капиталонатрупващи системи в които личните спестявания за пенсия нарастват и индивидуалната пенсионна сметка се управлява с участието на лицето.

3.2. Гарантиране на адекватността на националната пенсионно-осигурителна система, изразена в определяне на адекватни равнища на двата основни параметъра – размер на осигурителната вноска и размер на получаваната пенсия. Така ще се осигури устойчивост и защита на интересите както на осигурителя, така и на осигуреното лице.

3**.3. Новият модел трябва да осигури справедливост и равни възможности** на всички заети да акумулират адекватни пенсионни права, а от друга страна трябва да постигне устойчив баланс между продължителността на трудовия живот и времето прекарано в пенсия. Ранното пенсиониране и високата степен на инвалидизация превърнаха българската нация в „най-младата пенсионерска нация" в EU 27. По данни на НОИ през 2009 г. от всички пенсионери в работоспособна възраст (до 63 г.) само 40% са постигнали изискванията за стаж/възраст (категорийни работници, военни пенсионери и МВР), останалите 60% получават пенсия поради инвалидност. Ако тази тенденция продължи и в следващия период, увеличаването на възрастта няма да е достатъчно за да балансира потребностите на сребърния фонд.

3.4. България трябва неотложно да пристъпи към приложение на регламентите на ЕС относно координацията на системите за социална сигурност ЕС/987/2009 и да осигури мобилност на пенсиите, като разшири обхвата на защитата и гарантира, че осигурителните периоди, осъществени в която и да е държава-членка ще бъдат приети при натрупването на пенсионни права.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Демографски доклад за 2008 г.: посрещане на социалните потребност в едно застаряващо общество (SEC 2008/2911).
[2] Доклад на ЕК и Комисията за икономическа политика от 2009 г. за застаряването на населението: икономически и бюджетни прогнози за 27-те държави на ЕС (2008-2060).
[3] Позиция на Съвета за тристранно сътрудничество за пенсионна реформа по текущия дебат, 22 юли 2010.
[4] Tilford S. and Whyte P. (2010), The Lisbon Scorecard . The road to 2020, CER, march 2010
[5] The Lisbon Review 2008/2009.
[6] www.consilium.europa.eu
[7] www.bulgaria2020.com
[8]http://www.businessinsider.com/
[9] http://www.nssi.bg/
[10] www http://.vesti.bg

За контакти:
Недка Николова, доцент д-р
Катедра"Икономика и мениджмънт", ФМНЕ
ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, НУК-426
E-mail: nn_bg@abv.bg

Рецензент: доц. д-р. Донка Иванова - ТУ-Варна

РАЗВИТИЕ НА БИЗНЕС ОРГАНИЗАЦИИТЕ И ВРЪЗКАТА ИМ С ИНФОРМАЦИОННИТЕ СИСТЕМИ И ТЕХНОЛОГИИ

DEVELOPMENT OF THE BUSINESS ORGANIZATIONS AND THEIR RELATION TO THE INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES

Дарина Маринова Павлова

Резюме: Предмет на настоящата разработка е връзката между достигнатото ниво на зрялост на бизнес организациите и информационните системи от клас ERP . Разгледани са ERP системите, като елемент от управлението и контрола на бизнеса. За тази цел се изяснява понятието ERP система, както и нейните предимства и недостатъци, критериите за избор в резултат на прилагането й в управлението на бизнес организациите .
Ключови думи: бизнес процеси, бизнес стратегия, ERP системи, интегрирани системи за управление на бизнеса, управленски информационни системи

Summary: A subject to the current theme is the relation between the achieved level of maturity of the business organizations and the informational systems of the ERP class.
Here is paid attention to the ERP systems as an element of the management and control of business. For that purpose the term ERP systems, its advantages and disadvantages and the criteria for choice as a result of its application in the management of the business organizations are analyzed and explained.
Keywords: business processes, business strategy, ERP systems, integrated systems for management of business, management informational systems

I.ВЪВЕДЕНИЕ

Промените се превръщат в нормално състояние за съвременната бизнес организация. Динамично развиващата се бизнес среда и появата на качествено нови концепции и технологии изискват от бизнес организацията промени, водещи до бързо и ефективно адаптиране към новите условия. Тези промени се реализират чрез нови модели, подходи и концепции, които осигуряват конкурентоспособност на бизнес организациите. Компаниите бързо трябва да въвеждат нови бизнес модели и стратегии, чрез които ще бъдат способни да развиват успешно своя бизнес. Анализирайки предизвикателствата пред бизнес организа-циите днес, може да се каже че основната цел е свързана с това как да се постигнат по-ниски оперативни разходи, по-добро ниво на производителност, да се повиши ефективността по веригата доставчик – клиент, и в същото време да се поддържа непрестанно продуктово развитие необхо-димо за да се отговори на динамичната бизнес среда и потребителски нужди. Основната цел е да се направи възможно придобиването на конкурентни предимства, които надминават тези основани само на оптимизация на разходите.

Бизнес софтуера, и по специално корпоративните информационни системи от клас ERP възникват поради нуждата от детайлно и систематично управление на бизнес процесите в компаниите. Следова-телно, водещото по наше мнение е бизнеса и по – конкретно оптимизирането му, а не самия софтуер, който носи възвращаемост само ако спомага за решаването на конкретни бизнес проблеми или за изпълнението на дадена бизнес стратегия.

От друга страна, моделирането и избора на даден начин за извършване на определен процес, както и определянето кои процеси са основни за организацията и кои не, е следствие преди всичко от дефинираната организационна стратегия, от нивото или степен на развитие, което е достигнала организацията при своето функциониране. За целта е необходимо да се оценява организационно-

технологичната зрялост на организацията (т.е. да се оценява степента на използване на методи, практики и средства за достигане определено ниво на зрялост). Зрелостта на една бизнес органи-зация се оценява чрез използване на еталон-ни модели, демонстриращи основните характеристики, които организацията трябва да постигне в своето развитие. Тези модели трябва да отразяват основните тенденции (еталон) и да дават възможност за извършване на организационна диагностика, като предлагат методика за оценяване на основните аспекти и характеристики от дейността на организацията. Организацион-ните модели се явяват обобщение на опита и практиките на водещите световни лидери и допринасят за оценка равнището, постигнато от организациите решили да достигнат световните критерии.

Настоящата разработка си поставя за цел да се проследи и анализира връзката между нивото на развитие на бизнес организацията и внедряването на информа-ционните системи от клас ERP и по-специално как може да помогне ERP системата за повишаване на нейната конкурентоспособност.

II. СЪВРЕМЕННИ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИЕТО НА БИЗНЕС ОРГАНИЗА-ЦИЯТА (БО) И ИНФОРМАЦИОННИТЕ ТЕХНОЛОГИИ

1. Характеристиките на съвременния бизнес могат да бъдат обобщени в следните посоки:

- Преход от чисто икономическо към комплексно мислене при решаване на проблемите.
- Основната цел на управлението се премества от икономия на разходи и ефективно използване на ресурсите към разширение на мащаба на бизнеса, в т.ч и количествена оценка на развитието на бизнеса.
- Целите на бизнеса са ориентирани по-скоро навън, отколкото вътре в органи-зацията.
- По-голямо внимание се отделя на потребителската стойност (определяна от пазара), отколкото на икономи-ческата стойност (определяна от възмо-жностите на компанията).

В зависимост от организационната зрялост на бизнес организацията е различна и степента на използване на информацията и *информационните технологии* в нейните бизнес процеси. При оценяване необходи-мостта от *информационните технологии* за конкретна фаза от развитие на организаци-ите, трябва да се има предвид следното:

- Всички функции по управление в организациите се осъществяват чрез анализ, обработка и предаване на информация.
- Информацията за една организация се явява производствен ресурс, както капиталовложенията, човешките ресур-си, основните фондове и т.н.
- Успехът на всяка организация е в пряка зависимост от това как и доколко добре се обработва и използва съответната информация.

2.Основни функции на информационните технологии

Съвременните тенденции в разработването и предлагането на програмни продукти и информационни системи се характеризират с непрекъснато увеличаване на техния обхват и приближаване все повече към нуждите на мениджърите и специалистите в практиката на управлението. Всяко следващо поколение информационни систе-ми и технологии притежава все поголеми възможности и специализация в направле-ние на изискванията и нуждите на мениджъ-рите. Предвид на това се формират две основни функции:

- Автоматизация на процесите – характерна за традиционния бизнес модел.
- Инструментариум за правилна реакция на външни събития –

характерна за съвременния модел на бизнеса.

Ако организацията съумее да достигне разумен баланс между тези две функции, тя ще може да получи конкурентно предимство, състоящо се в:

- По оперативно реагиране на всяка промяна на пазара;
- Производство на продукти с по-малко разходи;
- Привличане на повече клиенти, като резултат.

3.Фактори за внедряване на информационни технологии

Определящата роля на информационните технологии (ИТ) за повишаване способността за адаптиране на бизнес организациите и успешно пости-гане на техните цели е факт. Често обаче мениджмънтът се сблъсква със ситуации, в които съществуващите ИТ се оказват несинхронизирани с целите на организацията. Постигането на синхрон между бизнес процесите и ИТ все по-често се поставя на фокус, тъй като пряко влияе върху гъвкавостта на организацията и адаптивността й към бързопроменящата се среда. [1]
На ниво бизнес организация могат да се разграничат следните фактори, влияещи върху процеса на внедряване и ефективно използване на ИТ:

- Ниво на развитие на ИТ;
- Степен на използване на ИТ, в зависимост от организационната зрялост на организацията;
- Степен на развитие на информационна култура на организацията, като цяло и на нейните сътрудници;
- Степен на развитие на организационна култура в организацията.

4.Съответствие на степента на зрялост на организацията и използваните технологии

Степента на необходимост от информационни технологии е пряко свързана с нивото на организационна зрялост на бизнес организацията. Опитът за внедряване на мощна съвременна технология, ако нивото на организацията не съответства на нивото на технологията води до големи разходи и загуба на време.При предложение за внедряване на нова технология следва да се анализира и оцени етапа на зрялост на бизнес организацията и да се вземат обосновани управленски решения. Тези решения могат да се формулират в няколко посоки:

- Отказване от новата технология;
- Използване на технология съответства-ща на нивото на зрялост на организа-цията;
- Предприемане на действие за достигане нивото на зрялост на организацията до това на новата технология;
- При остра необходимост от новата технология, се препоръчва да се създаде нова бизнес единица с особени, отлича-ващи се от тези на организацията прави-ла за управление;
- Осъществяване на консултации с експерти в областта.

В таблица 1 е дадена обобщаваща оцен-ка на значението на ИТ за развитие на бизнес организацията в зависимост от целите, инструментариума за тяхното постигане и решаването задачи.

Таблица 1. Значение на ИТ за формиране зрелостта на бизнес организациите

Цел	Модели/инструменти	Решавани задачи
Поддръжка стратегическите цели на организацията.	Многомерен анализ, прогнозиране,интелектуална обработка на данни; Информационно аналитични системи; Business Intelligence (BI)	Анализ на текущата дейност на организацията; Прогнози за развитие на бизнеса.
Ориентация ресурсите на организацията към реализиране на стратегическите цели.	Business process reengineering(BPR) Balanced Scorecard (BSC)	Оптимизация на бизнес процесите
Проследяване съответствието на текущото състояние на бизнеса с плановата траектория на неговото развитие.	Balanced Scorecard (BSC) EXCELLENCE MODEL (EFQM)	Мониторинг на бизнес процесите
Оптимизиране бизнес процесите на организацията	Enterprise Resource Planning ERP Business Process Management(BPM) Workflow (WF)	Управление на производството
Управление взаимоотношенията с партньори и клиенти	Customer Relationship Management CRM Supply Chain Management (SCM)	Управление на взаимоотношенията със заинтересованите лица.

От таблицата е видно, че при промяна основните цели на организацията и при появата на потребност от по-ефективна организация на бизнеса, възниква необходимост от по-сложна технология. При това, колкото е по-голям делът на информа-ционните технологии в оптимизация на бизнеса, толкова е по-голям рискът от тях-ното използване.

5.Проблеми при използване на информационните системи в бизнес организацията

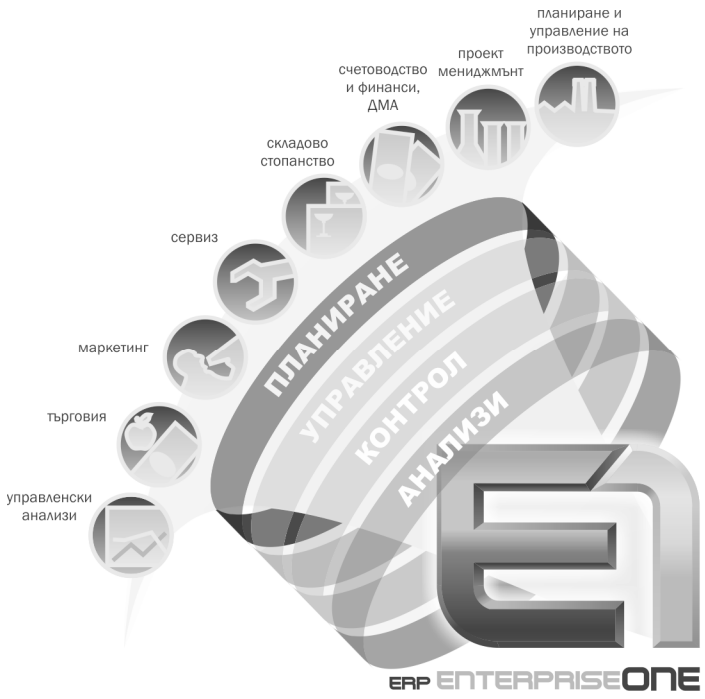
5.1.Определение на интегрирани бизнес информационни системи – ERP

Най-общо казано ERP представлява софту-ер, който управлява основните аспекти на бизнеса, включително производство, про-дажби, финанси и обслужване на клиенти. ERP е абревиатура на английския термин Enterprise Resourse Planning. "Метод за ефе-ктивно планиране и контрол върху всички ресурси, необходими да се набавят, произ-ведат, доставят и осчетоводят клиентските поръчки в производствена, разпрост-ранителска или обслужваща компания" [3]

ERP е мултимодулен софтуер, чрез който се цели интеграция на целия информационен поток в една компания – финансова и счетоводна информация, информация свързана с човешките ресурси, информация за логистика и информация за клиенти. Най-общият вид на една ERP система е показан на фиг.1 [4]

ERP системите не са просто технологично решение. Те целят решаването на бизнес проблеми и от изключителна важност е поставянето на ясен план за въвеждане на цялостна информационна система в контекста на бизнес предизвикателствата и проблемите в една компания.

За да се **разберат** потенциалните ползи от една такава система, трябва **да се формулира** основният проблем, който те целят да разрешат – фрагментацията на информация при бизнес организациите. Информацията е един от основните активи на бизнес организацията. Няма процес, който да не е свързан с някакъв вид информация.



Фиг.1

Когато в една организация се използва цялостна информационна система, ползите могат да бъдат огромни. Основата на една такава система е трислойна: предста-вящ,приложен и слой с бази данни. В базата данни се събира и разпространява информа-ция от и към модулните приложения подпо-магащи на практика всички бизнес опера-ции, независимо от тяхната функционалност или географско разположение.

Корпоративните информационни сис-теми като ERP улесняват, обобщават и съхраняват потоците на информация в бизнес организациите и осигуряват на мени-джмънта директен достъп до безценна оперативна и управленска информация в реално време. С интеграцията на инфор-мацията компаниите реализират значителни ползи, защото тогава става по-лесно въвеж-дането, съхраняването и достъпа до инфор-мация.

Друга основна характеристика на една информационна система са това което наричаме най-добри бизнес практики. Тези практики за извършване на определени операции са възникнали както поради невъзможността една система да обхване специфичните бизнес процеси във всяка една организация, така и поради ненужното създаване на различни стандарти за дадени процеси в организациите. Системите, разбира се, позволяват известна степен на адаптиране към организационни особе-ности. Например, поради факта че системи-те са модулни, компанията може да избере кои модули да въведе.

По останалите две процедури – коригиращи действия и превантивни действия, ERP системата не може да бъде полезна. Тези две процедури зависят изцяло от реше-нията на управляващите в дадена органи-зация. Възможно е обаче, чрез специфични доработки или отпечатки резултатите от тези процедури да се заложат в ERP системата.

5.2.ERP в контекста на стратегията на бизнес организацията

Разгледани в контекста на стратегията на организацията, интегрираните информацион-ни системи могат да реализират както ползи, така и проблеми. Една тяхна основна характеристика може да бъде особено опасна в контекста на бизнес стратегията – почти универсалното им приложение. При развитието на информационни системи в миналото организациите първо решават как ще осъществяват бизнеса си и тогава въвеж-

дат софтуер, който подкрепя уникалните им бизнес процеси. В този процес често се е случвало да се пренапишат големи части от софтуерния код, за да може системата най-точно да отговори на бизнес процесите на организацията. С интегрираните информа-ционни системи процесът е обратен –най-често се налага бизнес организациите да адаптират бизнес процесите си спрямо сис-темата и въведените в нея добри практики.

В контекста на стратегията възникват въпросите: дали наистина използването на добри практики е най-добрият начин за управление на бизнеса и дали техническите изисквания на системата съвпадат, или противоречат на бизнес изискванията на организацията. Например, ако една бизнес организация притежава конкурентно предимство, свързано с непрекъснато подобря-ване качественото на обслужване на своите клиенти и постоянно предлага по-качест-вено обслужване в сравнение с конкурен-тите си с цената на заобикаляне на формал-ни процедури и системи, въведе информа-ционна система, вследствие на което следва по-рационален, но не толкова гъвкав процес на приемане на клиентски поръчки, тази фирма ще загуби конкурентното си пре-димство и пазарни позиции.

5.3.Предимства и недостатъци на ERP системите

Предимствата и недостатъците , които една стандартна ERP система може да донесе на бизнес организацията , са систематизирани в таблица 2.

Таблица 2. Предимства и недостатъци на ERP системите

Предимства	**Начини за постигане**
Надежден достъп до информацията	Обща система за управление на базите данни, последователни и точни данни, подобрени отчети
Лесна адаптируемост	Промените в бизнес процеса са лесни за адаптация и преструктуриране
Избягване на повтарящи се данни и операции	Модулите имат достъп до едни и същи данни от базата данни, избягват се операциите по многократно въвеждане и обновяване на данните
Намаляване времето на доставка и на производствения цикъл	Минимизиране на времето за обработка на информацията
Намаляване на разходите	Подробен контрол чрез анализ на решенията в цялото предприятие
Възможност за разширяване	Структурен и модулен дизайн
Улеснена поддръжка	Дългосрочен договор с доставчика на системата
Е-търговия, е-бизнес	Интернет бизнес, търговия и култура на съвместната работа
Недостатъци	**Начини за елиминиране**
Скъпо струващи	Цената може да варира от хиляди долари до милиони. Цената на бизнес процесите може да бъде извънредно скъпа и те трябва добре да се познават. По този начин всички функции могат да се разработят като самостоятелни елементи (градиенти) и да се изберат само тези, които са необходими.
Приспособимост на модулите	Архитектурата и компонентите на избраната система трябва да отговарят на бизнес процесите, културата и стратегическите цели на организацията, за да може да се дефинира и моделира дизайнът и функционалността на приложението на конкретния клиент.
Зависимост от доставчика	Избор между един доставчик или множество от доставчици, необходимост от дългосрочна поддръжка.
Възможности и сложност	ERP системата може да има прекалено много възможности и модули и потребителят трябва внимателно да избере и внедри само необходимите му.

Тези и други специфични проблеми, които се проявяват по време на внедряването на интегрирани информационни системи в управлението, са пречка при плавното им реализиране в практиката. Но предимствата, които те могат да реализират, си остават движеща сила, заедно с лавинообразното нарастване на наличната информация, при нуждаваща фирмите да инвестират време и ресурси в това напра-вление. Така те си осигуряват конкурентно предимство и се доближават до първите в отрасъла. Направените изследвания показ-ват, че тези системи имат икономически ефект в периода до 2 години след тяхното внедряване. В резултат на внедряването им се постига среден темп на прираст на производителността около 15 до 25 % [5].

Въз основа на анализа на горните таблици, може да се отбележи, че когато избират софтуерните продукти, потребителите следва да се ориентира към фирми производителки, които са отдавна на българския пазар, т.е. имат разработена дистрибутивна мрежа и традиции, познават икономическата ситуация в страната и др. Във връзка с това е необходимо потре-бителите да се запознаят подробно с наличните на пазара претенденти, лиде-ри,нишови играчи, прозорливи играчи и т.н.

5.4. Критерии за избор на ERP системи

На базата на анализираните дотук материали могат да се изведат критериите за избор на *ERP системи*:

• Пригодност към дейността на бизнес организацията –за различните отрасли са оптимални различни специфични методи на управление, за да отразяват спецификата на стопанската дейност.

• Тип производство – всяко производство (единично, серийно, масово, комбинирано),
както и бизнес администрация, складове, магазини, бензиностанции, ресторанти се характеризират с определена технология, организация и методи на управление.

• Функционален обхват – интегрираната система трябва да предоставя средства за управление на всички функционални подсистеми и фази на управлението – планиране,отчетност, контрол, анализ, регулиране, и е свързана със счетоводството.

• Съответствие с националните условия – методите за решаване на задачите и представяне на данните трябва да съответстват на изискванията на нормативната база.

• Локализация – ако възприетата в системата терминология се различава от приетата у нас, това може да попречи на ефективното използване на системата.

• Системен софтуер – използваните операционни системи, бази данни и езици за
програмиране трябва да бъдат общоприети и проверени в практически условия.

• Системата да има много и успешни внедрявания.

• Средства за защита – системата трябва да предпазва данните от несанкциониран достъп и да предлага различни нива на достъп до данните в зависимост от потребителя, да осигурява контрол и проследяемост на процесите.

• Документация – налични подробни ръководства и инструкции, включително и на български език.

• Работещи прототипи – което е една добра практика на запознаване със системата.

• Цена на покупката и внедряването – лиценз, необходим хардуер, разходи по вне-
дряващия екип, обучение, консултантски услуги, реорганизация на процесите и да е приемлива за бизнес организацията .

• Системата да се внедрява бързо.

• Интерфейсът и материалът да се усвояват бързо.

• Възможност за лесна поддръжка, дори от разстояние.

III. ИЗВОДИ

В заключение могат да се формулират следните обобщения:

1.ERP системата може да се състои от различни модули – финансов модул, модул

за пласмент, модул за производство. Всеки от тях използва информацията, която се съхранява в базата данни на организацията. Някои от основните процеси, които могат да бъдат управлявани от софтуерни ERP реше-ния са: магазин, склад, производство, бизнес монитор, счетоводство, инвентаризация, кредитен контрол, промоции, комуникации, акцизни и данъчни складове, многоезична работа, система за дистанционна помощ-Konto Online Suport и др.[2]

2.Българските бизнес организации вече са „убедени" в ползата от инвестиции в ERP софтуер и активно търсят доставчиците.

3.В условията на нарастващ интерес от страна на потенциалните купувачи и пазар, намиращ се много далеч от точката на насищане, проблемите ще продължат и през следващите години.

4.Много от българските компании по никакъв начин не са подготвени за неизбежното навлизане на сериозна конку-ренция. Навлизането на големи компании с готови капитали, ще повтори модела, по който се работи в Холандия, Германия или други европейски страни.

5.Шансът на българските фирми е в гъвка-востта и в познаването на местния пазар. ERP системите са пригодени да работят с европейските изисквания и поради това внедряването на такава система не е лесна задача за **българските компании**. В това отношение голямо значение има опитът, който те са натрупали през последните два-десет години, и анализирайки техния опит, могат да се направят следните **изводи**:

• Трябва добре да се познава дейността, която се автоматизира, и да са *диференци-рани всички функции.*

• Да се разработят всички функции като *самостоятелни елементи (градиенти).*

• Да се разработи подходящ *инструмен-тариум,* който да позволи на внедрителския екип да дефинира и моделира дизайна и функциите на приложението на конкретния клиент.

Следователно познаването на процесите, функциите, добрите практики е необходимо да са реализирани и заложени в системата. Тяхното проявление при дизайна и конкрет-ната дефиниция на приложението за конкретен клиент трябва да са достъпни и лесни за системата.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Велев ,Д.Информатика, Авангард Прима, С., 2007.

[2] Интелигентно управление на бизнеса,SAGA technology, ноември 2007.

[3] APICS® Dictionary, Десето издание, Stock No. 01102,1/02

[4] http:// erp.bg

[5]http://www.idg.bg

За контакти:
Дарина Павлова, доц.д-р в катедра"Икономика и мениджмънт"
при ФМНЕ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1
e-mail:pavlovad@mail.bg

Рецензент:
доц. д-р. инж. Кирил Георгиев- ТУ-Варна

ИКОНОМИКА НА МЕДИИТЕ: ПРОДУКТИ, ПАЗАРИ И КОНКУРЕНЦИЯ

ECONOMICS OF THE MEDIA: PRODUCTS, MARKETS AND COMPETITION

Александър Тодоров

Резюме: Медийните продукти и услуги притежават някои особености, които ги отличават съществено от повечето икономически блага. Тези специфичности предопределят пазарите, на които са активни медийните фирми, както и интезивността на конкуренцията в тях. Типично това са концентрирани пазари, клонящи към образуването на монополи. Целта на тази статия е първо да анализира основните икономически характеристики на медийните продукти и свързаните с тях пазари. Базирайки се на това знание могат да се направят някои изводи за конкуренцията и концентрацията на медийните пазари, както и препоръки за последващ анализ на тези проблеми.

Ключови думи: медийна икономика, пазарни структури, индустриална организация, политика на конкуренцията.

Abstract: Media goods possess some peculiarities, which distinguish then significantly from most of the economic goods. These characteristics determine the markets, in which media firms operate, as well as the level of competition. Typically, theses are concentrated markets, with a tendency to the formation of monopolies. The purpose of this paper is firstly to analyze the basic economic characteristics of media goods, as well as of the relevant markets. Based on this knowledge it is possible to evaluate the competition and the concentration on media markets, as well as to make some recomendations for further analysis of these issues

Keywords: media economics, market structures, industrial organization, competition policy.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

От икономическа гледна точка, медийните продукти представляват широк набор от стоки и услуги, целящи задоволяването на потребностите на публиката, която има нужда да бъде информирана, забавлявана или образована. Медиите и техните продукти притежават някои икономически особености, които изискват задълбочено разглеждане, излизащо извън рамките на стандартния икономически анализ. Целта на настоящата статия е първо да хвърли повече светлина върху икономическите особености на медийните продукти, да представи най-важните характеристики на пазарите свързани с тези продукти и услуги и да анализира конкуренцията в медийните пазари.

II. СПЕЦИФИЧНОСТИ НА МЕДИИТЕ

II.1. Нематериална същност

За да се разберат особеностите на медийните пазари, човек първо трябва да е наясно със същността на медийните предприятия, които се занимават със създаване и разпространяване на информация [3]. Това обуславя и основните особености на този отрасъл, произтичащи от нематериалната същност на информацията.

Най-важното последствие от нематериалната същност на информацията се изразява в неприложимостта на класическия разходен подход. Веднъж вече събрано и подготвено под формата на статия или предаване, разпространяваното количество от съответната програма или публикация няма почти никакво значение за разходите. Ако се абстрахираме от разходите за физическото разпространение на материалния носител на информацията, то разходите за разпространението на една допълнителна единица информация е почти нула. Икономическото последствие от този феномен се състои в това, че всяко допълнително продадено копие създава изключително малко допълнителни разходи, но генерира допълнителни

приходи. Това от своя страна причинява проблеми при структурирането на целия отрасъл.

II.2. Обществени блага

Нематериалната същност на информацията е причина тя да може да бъде окачествена като обществено благо [5, 12]. Те изпълват двата основни критерия за наличието на обществени блага: отсъствието на конкуренция при потреблението и невъзможността от изключване потребители.

Конкуренция при потреблението отсъства тогава, когато дадено благо може да се консумира от няколко потребители едновременно без това да оказва негативно въздействие върху полезността на отделния потребител. При повечето стоки е налична конкуренция при потреблението. Това не важи за информацията: потреблението на дадена информация от един слушател, зрител или читател не пречи на други потребители да могат да консумират същата информация в същото качество. Като резултат е налице възможността незаплатили потребители да се сдобият с нея, без това да навреди на нейните първоначални потребители, заплатили съответната цена. Това е различно обаче ако се вземе под внимание физическия носител на информацията. Например, четенето на вестник става все по-трудно при увеличаващ се брой читатели, или в областта на интернет, където едновременният достъп на прекалено голям брой потребители до една и съща услуга може да доведе до проблеми в реакцията на сървъра, което от своя страна би понижило качеството на предлаганата услуга.

Най-общо информацията не позволява изключването на потребители от консумацията й. Например, ако една информация е вече в обръщение, контролът дали тази информация е консумирана, кога, къде и от кого е много трудно осъществим. Докато обаче информацията изпълва изцяло критериите за наличието на чисти обществени блага, услугите на медийните предприятия могат само частично да бъдат класифицирани като такива. Например, разпространението на медийни продукти позволява изключване на потенциални потребители. Операторите на мрежи за разпространение на радио- и телевизионни сигнали постигат изключването на потребители посредством т.нар. декодери. При печатните медии изключването на потребители се поражда естествено от материалната същност на печатното издание (т.е. вестника или списанието).

Медийните продукти и услуги следователно не могат да бъдат характеризирани като обществени блага в класическия смисъл. Нематериалната същност на информацията е причина съдържанието на медийните продукти да бъде класифицирано като обществено благо, но разпространението на съдържание представалява класическа, подвластна на законите на пазара, услуга. Това не решава изцяло проблемите свързани с медийните пазари, тъй като в много случаи изключването на потребеители би било технически възможно и икономически безсмислено. Това е свързано с намаляващите средни разходи, които възникват при разпространението на съдържание.

II.3. Намаляващи средни разходи

Нематериалната същност на информацията води до липсата на класическа разходна функция на фирмата [8, 9]. В повечето случаи променливите разходи на производството нарастват с увеличаване на произведеното количество, тъй като с нарастването на продукцията нараства и количеството на необходимите за това производствени фактори. От дадено количество продукция нататък разходите необходими за единица допълнителна продукция надвишават допълнително реализираните приходи; от икономическа гледна точка това се дефинира като оптимална граница на произвежданата продукция.

При информацията прилагането на тази логика е невъзможно поради наличието на проблема за първоначалните разходи: при положение, че информацията е подбрана, съставена и трансформирана в

подходящ за излъчване или печатане формат, от гледна точка на разходите е без значение – ако се абстрахираме от разходите за разпространение или сравнително ниските разходи за материалния носител – колко зрители, слушатели или читатели в действителност потребяват тази информация. Технически погледнато пределните разходи, т.е. допълнителните разходи, които възникват за достигането на всеки допълнителен зрител, слушател или читател са незначително ниски. Така за медийните фирми е рационално да разпространяват информациите, колкото се може повече; в крайна сметка това е свързано с много малко допълнителни разходи, но могат да се очакват допълнителни приходи. Теоретично има смисъл броя на допълнителните потребители да се увличава до безкрайност.

Възможно е, подобна логика да важи и за разпространението на информацията. Причина за това са първоначалните фиксирани разходи, свързани с изграждането на разпространителска мрежа. Например, изграждането на мрежа за наземно разпръскване на радио- и телевизионни сигнали, както и на разпространителска мрежа за печатни медии изискват сравнително високи първоначални инвестиции, още преди първата произведена информация да е достигнала своите потребители. Тези фиксирани разходи натоварват разходната сметка на предприятието, независимо колко програмни минути или колко печатни екземпляри е произвела. Комбинацията от сравнително високи постоянни разходи и високи разходи за първото копие води до намаляващи средни разходи. Колкто повече програмни минути или колкото е по-висок тиража, толкова повече намалят средните разходи, тъй като постоянните разходи се разпределят върху по-голямо количество крайна продукция.

Като резултат може да се очаква, че от икономическа гледна точка дадена медийна услуга е смислено да се предлага от една единствена фирма, която е в състояние да достигне най-ниските възможни средни разходи. Това може да се разглежда и като причина за възникването на високо концентрирани или монополни структутри при определен тип медийни услуги.

III. МЕДИЙНИ ПАЗАРИ

Медийните фирми са активни едновременно на най-малко три пазара [6, 13]. Степента на ангажираност на медийната фирма във всеки един от пазарите предопределя начините на нейното финансиране.

Първият пазар е свързан с директните потребители на медийни продукти и услуги. Това са читателите, зрителите, слушателите и т.н. Класическите форми на финансиране посредством този пазар са директните абонаментни такси. Те могат да бъдат пакетни или индивидуални. Примери за пакетните такси са годишен абонамент за дадено печатно издание, абонамент за пакет от радио- и телевизионни програми предоставяни чрез кабелни, сателитни или друг вид дистрибуционни мрежи, платена регистрация за интернет страница, предлагаща пакет от медийни продукти и услуги. Индивидуални такси са възможни за еднократно ползване на дадена услуга, например, такса за конкретно аудио-визуално съдържание, статия или услуга при поискване.

Вторият пазар е свързан с възможността на медийните продукти да пренасят както съдържание, интригуващо потребителите, така и рекламни съобщения на фирми, желаещи да информират публиката за своите продукти. От ключово значение за рекламиращите фирми е обхвата на дадения медиен продукт. Колкото по разпространен и атрактивен е той, толкова по-голямо е въздействието на рекламата и съответно толкова по-голяма вероятността рекламираният продукт да бъде закупен от крайния потребител. Основните форми на финансиране чрез този пазар са рекламните съобщения, спонсорските съобщения и интегрирането на

рекламирания продукт в медийното съдържание.

Третият пазар е пазарът за медийно съдържание. Голяма част от медийните фирми не произвеждат сами съдържание, а го закупуват от специализирани доставчици, след което го пакетират по подобаващ начин и го разпространяват. Относителното значение на доставеното съдържание, зависи от конкретния медиен продукт и от специфичностите на конкретната медийна фирма. Освен като търсещи съдържание, медийните фирми се явяват и като предлагащи на този пазар. Например, фирмите освен че могат да закупят правата за дадено съдържание, те могат да ги препродават или лицензират на трети страни. Наред с това те имат възможността да продават или лицензират и собствени продукции.

Финансирането на медийната компания посредством всеки един от пазарите оказва влияние върху продукцията й и нейното пазарно поведение [7, 11]. Например компании, които се финансират предимно чрез реклама се стремят да достигнат все по-голяма публика за да направят рекламното си време по-атрактивно за рекламиращите фирми. Компанията финансираща се от абонаментни такси ще се стреми да предложи съдържание и услуги, които отговарят максимално добре на предпочитанията на крайните потребители. В действителност обаче, компаниите почти винаги ще предпочетат смесеното финансиране, тъй като то им гарантира постоянен приток на приходи и по този начин финансова стабилност.

IV. КОНКУРЕНЦИЯ В МЕДИЙНИТЕ ПАЗАРИ

IV.1. Проблеми на конкуренцията

Дотук направеният анализ показва, че медийните фирми притежават някои ключови особености, които налагат необходимостта от отделен анализ на медийния бранш. Това е от значение особено за политиката на конкуренцията. Заедно с това, обществената значимост на медийните фирми като производител и форматор на мнения изискват внимателното наблюдение на конкурентните отношения на тези пазари. Образуването на висококонцентрирани или дори монополни структури може лесно да се превърне и в политически проблем, тъй като това би било несъвместимо с основните граждански свободи. Образуването на монополи в медийния бранш е нежелателно и от икономическа гледна точка: само в конкурентна среда, медийните фирми биха се ориентирали спрямо желанията на зрителите и биха функционирали ефективно.

На практика съществуват множество аргументи доказващи невъзможността да се осигури функционираща конкуренция в медийния бранш.

По-горе описаната тенденция към образуването на естествени монополи (постоянно намаляващи средни разходи) може да доведе до ситуация, при която в края на конкуретния процес остава само една единствена фирма.

Опасността за конкуренцията на медийния пазар се крие и в спираловидната връзка между реклама и тиражи. С нарастването на обхвата на даден вестник или списание, нараства и неговата атрактивност за рекламната индустрия. С нарастване на приходите от реклама продуктът може да бъде подобрен и съответно направен по атрактивно, което от своя страна води до нарастване на тиража и т.н., докато на пазара остане една фирма с господстващо положение. Същата логика може да бъде приложена и за електронните медии.

Друг важен, и често пренебрегван проблем, е склонността към вертикална интеграция в медийния бранш. Такъв вид конценрация позволява прехвърлянето на пазарна мощ от едно ниво на производствения процес към друго, което би могло сериозно да застраши конкурентните отношения.

Аргумент срещу установяването на достатъчно конкуренция на медийния пазар е също фактът, че разнообразието на мнения притежава характеристиките на

обществено благо. Поради тази причина никой не би бил готов да заплати достатъчно за него. Тъй като принципът на изключването на неплащащи потребители в този случай не работи и липсва конкуренция при потреблението, то чистия пазарен механизъм би довел до производство на количество по-ниско от оптималното.

IV.2. Политика на конкуренцията

Обществената, политическата и законодателната дискусия относно конкуренцията се формира обикновено около идеята за функциониращата конкуренция (*workable competition*) [10]. Според нея, нужда от намеса в пазарната конкуренция има тогава, когато са налице значителни разминавания с идеалните параметри на пазара, като в резултат на което пазарната динамика постепенно изчезва. Индикатори за това биха могли да бъдат: отслабваща ценова конкуренция, намаляваща интензивност на иновационния натиск, бавно и негъвкаво напасване към промени в пазарните условия, ограничен достъп до пазара [5]. Емпиричното установяване на такива процеси обикновено следва основната парадигмата на индустриалната организация: пазарна структура – поведение на фирмите – пазарен резултат [1, 2]. При изследване на "структурата" на даден пазар обикновено се вземат по внимание пазарните дялове на отделните фирми. Под „поведение" обикновено се подразбира наличието на грубо възпрепятстване на конкуренти или на изрично забранени споразумнения. Като „резултат" се разглежда първо цената и след това качеството на продукта или услугата.

Решаващият въпрос за политиката в областта на конкуренцията в частност на медийните пазари би трябвало да бъде, дали свободната конкуренция успява да осигури достатъчно разнообразие на пазара в икономически и публицистичен смисъл. Там, където това не е така, има нужда от намеса на политика на конкуренцията.

Ако високите фиксирани разходи, нелоялната конкуренция или сливания водят до прекомерно концентриране на части от бранша, то намесата би могла да бъде възможна посредством класическата политика на конкуренцията. Съответните мерки срещу такова развитие са забрана на картелни споразумения, наблюдения за злоупотреби с господстващо положение, както и контрол на сливанията. При наличието на ограничен ресурс, като честоти например, икономически ефективното (конкурентно) решение е естествено търг. Такива разпоредби съществуват както на европейско ниво така и на национално в лицето на Закона за защита на конкуренцията (ЗЗК). Проблемът при този вид политика се състои в дефинирането и измерването на концентрацията, установяването на критично ниво на концентрация, както и определянето на релевантния пазар.

Друга – доста критикувана мярка за осигуряването на разнообразието на мнения на медийния пазар е предоставянето на медийни усуги от държавата. Идеята е, че по този начин би могло да се осигури нужното количество от благото „обществено мнение". Фактически, в световен мащаб една трета от фирмите работещи в областта на пресата и две трети от радио- и телевизионните оператори са в ръцете на държавни органи [4]. Основната критика към държавното предлагане и финансиране на медии е, че води до съществени пазарни изкривявания и пречи на развитието на свободна конкуренция. Това важи особено в случаите, когато освен държавното финансиране, тези организации имат право да си набавят допълнително финансиране посредством пазарите, напр. реклама. Държавното предлагане на медийни услуги крие и опасността от държавна и политическа намеса посредством директен или индиректен достъп до редакционните решения на конкретната медийна организация.

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дотук идентифицираните особености на медийните продукти, като нематериална същност и свързаните с тях почти нулеви пределни разходи ги отличват съществено от останалите стоки. В допълнение характера им на поне отчасти обществени блага и постоянно намаляващи средни разходи са признаци за неидеално функциониране на пазарния механизъм. Недостатъци могат следователно да се очакват както в пазарите за медийно съдържание, така и в пазарите за разпространение на това съдържание. Обикновено това се изразява в ограничена конкуренция, под формата на образуването на монополни структури, фирми доминиращи пазара, както и практики, ограничаващи или изключващи конкуренцията.

Като основен индикатор за ограничената интензивност на конкуренцията се приема измерването на концентрацията. Нарастваща концентрация в областта на пресата, радиото и телевизията изисква особено внимание, защото застрашава не само икономически желаната конкурентоспособност на фирмите, но и обществено желаното разнообразие на мнения. Затова е необходимо разработването на адекватни методи и практики за своевременно установяване на концентрацията и периодично наблюдение на тези пазари, както и интегрирането им в практическата политика в областта на конкуренцията.

Трябва да се отбележи обаче, че в резултат на глобализацията възможностите за намеса в пазарите при наличие на основателна причина за това стават все по-малко. Ако досега националните пазари са били от първостепенно значение, то днес пазарните дялове на континентално или дори глобално ниво са релевантните. Това естествено би позволило и позволява толерирането на национални монополи в името на международната конкурентоспособност.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] С. Цветкова-Казандзи. Икономика и цифровизация на електронните медии. Медиа практики в България и Гърция. София, Университетско издателство “Св. Климент Охридски” 2009 г.
[2] J. Bain. Relation of Profit Rate to Industry Concentration: American Manufactoring, 1936-1940, в: Quarterly Journal of Economics, 65, 1951, 293-394.
[3] H. Beck. Medienökonomie. Berlin, Springer 2002.
[4] S. Djankov. C. McLiesh. T. Nenova. A. Schleifer. Who Owns the Media?, в: Journal of Law and Economics 46, 2003, 341-381.
[5] J. Henrich. Medienökonomie, Bd. 1: Mediensystem, Zeitung, Zeitschrift. Opladen 1994.
[6] M. Karmasin. C. Winter. Grundlagen des Medienmanagements. München 2000.
[7] C. Koboldt. S. Hogg. B. Robinson. The Implications of Funding for Broadcasting Output, в: A. Graham et al. Public Purposes in Broadcasting: Funding the BBC. London 1999, 47-71.
[8] J. Kruse. Publizistische Vielvalt und Medienkonzentration zwischen Marktkräften und politischen Entscheidungen, в: K.-D. Altmeppen. Ökonomie der Medien und des Mediensystems. Opladen 1996, 25-52.
[9] B. Owen. Economics and Freedom of Expression. Cambridge 1975.
[10] I. Schmidt. Wettbewerbspolitik und Kartellrecht. Stuttgart, Lucius & Lucius 1996.
[11] N. Seidel. U. Schwertzel. Finanzierungsmöglichkeiten für Fernsehunternehmen, в R. Pethig. S. Blind. Fernsehfinanzierung: Ökonomische, rechtliche und ästhetische Perspektiven, Opladen/Wiesbaden, 13-42.
[12] H. Vogel. Entertainment Industry Economics: A Guide to Financial Analysis. Cambridge 1998.
[13] B. Wirtz. Neue Medien, Unternehmensstrategien und Wettbewerb im Medienmarkt. Eine wettbewerbstheoretische und –politische Analyse. Frankfurt am Main 1994.

За контакти:
ас. Александър Тодоров, Diplom-Volkswirt
Катедра Икономика и Мениджмънт при ФМНЕ на ТУ-Варна, ул. Студентска 1, 503 НУК
e-mail: atodorov@tu-varna.bg

Рецензент:
Доц. д-р Донка Иванова
Катедра Икономика и Мениджмънт при ФМНЕ на ТУ-Варна

ИНТЕРКУЛТУРНАТА КОМУНИКАЦИЯ –СЪСТАВНА ЧАСТ НА ОБРАЗОВАТЕЛНИЯ ПРОЦЕС

INTERCULTURAL COMMUNICATION – ESSENTIAL COMPONENT OF THE PROCESS OF EDUCATION

Валя Касчиева-Мавродиева, Милена Златева

Резюме: Под понятието култура, в статията се разбира същност, която прави хората различни и особени по начина си на живот и възприемане на света. Предпочита се терминът „интеркултурно" тъй като той акцентира върху динамиката на процесите, експлицитно предполага реални взаимоотношиния /интеракции/ и взаимозависимости, предполага диалог и взаимно обогатяване на културите. В образованието, социализацията става проблематична, когато то е основано на един културен модел и изключва други или когато се налага на културно различни лица, което води или до културна адаптация или до маргиналност, отчуждение и изолация.
Ключови думи: интеркултурно взаимодействие, комуникация, образование.

Abstract: Culture is viewed by the authors as such a substance that makes people different and individual in their way of life and perception of the world. The term "intercultural" is preferred since it is the one that emphasizes the dynamics of all the processes, explicitly presumes real interrelations /interactions/, interdependences, presupposes a dialogue and mutual furtherance of cultures. Socialization, in education, becomes problematic, when it is based on one cultural model and excludes others or when it is imposed on culturally different others, leading either to cultural adaptation or marginalization, estrangement and isolation.
Keywords: communication, education, intercultural interaction.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Културата се разбира като същност, която прави хората различни и особени по начина си на живот и възприемане на света. Културата сама по себе си има символно измерение. Символите могат да са кодифицирани и обединени в системи от митове и ритуали. Така всяка общност има своите символи, които сплотяват членовете й около ценностите, които олицетворяват.

Терминът 'интеркултурно' акцентира върху динамиката на процесите. Състои се от две части: 'интер', която експлицитно предполага реални взаимоотношения /интеракции/ и взаимозависимости; и 'култура', разкриваща особеността на ценностите, начина на живот, регламентациите на взаимоотношенията между хората, представите за света, начините на взаимодействие, представите за време и пространсвто и пр. Терминът 'мултикултурно' от своя страна акцентира върху статичните характеристики на ситуацията.

В този смисъл интеркултурността предполага диалог и взаимно обогатяване на културите.

На базата на това, съвсем разумно може да се изтъкне постулатът за обучението като културен процес, реализиращ се в социален контекст. Образованието е културен процес – част от общия процес на социализация, разбиран като интеграция в социалната среда. То е процес на културна трансмисия, на развитие на компетентности в множество системи от стандарти за възприятие, оценка, мислене и действие.

Този процес е обусловен от много и различни фактори, които допринасят за правилното насочване на потока информация към конкретната целева група, с цел обезпечаване на безпрепятственото изпращане на конкретно послание, натоварено с познавателна стойност и неговото правилно възприемане. В този смисъл, процесът на обучение е комуникативен обмен, реализиран в една социално-културна ситуация.

II. АНАЛИЗ

Културата формира човешкото поведение, отношения и ценности а, от своя страна, социализацията е културен феномен. Хората са социални същества, притежаващи индивидуалност, определена от тяхната етническа среда, колективно наследство и културен опит.

Известни са четири типа контакти между културите:

- докосване (съприкосновение): Проявява се в несъвпадението на стереотипите на общуване, утвърдени в различни култури, при което участниците приемат това несъвпадение като съставна част от комуникацията;
- Приобщаване: – всеки един от участниците разполага със знания за стереотипите на ‘другия’, но на практика само единият ги използва, докато другият изхожда единствено от своята перспектива.
- Проникване: – се наблюдава взаимно отчитане на стереотипите на общуване, но ги проявява преди всичко този от участниците, за когото езикът на общуване е нов.
- Взаимодействие: – характеризирано с това, че участниците използват стереотипите и на двете култури, при това както при наличието на съответен сигнал, така и при отсъствието му, общуването не се нарушава.

Чрез процеса на комуникация се осъществява предаването и приемането на послание между комуникатора (инициатор на посланието) и реципиента (получателя на посланието). Комуникационният процес включва кодиране, среда на предаване, декодиране и механизъм за обратна връзка. Този модел на комуникация – комуникатор, послание, канал, получател, кодиране, се базира на модела за пренасяне на знаци и е известен като модел на Шанон-Уийвър. Всяка комуникация започва от комуникатора. Първата стъпка, която комуникаторът трябва да направи, е да кодира посланието, т.е. да ‘пренесе’ информацията във вид на символи, които представляват идеи или понятия. Символите могат да бъдат знаци от различни системи, напр. езикови знаци, жестове и др. Те се използват, за да се кодират идеите в посланието така, че получателят да ги разбере, т.е. те трябва да бъдат познати на получателя. Опитът, отношението, нагласите, нивото на познание, културните особености - оказват влияние върху посланието. Комуникаторът решава какво да предаде чрез посланието си, базирайки се на своята представа за нивото на знания и представи на получателя, на това каква допълнителна информация комуникаторът иска да даде на получателя.

За да предаде посланието, комуникаторът използва някакъв канал като средство за предаване на посланието: устни, писмени, електронни варианти. Ефективността на комуникацията при използването на различните канали е променлива и зависи от характеристиките на съобщението. Например при необходимост да се получи незабавна обратна връзка, каналите на устната комуникация са най-ефективни, защото определени неясноти могат да бъдат премахнати на място. Ако комуникаторът изпраща послание, използвайки неподходящ канал, съществува опасност посланието да не стигне до получателя така, както той е имал предвид.

След като е избран най-подходящ канал/и, посланието подлежи на декодиране или ‘обработка’, което се осъществява от получателя, посредством сигнали, стимулиращи интерпретирането с цел придаване на определено значение на посланието. Комуникацията е успешна тогава, когато получателят е интерпретирал правилно посланието на комуникатора. Правилната интерпретация зависи от редица фактори като степен на познание на темата, степен на доверие между реципиента и комуникатора,

нагласи, култура и други фактори, припокриващи се с факторите, които влияят при кодирането на посланието от комуникатора.

След получаване на посланието, ред е на получателя да му отговори чрез някакъв сигнал – коментар, въздишка, усмивка или друго действие. Дори липсата на действие в някакъв смисъл е отговор. Крайният компонент в комуникационния процес, позволяващ на комуникатора да оцени ефективността на посланието, да предприеме необходимите действия и коригира неправилно интерпретираното послание, се нарича обратна връзка. Тя прави възможно идентифицирането на важни бариери в процеса на комуникация: разлики в образованието, влагане на различен смисъл в думите и разлики в емоционалните реакции.

При реализиране на комуникационния процес се появяват бариери, които влияят негативно върху ефективността му – изкривяват значението на посланието и пречат на комуникацията. Това са например неправилният избор на канал/средства за комуникация, неправилна граматика, използване на професионален жаргон, неподходящо подбрани думи или такива, които влизат в конфликт с езика на тялото.

Според Роман Якобсон комуникацията изпълнява шест основни функции:

Референциална (= контекстуална информация);

Поетична (=автотелична);

Емотивна (=себеизразяване);

Конативна (=вокативно или императивно обръщение към получателя);

Фатична (=проверка на канала за предаване на съобщението);

Металингвална (=проверка на използвания код).

В контекста на социалната среда, комуникацията се разглежда като предаване на информация между и сред индивиди, посредством споделена система от символи (вербални или невербални), които имат едно и също значение за двете страни, в частност - подателя и получателя на съобщението. В социалната среда освен обмен на информация, комуникацията е и обмен на емоции, настроения, нагласи и пр. Нейната ефективност се измерва от това не само в каква степен тя е възприета от получателя, но и доколко е повлияла той да промени нагласите и поведението си, така, че да бъде достигната желаната крайна цел. Според Якобсон функциите на комуникацията в социалната среда могат да бъдат:

- инструментална – изразява се в начина на предаване на информацията;
- интегративна – представя комуникацията като средство за обединяване на индивидите;
- осъществяване на социален контрол, чрез регламентиране на поведението и дейностите;
- транслационна – представя комуникацията като средство за предаване на конкретни дейности, поведение и оценки;
- експресивна – отразява разбирането и съпреживяването на емоционалното състояние на участниците в комуникацията.

Социализацията става проблематична в образованието, когато то е основано на един културен модел и изключва други или когато се налага на културно различни лица, а това води или до културна адаптация, или до маргиналност, отчуждение и изолация.

В този смисъл в постмодерното общество тенденциите в образованието са няколко – оттук и следните идеи:

Човешките отношения, изкуството и образованието се основават на множество различни ценности и тези ценности вероятно са в конфликт.

Знанието е резултат от ценности и култури, следователно то е изменчиво.

Образованието е индивидуално, то е ‘поле’, ’пространство’, в което всеки търси и намира своята образователна траектория. Образованието трябва да задоволява

нуждите на разнообразните групи и индивиди. Обучението трябва да е последователно, демократично и диалогично, предполагащо разнообразие по отношение на съдържание, структури и методи. Все пак образованието е свързано със съвкупност от знания, умения и компетентности, водещи до промяна на начина на мислене, до дух на отхвърляне на конфронтацията с другите култури и създаване на нагласи за реципрочност и коопериране. Образователните решения, взети без отчитане на културния плурализъм, не могат да задоволят потребностите на значителен брой учащи се по най-добрия възможен начин. Несъвместимостта на културните структури, процедурните правила, ценностните ориентации, значимостта на темите и стиловете на работа, могат да доведат до образователни проблеми на културно различните учащи се.

III. ИЗВОДИ

Отчитайки казаното дотук, могат да се отбележат два парадокса при интеркултурната комуникация. Те са: културната идентичност е едновременно и условие, и пречка за интеркултурна комуникация; възприемането на другите като чужденци засилва диференциращите механизми, затрудняващи точното оценяване на различията. Трябва да се акцентира на другите като подобни, за да се достигне до разбиране и разпознаване. Изключително важна предпоставка за успешността на социалната комуникация в интеркултурна образователна среда е толерантното възприемане (разбиране) на Другия, съобразно неговите потребности. Това означава на всеки учащ да се даде правото да бъде автентичен в изразяването на собствените си нужди и чувства, да изразява себе си, съобразно културната си идентичност.

В този смисъл конкретната работа с определена целева група, към която е отправено посланието при един своеобразен процес на обучение, не трябва да бъде организирана само според методиката на преподаване на дадената академична дисциплина. Отчитането на културните различия и типът предварителна информация на знанието за света също са решаващи фактори по отношение на правилното възприемане и декодиране на посланието. Прилагането на такъв тип подход при преподаване на език за чуждестранни студенти би следвало да изисква не само академична подготовка, но и осъзнаване на реалната ситуация на интеркултурното взаимодействие. Прилагането на специфични и нетрадиционни модели на обучение и изпращане на посланието по най-достъпния за възприемане начин в конкретната езикова, социална и културна обстановка също допринасят за успешността на такъв тип начинание. И все пак, независимо от всички теоретико-методологични подходи, методически правила, академичност, поставени цели и предварителна подготовка, едни от най-важните качества, подсигуряващи успешния резултат, са търпимостта и толерантността, за които за съжаление често забравяме.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. E.G.Wertheim. The Importance of Effective Communication.Northeastern University, http://winward.hawaii.edu/facstaff/dagrossa-p/ssci193v/articles/Effective Communication.pdf

[2]. G.Burnett. Varieties of Multicultural education:An Introduction to Multicultural Education. Boston, 1994

[3]. M.Bennet. Basic Concepts of Intercultural Communication.Selected Readings.Yarmouth, 1998

[4]. Макариев, П., Философски проблеми на интеркултурното образование.В: Интеркултурно образование. Наръчник.С.,1996,11-27

За контакти:

ст.преп. Валя Касчиева-Мавродиева, преподавател по английски език в Д"ОМЕО", секция "Езиково обучение" при ТУ-Варна, ул.Студентска 1, НУК-117 и 219

e-mail: valya_mk_m@abv.bg

ст.преп. Милена Златева, преподавател по английски език в Д"ОМЕО", секция "Езиково обучение" при ТУ-Варна, ул.Студентска 1, НУК-117

e-mail: milenazlateva@yahoo.com

Рецензент:

доц. д.ф.н. Лора Попова - ТУ-Варна

ПРЕВОДЪТ КАТО ПРЕДАВАНЕ И ПРИЕМАНЕ НА ПОСЛАНИЕТО СПОРЕД СЪОТВЕТНИЯ ДИСКУРС

TRANSLATION AS MESSAGE TRANSFERENCE AND ACCEPTANCE ACCORDING TO THE RELEVANT DISCOURSE

Валя Касчиева-Мавродиева

Резюме: Посредством някои схващания, базирани на съвременната теория за превода се изтъкват необходимите условия за съществуването и разбирането на отправеното послание, като се очертава рамката на съответния контекст, реалната езикова ситуация, както и социално-културната обусловеност. Преводната теория е разгледана през ъгъла на реализирането на еквивалентен по смисъл и съдържание текст, като наред с теоретичните схващания, разкриващи еволюцията на тази идея като академична дисциплина, се акцентира и върху емпиричната реализация, налагана от съответната културно-историческа и мисловна реалност. Тук, самият Дискурс може да се разкрие като съвкупността от кодирани лингвистични употреби, свързани с даден тип социална практика. Той може да се разгледа според различните форми на предаване на информация, включващи употребата на говорим, писмен и знаков език в контекста на комуникацията.
Ключови думи: дискурс, език, комуникация, култура, превод.

Abstract: By means of some views, based on the Contemporary Translation Theory, some conditions for the existence and understanding of the addressed message have been pointed out. The framework of the corresponding context, the real language situation as well as the socio-cultural determination is being defined. The Translation Theory is viewed through the angle of the realization of a text, which is equivalent in meaning and content; and simultaneously with the theoretical approach, revealing evolution of this idea as an Academic discipline, there is an emphasis on the empirical realization, imposed by the relevant cultural-historical and mental reality. Here, the Discourse itself can be viewed as the totality of codified linguistic usages attached to a given type of social practice. It can be observed in different forms of information transfer, including the use of spoken, written and signed language in the context of communication.
Keywords: discourse, communication, culture, language, translation.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

"Когато нашият свят се свива подобно на изсъхнал портокал и всички хора от всички културни общности се сближават помежду си (макар и с неохота и подорзение), съдбовната присъда за остатъка от живота ни на тази планета може просто да гласи:

ПРЕВОД ИЛИ НЕБИТИЕ.

Животът на всяко същество на земята може един ден да зависи от бързия и точен превод на една единствена дума."

Енгъл и Енгъл 1985:2

[Engle, Paul and Engle, Hualing Nieh (1985) "Writings from the World II"]

Разгледан от позицията на една чисто нова перспектива, преводът е просто едно пренаписване на оригинала, целящо отправяне на послание към определена аудитория. Всяко пренаписване обаче, независимо от намерението на преводача, отразява конкретна идеология, специфични качества на изказа, интелектуални краски и съответно генерира сътворяването на една многопластова манипулируемост, поразяваща онзи, който приема посланието, макар и често неосъзнато насочено към него.

Преводът в контекста на това ново пренаписване може да въведе нови понятия, да разкрие нови жанрове, нови културни и социални хоризонти; т.е. в този смисъл историята на превода е и история на литературното обновление, на формиращото влияние на една културна перспектива върху друга. Според Баснет [Bassnet, Susan "Translation, Tradition, Transmission", New Comparison 8 (Autumn

1989), с.1], преводознанието не трябва да се приема чисто и просто като структурна част от езикознанието, а да се ситуира в историята на културата. С други думи, ако искаме да изучаваме, преподаваме или да оперираме с преводознанието като такова, трябва да вникнем в по-дълбоките културни пластове на времето, традициите и необходимостите на даден момент. В този смисъл изборът на текст за превод не може да е случаен (стига преводът да не е наложен от външни условности), той е имплицитно свързан със своеобразни фактори и явления, типични за съответното време, социокултурната обусловеност, целевата аудитория и не на последно място – чисто авторските интенции.

Макар и в академичните среди да се приема, че преводът е маргинална дисциплина, тази дисциплина е централна за интерпретаторите не само на литературни текстове, но и на специализирана литература.

И все пак, преводът е присъщ на всеки език, поради взаимоотношенията му с други значещи системи, зависимо или независимо от историческата действителност.

II. АНАЛИЗ

Ако чисто условно трябва да се очертаят рамките на една съвременна теория за превода, може да се маркират някои от идеите на Якобсон [Jakobson, Roman (1959), "On Linguistic Aspects of Translation"], който разделя тази област на три подвида: 1). вътрешноезиков превод или преобразуване на знаците от един език в други знаци от същия език; 2). междуезиков превод или интерпретация на знаците от един език чрез знаците на друг език ("същински превод") и 3). междусемиотичен превод или пренос ("трансмутация") на знаците от един език в други невербални знакови системи (например от езика в музиката или изобразителното изкуство). Всички тези вариации взаимно се допълват и обогатяват и възприемайки тази дефиниция, изкушеният лесно осъзнава вплетеността си в семиотичната мрежа на култура, език и рефлексията към останалите научни дисциплини и дискурси.

Това налага така наречения "симптоматичен прочит", или своеобразно вникване в дискурса на определен текст с цел изтъкване на онова, което може или не може да се каже, но само при положение на познаване на конкретните авторови позиции и възгледи. В този смисъл, превежданите автори могат да бъдат разпознати чрез терминологията, изразните средства, спецификата на изказа и културно-социално-историческия нюанс, който може да бъде уловен само ако преводачът познава тази специфика и съумее да я привнесе към крайния продукт, запазвайки кодираното послание.

Генцлер [Gentzler, Eduin, "Contemporary Translation Theories"(1999)] постулира, че когато в ранното преводознание изследователите използват понятия като "литературност", "отчуждаване", "първичен", "вторичен" по отношение на превода, то самите термини разкриват възгледи относно йерархичната същност на дадена култура. Доколкото термини от този тип могат да подпомогнат теоретика да определи как функционират преводите в дадено общество или научен кръг, то същите тези термини могат да станат пречка за разкриване на същността на научното изследване.

Такъв тип методологическа основа води до идеята, че оригиналните източници се оказват по-ценни от вторичната литература, по-голямата част от която не е инициирана от ориентираните към превода дисциплини, каквито са философията и лингвистиката например. Точно обратното, чрез връщането към "оригиналния" източник, се анализира не само експлицитно казаното в текста, но и онова, което текстът не казва или само имплицира.

Налага се една преоценка на критериите в областта на преводната теория, която най-добре може да се постулира на базата на изследователските прозрения на Ричардс [Richards, I. A.

(1929), “Practical Criticism”, New York 1953]. Авторът твърди, че изследователската сфера се състои от текстове, съдържащи първичен познавателен опит, достъпен само за малцина читатели. Тук стремежът е свеждане на множество интерпретации до единствено възможен отговор. Така се очертава комуникативния модел на кодиране и декодиране, който подобно на моделите в комуникативната теория би функционирал безотказно.

Схемата на Ричардс разделя оригиналния изказ на седем компонента, всеки от които е носител на определено значение, което трябва да бъде декодирано. Според Ричардс преводачът трябва да знае, че езиковият знак не само 1. означава нещо, но че също така 2. характеризира (казва същото, или нещо ново за нещата); 3. реализира (представя с различна степен на яркост); 4. оценява; 5. влияе (желае промяна); 6. свързва; и 7. цели (опитва се да убеди).

Проблемите, които се появяват обаче, се базират на факта, че езикът като такъв не се поддава на абсолютен контрол, особено по отношение на превода. Вместо да се установи набор от правила, които да подложат текста на ограничена интерпретация и “пълно вникване”, действителните преводи показват тенденция към разкриване на нови начини на виждане и промяна на вече установените такива. Въпреки образованието и подходящата школовка в правилната методология, може да се твърди че ако двама преводачи, обучавани по един начин получат идентични текстове за превод, в резултат ще се появят два различни превода. Очевидно е, особено в днешно време, че множеството преводи, които атакуват литературното пространство не са идентични нито с оригинала, нито с останалите преводни вариации.

Стига се до идеята за личностните качества и търсения, образование и вроден интелект, енергия и насоченост по отношение на реализацията на един превод като предаване на кодирано послание, възможно за приемане и разбиране само при определени условия. А именно: сходните качества на реципиента, общите му представи за света, социо-културната му нагласа и не на последно място – съществуването на специфичен мисловен модел, подплатен с конкретни познавателни елементи, достатъчни да дешифрират посланието. С други думи, контекстът и определеният дискурс са обуславящи и многозначни фактори при процеса на предаване, приемане и дешифриране на посланието, станало възможно благодарение на обработената чрез превеждане съществуваща информация.

За разлика от идеята за точен превод, адмириран от Ричардс, Паунд [Pound, Ezra, “ABC of reading”, (1951) Faber and Faber] фокусира вниманието си върху схващането за наличието на енергия в езика: думите върху белия лист не се възприемат просто като смислоносещи отпечатъци, а като изваяни образи, притежаващи собствена енергетика. Такъв подход обаче би провокирал по-голяма свобода в интерпретацията на отделния преводач, водейки до голямо отклонение от първоначалния замисъл на оригиналния текст. Според Паунд например, в теоретичен аспект китайските йероглифи представят не само значения и структури, но и субстанции, или по-скоро “субстанции в действие”, субстанции заредени с енергия, която е и тяхна форма. Казано по друг начин, думите са винаги вплетени в отношения, те са знаци, които винаги са способни да се съчетават, претърпявайки метаморфоза.

При такова динамично схващане за образа, “значението” на една художествена творба никога не може да бъде фиксирано. То се променя с промяната на езика. Обхватът от асоциации на думите в една творба от отминало време се различава от нейното ново вписване в друго време и култура. С други думи, езикът сякаш има свой собствен живот, способности за приспособяване, оцеляване и промяна, и не е възможно за когото и да било - теоретик или практик, да улови езика и да

даде точно определение на комплицираността му.

Не на последно място обаче е и значимостта на междутекстовите отношения, на своеобразната игра на думите като носители на посланието във времето. Т.е. импликацията на думата е не онова, което е изречено или написано, колкото онова, което е вложено в нея и целящо определен резултат. Все пак едно и също послание, натоварено с еднакви енергия и намерение води до различни възприятия и реакции. Следователно, в процеса на пренос на информацията, важни са инициатора, изпращащ посланието, езиковата ситуация, както и приемащият посланието.

Всяка дума едновременно извиква една определена парадигма от очаквани и обичайни асоциации и си "играе" с тази парадигма. Нека се има предвид обаче, че свободната игра на думата и отдалечеността й от това, което означава, могат да бъдат също толкова важни, колкото и еднозначното съответствие. Междутекстовото отношение или така наречената "логопея", представя един теоретичен конструкт, стремящ се да запази подтекста повече, отколкото буквалното значение. Просто енергията на езика – обектът във вечно променящата се и творяща среда, може да се зърне само чрез играта на словото, представено в историческия му контекст.

Друг важен подход към проблемите на превода е този на Чомски [Chomsky, Noam, "Language and Mind", 2-ed., New York]. Той постулира правилата за структуриране на граматиката, предшестващи специфичната дълбока структура на езика; а не толкова идеите за възможната преводна реализация. Теорията на Чомски включва три нива на концептуализация: 1). базов компонент, съставен от "правила за фразовата структура", които пораждат 2). дълбоката структура, която на свой ред се променя чрез трансформационни правила в 3). повърхностна структура.

Найда [Nida, Eugene, A. And Charles R. Taber (1969), "The Theory and Practice of Translation", Leiden: E.J. Brill] от своя страна опростява модела на Чомски, използвайки само последните две нива. Но макар и следвайки различни принципи, и двете теории приемат, че независимо от външното проявление на езика, в дълбочина съществува една кохерентна неделима цялост: "дълбока структура", "ядро", дух".

Макар и да поддържа тезата за формалните универсалии, Чомски смята, че тези формални свойства се намират по-дълбоко от конкретната дълбока структура на едно изречение в даден език, и че те не са присъщи за нито един отделен език. Докато Найда смята за възможно една и съща дълбока структура да бъде обща за две различни изречения от два различни езика, Чомски не настоява, че дълбоките структури са универсални. Т.е., формата на един определен език не отговаря на формата на друг. Допускането на съществуване на един формален механизъм във всички езици обаче, не води до приемането, че една граматика, специфична за даден език, може да се приложи системно към друг език.

От гледна точка на практическото приложение на такъв преводен модел, може да се каже че той е донякъде идеалистичен, откъснат от множеството проблеми на превода като цяло. Все пак една сериозна лингвистична методология не би следвало да изолира своя модел от говоримия език, но не би било редно и да е чисто теоретична.

В своята теория Найда не дава привилегия на знака, подобно на някои представители на структурната лингвистика, а на ответната реакция на този знак. Думите и символите тук са просто етикети, така че акцентът пада върху посланието само по себе си, а не върху формата му на проявление. Въпреки това, Найда насочва вниманието си не толкова към значението, присъщо за даден знак, а към това по какъв начин този знак функционира в определено общество. Тук "съобщението в контекст" или "съобщението и неговата рецепция" е извадено от историческия си контекст и е

възприето като напълно единно и като есенция на самото себе си. Следователно преведеният текст трябва да произведе такава ответна реакция у читателя в една съвременна култура, която е по същество същата като тази на читателите от историческата действителност на създаване на оригиналния текст. Такова извеждане от историческия контекст и превеждане в нов е малко идеалистично. Но изказът на повърхността не е от значение за Найда. Т.е. промените в текста, думите, метафорите – са възможни, но дотолкова, доколкото текстът в езика-приемник функционира по същия начин, както и в езика-източник.

Независимо от тези възгледи обаче, не може да не се отбележи, че колкото и компактен да е един текст и колкото и ясно да е неговото тълкуване, те никога не са напълно завършени. Винаги има празноти, възможности за различна интерпретация и коренно различни възприятия. Именно в това се крие и енергията в посланието на текста.

В този смисъл едно предефиниране на принципите и критериите, според които се определя дали един превод е точен, добър и верен, не би било излишно. Небезизвестно е, че за "верен" се счита онзи превод, който най-много се доближава до буквалността и дава предимство на формата. От друга страна "свободният" превод дава предимство на съдържанието и кодираното послание. И ако за някои теоретици думите са само етикети, то ако трябва чрез употребата им да се осъществи комуникация, те трябва да бъдат променяни, замествани и подреждани по подобаващ начин, за да се осъществи главната цел – правилното изпращане на посланието. В този смисъл словесните символи са етикети, измислени от човека, а "посланието" идва, за да осъществи правилната комуникация със себеподобните му, но е генерирано на по-дълбоко смислово ниво. Тук възниква и въпроса: дали един такъв подход не би бил твърде манипулативен и обслужващ интересите на някой, който би отправил послание с користна цел.

Внедряването на историята в индивидуалния теоретичен модел помага на преводачите да прилагат теорията не само в собствената си област, но и извън нея, позволявайки им да се занимават с проблемите, повдигнати от различни научни области. Преводознанието се характеризира с дух на откривателство, развитие и множество приложения. Разбира се, то също може да постигне и обратното, стеснявайки изследователската си сфера само и единствено до спецификата на преводните текстове.

Като следващ елемент от настоящия анализ, следва да се маркира разликата между две от най-фундаменталните преводни теории, а именно тези на Чомски и Леви. Докато Чомски анализира дълбоката структура и особено нейните синтактични елементи, то Леви [Levy, Jiri, "Translation as a Decision Making Process" (1967), To Honour R. Jacobson, vol.2, the Hague, Mouton] разглежда повърхностната структура и стилистичните елементи. Разбира се, и двете теории използват лингвистични и научни методи за интерпретация, за да изтъкнат най-важните според тях характеристики на езика. Ако се даде предпочитание на стуктурните и стилистичните черти, значимостта на общото съдържание на текста спада, защото то е нестабилна величина и временно се определя от системата на означения, чрез която е изразено. В рамките на една значеща система, формалните черти и съдържанието взаимно се подкрепят, създавайки "единна" творба, наситена с литературност и послания. Но когато поставим творбата в множество значещи системи (най-малко две при междуезиковия превод), се откроява нестабилността и преходната същност на обекта на изображение. Следователно преводът сам по себе си не е единна творба, а произведение, изпълнено с противоречия. Защото неговото съдържание е изградено междутекстово и представено в двойна перспектива, а именно: от перспективата на оригиналната

система на означения и от ъгъла на втората езикова система.

За разлика от всичко казано дотук, се появява и един коренно различен възглед, според който дълбока структура на езика не съществува, а още по-малко можем да преведем посредством нея, или да базираме теория чрез нея. За Дерида [Derrida, Jaques,(1978) "Writing and Difference", Chicago University Press], съществуват различни вериги от означения, включващи "оригинала" и неговите преводи в символична връзка: взаимно допълващи се, дефинирайки една тъждественост, която никога не е същетсвувала и няма да съществува като нещо познато и разбрано. В този смисъл желанието ни да достигнем същността допуска вероятността, че съществуващото се променя, губейки се в момента, когато се опитаме да го дефинираме.

Допълвайки тази идея, Фуко [Foucault, Michel (1976), "The Archeology of Knowledge and the Discourse of Language", New York] постулира, че дискурсът на текста показва как тези прекъсвания и неясноти могат да деструктурират представата ни за един цялостен, трансцендентален, надисторичен, оригинален текст. Т.е. отчитането на социалните взаимодействия и субективности може да доведе до преосмисляне на съществуващите възможности. Следователно езикът се нуждае от общност във възприятията, а оттам идва и предпоставката да се търси такова устройство на действителността, което да съответства на дискурса от съответното време. Дискурсът от своя страна, постулира универсалиите на битието, превъзходството на знаещия субект и наличието на език, способен да опише тези универсалии.

III. ИЗВОДИ

Всичко казано дотук, води до извода, че преводът се поддава на определение много по-трудно, отколкото изглежда на пръв поглед. В резултат, преводите не могат да бъдат разглеждани като такива без помощта на преводната теория и видовете дискурс. Под въпрос са и дефинициите за същността на обществото и връзките между това общество и езика в частност и като цяло. Отговор търсят и въпросите дали преводите да бъдат изучавани като текстове, като понятия или като системи. По този начин преводните отношения между оригиналния и преведения текст се изместват на заден план от поредица отношения и от т.нар. "междутекстовост".

В този смисъл проблемността в теорията на преводознанието се свежда до идеята за необходимостта от "отворена" теория, която да борави по-малко с априорни дефиниции и повече да задава въпроси. И все пак, при нефункционирането на дадена теория, винаги се налага ревизия, но въпросите, повдигнати от самата теория, на свой ред влияят на изследователския дух, насочен към натрупването на нова информация.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Chomsky, Noam, "Language and Mind", 2-ed., New York
[2]. Derrida, Jaques,(1978) "Writing and Difference", Chicago University Press
[3]. Engle, Paul and Engle, Hualing Nieh (1985) "Writings from the World II"
[4]. Foucault, Michel (1976), "The Archeology of Knowledge and the Discourse of Language", New York
[5]. Gentzler, Eduin, "Contemporary Translation Theories" (1999)
[6]. Jakobson, Roman (1959), "On Linguistic Aspects of Translation
[7]. Levy, Jiri, "Translation as a Decision Making Process" (1967), To Honour R. Jacobson, vol.2, the Hague, Mouton
[8]. Nida, Eugene, A. And Charles R. Taber (1969), "The Theory and Practice of Translation", Leiden: E.J. Brill
[9]. Pound, Ezra, "ABC of reading", (1951) Faber and Faber
[10]. Richards, I. A. (1929), "Practical Criticism", New York 1953

За контакти:
ст.преп. Валя Касчиева-Мавродиева,
преподавател по английски език в Д"ОМЕО",
секция "Езиково обучение" при ТУ-Варна,
ул.Студентска 1, НУК-117 и 219
e-mail: valya_mk_m@abv.bg

Рецензент:
доц. д.ф.н. Лора Попова - ТУ-Варна

ТЯЛОТО В ХИПЕРМОДЕРНИТЕ ВРЕМЕНА

THE BODY IN THE HYPERMODERN TIMES

Лора Попова

Резюме: Текстът интерпретира осъществената в съвременната епоха преоценка на концепциите за тялото. Анализирани са дематериализацията на тялото, същностна за новите информационни технологии, както и създаването в рамките на естетическия опит на една нова своеобразна хиперреалност. Изведени са причините за търсене на отхвърления трансцендентален сигнификат, извикали тежнение към трансцендиране на реалността.
Ключови думи: дематериализация, тяло, хипермодерност

Abstract: The paper interprets the implemented in our contemporary epoch re-evaluation of the variety of concepts of the body. Dematerialization of the body, which is extremely essential for the new information technologies is analyzed, as well as the creation within the frameworks of the aesthetical experience of a brand new peculiar hyper-reality. The reasons for pursuit of the repudiated transcendental signified are shown, bringing about inclination towards transcending of the reality.
Keywords: dematerialization, body, hypermodernism

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Антропологична реалност, телесната структура е екстериоризирана в социалната среда, а телесното поведение е втъкано в мрежа от символи. Тъй като тялото е част от осезаемите неща, но и самото то също осезава, в сферата на културата са задействани механизми, чрез които социалният организъм акумулира телесната структура.

Френският феноменолог Морис Мерло-Понти приема, че „едно съзнание се запечатва в едно тяло", „тялото ни вписва в света", „вплетено е в тъканта на света", а „светът е направен от самата тъкан на тялото" [Понти, 1996, 72,74, 159].

В космогоничните митове светът често е представян като произлязъл от тялото на принесения в жертва първи човек, затова основните елементи на космоса са изцяло антропоморфизирани: земята е плът, гората – кости, тревата – коса и т.н. Тялото е естествен ограничител и на пространството. Митичното пространство е разделено на горе - долу, ляво - дясно. Светът е „оразмерен", съобразно човека. Протагор обявява: „Човекът е мярка на всички неща – за съществуващите, че съществуват, а за несъществуващите, че не съществуват.". Морфологията на тялото определя и първите мерни единици. Педята и лакътят стават мерки за дължина, височината се определя чрез човешкия бой, а разстоянията са измервани в стъпки или в крачки.

Телесната топография, както и техниките за „надзор и наказание" са предмет на изследванията на Мишел Фуко. Според френския философ тялото съдържа „думите и нещата" и така ги полага в културното пространство, затова, когато Фуко говори за „археология на знанието", чертае дискурса на властта или гради „история на сексуалността", насочва поглед към човешкото тяло, като „анатомо-хронологична схема" и пресечна точка на различни дискурсивни системи.

Когато Ортега и Гасет тълкува света и мястото на човека в него, осъзнава, че „цялото обкръжение или видим свят е съставен, преди всичко и основно, от присъствия, от неща, които са тела. А те са тела, защото се сблъскват с най-близкото до човека нещо, с Аза, който е всеки, т.е. с неговото тяло. Нашето тяло прави всички останали да са тела, светът да е тяло." [Ортега и Гасет, 1999,67] От своя страна, Жан-Люк Нанси, сочен от Дерида като „най-големият философ на докосването на всички времена", твърди: „Auto = ex = тяло. Тялото е изложеното битие на битието." [Нанси, 2003, 44]

II. АНАЛИЗ

В съвременната епоха на високи технологии, на дигитализиране на комуникационните процеси, на „симбиоза между човек и компютър" (Ликлидър) концепциите за тялото, както и отношението към него, са преоценени. Днес нарцистичното вживяване в тялото го прави обект на култ. То е свръхоценностено, обект на манипулации, подлагано на различни техники и процедури, за да бъдат придобити перфектните мерки и жадуваният от „притежателя" му образ, тъждествен на медийните модели. Отклонявайки се постепенно от естетиката на модернизма, т. е. от новото като върховна ценност, постмодерната мисъл привилегирова множествеността и другостта, а хипермодерната гравитира безусловно около телесността. Дори идентичностите са мислени като „културна телесност". Идентичностите „съ-съществуват в пространството по съвършено егалитарен начин – няма причина една от тях да е по-важна от друга." [Дичев, 2002, 10]. Тъй като за хипермодерния човек абсолютно истинна се оказва само материята, телесността е изведена като „мяра" на съществуването. Купуването на предмети се превръща в купуване на идентичност. Развихря се консумативното въображение, властва консуматорският фантазъм. Притежанието на все повече и повече вещи – „телесности", става показно съревнование и основание за стойностно-авторитетна самоидентификация. Телесностите са разпознавани като консумативни образи, като емблеми на престиж, но вече е налице и подмяна на предмета с неговия образ. Някога изразяването на индивидуалността е протичало през словото. Днес то се извършва през тялото: от факт на природата тялото е превърнато в артефакт. На материята-плът се придава желаното от притежателя й физическо съвършенство, защото точно тялото е преживявано като образ на индивидуалността – то представлява индивидуалността. Оттук и подлагането му на множество, от различно естество, процедури за разкрасяване – татуировки, бодибилдинг, пиърсинг, естетична хирургия, дори смяна на пола. Тялото е знак. „Всяка символична функция се осъществява в него: сетивно събиране на частите на интелигибилното, интелигибилно събиране на частите на сетивното. <...> Така смисълът на „смисъла" е „тяло" и смисълът на „тялото" е „смисъл". [Нанси, 2003, 72] Обглеждането на тялото, виждането му, детерминирането на неговата конфигурация, форма, образ е възприятие на повърхност, на пластична материя, но и модус на пораждане на идеогенетическа конституция. Очевидността на тялото е очевидност на неговата „локалност", крайност, повърхнинност – на материята като форма, но и възможност за дефиниране на семиологичния аспект на неговото съществуване – тялото като смисъл.

Естетически отчужден от едно ирелевантно минало, от традициите, от Другия, преживял смъртта на Бога и последвалата я празнота, хипермодерният човек изравнява всички религиозни системи и традиции и ги полага в един план. Както в областта на архитектурата се наблюдава напластяване на множество стилове, в областта на религията е налице политеизъм, а в областта на културата – мултикултурализъм. Самият Аз „се конструира извън реалните отношения, естетически, въз основа на чистия спектакъл", „Азът става констелация, монтаж." [Дичев, 2002, 69]. Тялото, от своя страна, се превръща в дигитално преобразувана конструкция, продукт на генното инженерство. Раждат се клонингите. Тоталната инвазия на образа предопределя нова машинно-силиконова телесност: човек със „силиконово" тяло, машина с образ на човек. Редуцираната органика води до преосмисляне на конвенционалните възгледи за човешката субектност, както и на нейните репрезентации. Маршъл Маклуън заговаря за свят, населен от киборги – high-tech въображаемо, технологичен артефакт и културен знак. Множат се както роботите,

така и хибридните личности във виртуалното пространство. Над сто милиона души, включени в Интернет, „придобиват все повече виртуален опит в отиграването на разделението между материалното тяло, което съществува от едната страна на екрана, и компютърните изображения, които сякаш създават пространство вътре в екрана". [Хейлз, 2005, 30] Поставено е начало на нов тип антропология: превъплъщение в измислени същества, с желаното ново тяло и с нова идентичност – аватари. В дигиталната вселена е създадена нова планета: симулация на същност и самосътворение от идеален тип, идеалният свят на реализираните мечти, където всеки е безсмъртен, всеки е бог „тук" и „сега" – Second Life.

От друга страна, в края на XX и началото на XXI век се заговаря за изчезване на тялото. Артър и Марилуиз Крокър изброяват начините, по които това се случва: "идеологически – в знаците на модата, епистемологично – с разпадането на картезианското съзнание, което гарантира съществуването му (онова „зловещо и фалшиво усещане за субективност"), семиотично – в татуировките и свободно витаещите знаци и технологично – в „ултраотпадъци" и „хиперфункционалност" [Хейлз, 2005, 185]. В киберпространството, където деперсонализацията е тотална, инвариантното аз е заличено и всеки може да бъде друг, събеседникът е без лице, идентичността му е виртуална, общуването – абстрактно, преживяването– дигитализирано.

Дематериализацията на тялото е същностна за новите информационни и комуникационни технологии. Така симптом за трансформирането на идеята за субект и за битийно присъствие става неорганичното тяло.

Новите категории на мислене и сетивност преобразяват интелектуалния климат. В полето на културата постмодернизмът се е проявявал като реторика на децентрираното и случайното, но техническата идеология променя радикално условията за изкуство. Изменена е не само средата, изменено е самото отношение към света. Телесността е станала начин на мислене. Налице е слояща се хипертелия – „неестествено разрастване" на предметното, сексуалното, политическото, културалното...".[Бодрияр, 1996, 12] Предметната обективност се мисли като матрица на възможностите – погледът усвоява атрактивността на зрелищното, съзнанието подрежда формалните структури. Всичко вече се конструира, подлежи на разпад и на замяна. Революцията в системата на стойностите е достигнала степен, при която индивидът вече се самоопределя дори не чрез вещите, а чрез техните „марки", чрез образите, световете, референциите, които те извикват. Той се превръща в продукт, в полиморфна съвкупност от различни „марки".

В хипермодерното спектаклово време на виртуалности и симулации, когато за обективно истинна се приема единствено материята е факт експозицията на немския патоанатом Гюнтер фон Хагенс „Световете на тялото". „Трупният" реализъм на Хагенс търси постигане на автентичност. Живият човек е застанал лице в лице с 200 трупа. Отзивите и коментарите за експозицията са полярни: шокираща, извратена, некрофилска, гениална. Според хайделбергския професор науката и изкуството са насочени към едно и също, преследват една и съща цел – истината и красотата. Ето защо той възприема научните търсения в областта на патоанатомията като творчески актове, а учебните пособия– като артефакти. Дисекцията според него е художествен акт, отгръщащ завладяващата красота на строежа и формите на организмите, мощното „очарование под повърхността". Съвременните научни открития осветляват структурата на материята до най-дълбокото достъпно ниво. Дори атомното ядро е разбито на елементарни частици. Кибертехнологиите също ориентират погледа към формалната структура на света, изграждайки разбиране, че

същностите се виждат чрез формата. Светът се възприема като форми, усвоява се образно, затова Хагенс с научна педантичност прави видимо вътрешното устройство на човешкия организъм. Той „отваря" човешкото тяло, одира кожата, разтваря черепа, показва мозъка, проследява гръбначния стълб и прешлените, обглежда нервните окончания и мускулните влакна, вените и най-финитe артерии.

Хипермодерният човек развива идеологията на здравето и дълголетието, разгръща неофутуризма, стреми се към безсмъртие и търси постигането му. Ето защо пластинацията е видяна като форма на безсмъртие и представена като пробив във вечността. Тленното тяло е съхранено и удостоверява възможната осъществимост на човешкото желание за безсмъртие. В домодерните времена тялото е мислено като съсъд на душата: материята е преходна, душата – безсмъртна. Днес, когато рационалистичните потребности са изличили митично-религиозното светоусещане, светът е сведен до чиста „телесност" и затова се търси постигане на телесно безсмъртие.

Характерният за съвременния свят културен релативизъм и трансгресията на границите отдавна са поставили на изпитание както полето на изкуството, така и представата за самото произведение на изкуството. Преди четиридесет години Йозеф Бойс е обявил своя социално-естетически идеал: „Всеки човек на земята да стане формостроител, ваятел и скулптор на социалния организъм.", но когато Бойс поставя зад стъклена витрина предмети от баналното битово ежедневие, той ги дистанцира от битността и битовостта като чрез концептуалистката иновативна намеса на художествения акт им дава статут на творби. Хагенс поставя зад „стъклена витрина" мъртвостта и така й придава естетическо измерение. Той не само руши стратегиите, вкарващи смъртта в строгите рамки на церемониални ритуали и табута като смущава покоя на мъртвеца, но в хипермодерното време, обговарящо „смъртта на естетиката" и „смъртта на изкуството", скандалният му жест е естетизация както на мъртвотата на мъртвостта, така и на „смъртта на естетиката" и „смъртта на изкуството". По този начин той ги оживява. Изкуството като поле на символни означавания и науката като територия на обективни закономерности са експериментално обединени и тяхното тържествуващо единение е изложено пред погледа на зрителя като шоу, игра, забавление.

Възгледите на модернистите за човека са обобщени от Дж. Северини, който строи футуристичен „модел": „Ние се възприемаме като механизми, чувстваме се построени от стомана, ние също сме машини, ние също сме механизирани.". В потвърждение Наум Габо и Антоан Певзнер конструират своите скулптури, ползвайки оксижен и металорежещи инструменти. Така телесността е изказана като продукт на инженерно-техническата мисъл. Позицията на Хагенс е диаметрално противоположна. Той възприема човека като организъм, като плът с определена структура и затова отваря трупа, показва органичния строеж на вътрешните органи– анатомията е визуализирана. Христоматийната постановка, че изкуството разкрива вътрешната красота на човека, е разиграна с черен хумор и в буквален, и в метафоричен план.

Обединявайки наука и изкуство, професорът по патоанатомия освобождава „обектите" от тяхната „привидност на произведение на изкуството". Тялото е „одрано", „оголена" е неговата вътрешност– „вътрешността" е на показ. Така тя е метафоризирана, придаден й е статут на ключова семантическа реалия – референциите недвусмислено отпращат към вътрешния свят на човека. Самата експозиция носи наименование „Световете на тялото".

III. ИЗВОДИ

Ако за началото на XX век е характерно противоречието между материя и дух, то естетическият прелом от

средата и края на XX век, обвързан с преоткриването на материята, отвежда до възприятие за нея, освен като за тъкан и тяло на творбата и като за предмет на естетическа интерпретация. От своя страна, погубването на фундаменталните ценности постепенно провокира желание за преодоляване на симулакрума, за завръщане към метафизичното и дори към религиозното. Започва търсене на отхвърления трансцендентален сигнификат. По този начин в хипермодерната „епоха на сериалността" (Еко) се преживява, освен дематериализацията на тялото на творбата, и създаването в рамките на естетическия опит на една своеобразна хиперреалност. Оттук тежнението към трансцендиране на реалността, защото „реалността на изкуството се състои в това да е алегория. Изкуството поначало е алегория, ако и да превръща обществото в своя тема." [Белтинг, 2003, 101]

ЛИТЕРАТУРА:

[1].Х.Белтинг. Невидимият шедьовър. В: Разказвайки образа. София,СФРАГИДА 2003 г.
[2]. Ж. Бодрияр. Америка. Плевен, ЕА 1996г.
[3].И. Дичев. От принадлежност към идентичност. София, ЛИК 2002 г.
[4]. Ж. Л. Нанси. Corpus. София, ЛИК 2003 г.
[5]. Х. Ортега-и-Гасет. Човекът и хората. София, Наука и изкуство 1999г.
[6]. М. Мерло-Понти. Философът и неговата сянка. София, ИК „Критика и хуманизъм" 1996г.
[7]. К. Н. Хейлз. Как ние се превърнахме в постчовеци. Виртуалните тела в кибернетиката, литературата и информатиката. София, ИК Сема РШ 2005 г.

За контакти:
Лора Попова, доцент дфн. в Катедра"Социални и правни науки" при ФЕ на
ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 204 НУК
e-mail: lorapopova@abv.bg

Рецензент:
доц. д-р Бойчо Й. Бойчев - ВСУ-Варна

СЪБИТИЯ

ИЗЛОЖБА “МАГИЯ НА ФАНТАЗИЯТА” – ВЪЗПОМЕНАНИЕ ЗА СТЕФАН ЛЕФТЕРОВ

EXHIBITION “MAGIC OF FANTAZY” – MEMORIAM OF STEFAN LEFTEROV

Цветанка Ковачева, Огнян Жеков

Резюме: На 3.11.2010 г. във фоайето на МФ на ТУ – Варна бе открита изложба-възпоменание по случай 65 години от рождението на колегата математик и художник – фантаст Стефан Лефтеров. Инициативен комитет в състав: доц. д-р О. Фархи - почетен председател, доц. д-р И. Иванов - председател и членове - инж. М. Александров, гл.ас. д-р Ц. Ковачева, гл.ас. О. Жеков, доц. д-р А. Димитров, инж. В. Иванова и инж. Л. Неделчев, организира нейното провеждане. Изложбата бе наречена „Магия на фантазията”. Картините завладяват с богатата палитра на цветовете и простора на фантазията на автора. Самите цветове обсебват като магия съзнанието.

Abstract: On 03/11/2011, in the lobby of Mechanical Engineering Faculty of Technical University – Varna, an exhibition-memoriam was opened in the occasion of 65 years since the birth of our fellow mathematician and fiction artist – Stefan Lefterov. The event was organized by an Initiative Committee consisting of: Assoc. Prof. PhD O. Farhi – chairman of honour, Assoc. Prof. PhD. I. Ivanov – chairman and members - Eng. M. Alexandrov, Chief Ass. PhD Ts. Kovacheva, Ass. O. Zhekov, Assoc. Prof. PhD A. Dimitrov, Eng. V. Ivanova and Eng. L. Nedelchev. The exhibition was called "Magic of Fantasy” since the colours and the unlimited imagination of the author , just like magic, fascinate and sway the minds.

I. КРАТКИ БИОГРАФИЧНИ ДАННИ

Стефан Лефтеров е роден на 21.10.1945г. в с. Драгижево, окр. Велико Търново. Средното си образование

завършва в Професионалната гимназия по горско стопанство и дървообработване (ПГГСД) "Николай Хайтов" - Варна. По техни сведения като ученик е проявявал особени качества към математиката, изобразителното изкуство и машинознанието. Занимавал се е с ракетна техника и е бил много добър конструктор. Бил е надарен с изключителна фантазия и трудолюбие. През 1964 г. той завършва гимназията с отличен успех.

Две години С. Лефтеров е студент във ВМЕИ – Варна. Поради по-големия си интерес към физиката и математиката през 1966 г. той се прехвърля във Физическия факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски". Дипломира се като физик-педагог с втора специалност математика. Учителства четири години в гимназията в гр. Дългопол. През 1974 г. постъпва в катедра "Математика" на ВМЕИ – Варна, където работи последователно като старши и главен асистент.

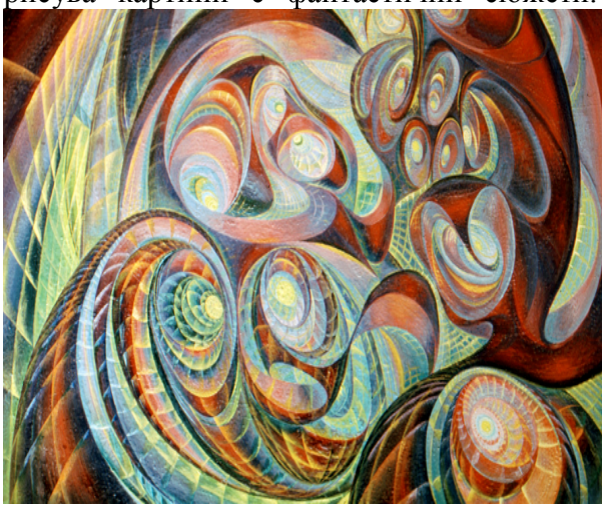
В научно отношение Стефан Лефтеров работи по проблеми, свързани с нелинейни диференциални уравнения. Занимава се с решаване на задачи свързани с моделиране на биологически процеси. Специализира четири месеца в Московския държавен университет, а след завръщането си се зачислява в задочна аспирантура.

Лефтеров има редица публикации по научната си тематика. Научен ръководител е на много свои отлични студенти, чиито доклади относно приложението на диференциалните уравнения в теоретичната биология се класират на първите места в студентските научни сесии в ТУ.

Стефан Лефтеров умира на 26.04.1992 г. във Варна.

II. ТВОРЧЕСКА ДЕЙНОСТ

Професионалните си умения в областта на математиката, Стефан Лефтеров съчетава с успешна дейност като художник, автор на абстрактна и фантастична живопис. Фантастиката го привлича още като ученик. Започва да рисува картини с фантастични сюжети.

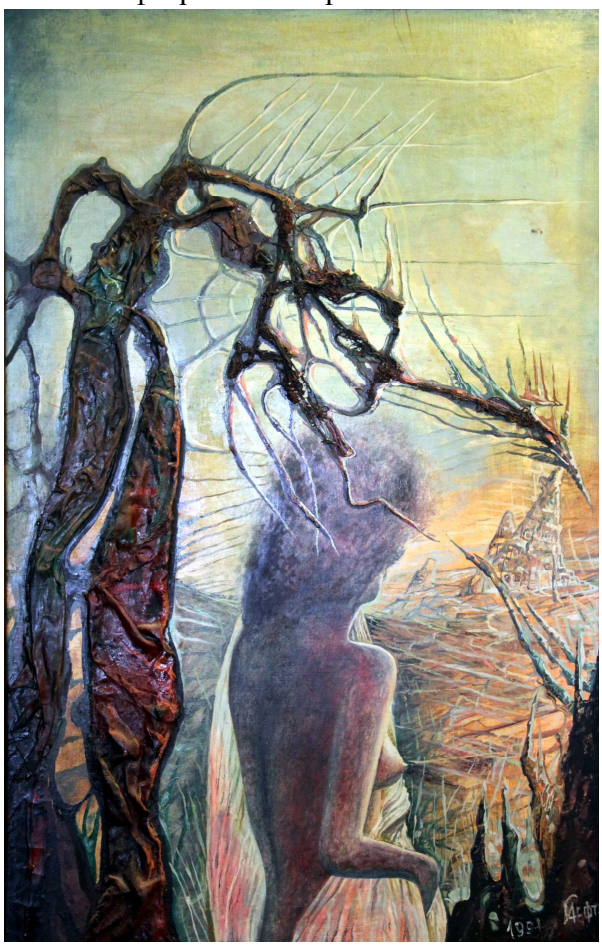


Пресъздава богати пространства, плод на художественото му въображение, представя символиката на движещата се Вселена, на модерни модели на реда и хаоса.

През 1965 г. негови картини са отпечатани от съветското списание „Техника молодежи", на българските

„Наука и техника за младежта" и "Космос". През същата година той прави самостоятелна изложба във Варна, която се явява първата живописна проява на художник-фантаст в България.

Лефтеров е автор на повече от 400

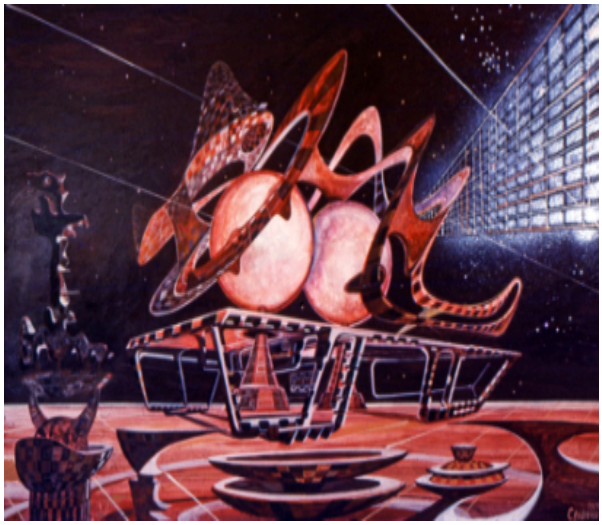


картини и има 7 самостоятелни изложби. През 1970 г. творбата му „Транспортът на бъдещето" е показана на симпозиум в Токио, Япония и като фон за репортажите на ЕКСПО' 70 по Японската телевизия. Последната му изложба през 1991 г. е в

Анталия, Турция в рамките на кинофестивала "Златен портокал". Много от картините му се намират в частни колекции в Англия, Германия и Белгия. Лефтеров е българският художник-фантаст с най-много отличия.

За себе си той казва: „За мен математиката е средство за постигане на вътрешна хармония. След запъхтяното надбягване с багрите равномерното дишане на математическите формули е една полезна смяна на ритъма, полезна но всъщност често бавна и мъчителна. Има периоди когато забравям че съм рисувал, а има и такива когато забравям, че съм математик”.

Това е много вярна себепреценка, която не всеки човек може да направи. Тя е обяснение за силното въздействие, което личността му оказва на всички, които го познават. Човек на науката, художникът ни въвежда в света на емоциите и самият става мост на този преход: с блага усмивка, кротък нрав, духовно излъчване и безкрайна доброта.



III. Деятел на клубовете по фантастика, прогностика и евристика (КФПЕ))

Стефан Лефтеров умело съчетава научната и преподавателската си дейност с творчески изяви като художник-фантаст и активен деятел на КФПЕ не само у нас, но и в чужбина. Той е основател и председател на варненския клуб „Андромеда“ [9]. В него са членували ученици от варненските училища, а също така преподаватели, служители и студенти, като най-многобройна е групата от ВМЕИ - Варна. Сбирките на клуба са провеждани във варненската обсерватория. Основната му цел е формиране у младежите на духовни ценности, стимулиране на тяхното многостранно и хармонично развитие, съдействие за творческото развитие на личността.

На провежданите сбирки Лефтеров изнася интересни беседи, в които свързва научната фантастика с морската тематика и нейното развитие, с научния мироглед, с логическите абсурди, космическия дизайн и други. Някои от беседите са публикувани в пресата и НФ каталози. Провеждат се вечери на съветската и полската фантастика, литературни четения, срещи с изтъкнати творци на научното изкуство, прожекции на филми, организиране и провеждане на изложби на НФ фестивали, обмен на материали и информация с други клубове в страната и чужбина.

IV. ПРОВЕЖДАНЕ НА ИЗЛОЖБАТА

Изложбата бе открита в препълненото

фоайе на МФ на ТУ, където се събраха неговите деца и внучка, колеги, приятели, съученици, близки и познати.

От присъстващите се изказаха: *доц. О. Фархи* – Ректор на ТУ – Варна, *д-р Ц. Ковачева* – звено „Математика”, Д”ОМЕО” и водеща на мероприятието,

Иван Иванов – астроном и бивш директор на Народната астрономическа обсерватория и планетариум (НАОП) „Николай Коперник”, *Димитър Янков* – художник на научно-фантастични картини от Разград и добър приятел на Стефан Лефтеров, *Севдалина Драгнева* – преподавател от изобразително изкуство и естетика в Националната гимназия за хуманитарни науки и изкуства (НГХИ) ”Константин Преславски” – Варна и *Стоян Лефтеров* – малкият син на Стефан Лефтеров, който е наследил неговия талант на художник.

Свои спомени за Стефан Лефтеров изпратиха *Артур Кордон* – бивш председател на астроклуб „Канопус” (партньор на клуб „Андромеда”) и настоящ лидер по аналитично моделиране в Дау Кемикъл – Тексас, *Александър Карапанчев* – писател и журналист; *Атанас Славов* – писател, фантастолог, художник и издател, *Тодор Ялъмов* – председател на клуб „Приятели на Рьорих”, един от основателите на клуба по фантастика и прогностика „Иван Ефремов” – София, *Калин Николов* – художник – илюстратор в областта на фантастиката и карикатурист, който изпрати графичен портрет на Стефан Лефтеров. По-подробно за изказванията и

провеждането на изложбата може да се види на сайта на ТУ – Варна в рубриките новини [1] и публикации на ТУ [2].

Всички изказвания бяха изложени на табла на изложбата. Бяха раздадени брошури и DVD дискове за живота и творческата дейност на Стефан Лефтеров.

Поздравителни адреси по случай изложбата бяха изпратени от *г-н Билян Благов* – председател на интегралния клуб за фантастика, евристика и прогностика „Иван Ефремов” – София, *г-жа Снежина Димитрова* – директор на НАОП „Николай Коперник” – Варна, *г-н Валентин Рачев* - директор на ПГГСД „Николай Хайтов” – Варна и *г-жа Валентина Крачунова* – директор на НГХИ „Константин Преславски” – Варна. Тържеството завърши с прозвучалата в Космоса песен „Излел е Дельо хайдутин”, изпълнена от ученичката Елена Тодорова от НГХИ. Прочувственото й изпълнение развълнува присъстващите.

Доц д-р О. Фархи се срещна с всички гости взели участие в тържеството. Изложбата, която продължи една седмица, беше посетена от много ученици, студенти, преподаватели и граждани на Варна.

V. ОТЗИВИ ЗА ИЗЛОЖБАТА

Откриването на изложбата е отразено в медиите. Регионалната БНТ „Море” засне мероприятието, взе интервюта с някои от гостите, изказали се на изложбата и излъчи кратък репортаж в новините си [3]. Интересен е и репортажът излъчен в „По света и у нас” на националната БНТ [4].

На 4.11.2010 г. вестниците „Черно море”, „Позвънете”, „Труд” и „24 часа” също така отбелязаха откриването на изложбата с уникални картини на Стефан Лефтеров.

На сайта си клуб “Иван Ефремов” веднага помести съобщение за откриването на изложбата, както и някои предоставени материали – плакат и брошура от изложбата [5,10]. Той е включен като клубен художник в тяхната рубрика „Творци” [10].

За живота и творчеството на художника може да се прочете и в някои интернет-страници [6,7,8,11].

Интересът към изложбата се вижда и от многобройните впечатления написани в специално поставената тетрадка.

Стефан Лефтеров остава в паметта на съвременниците си, като чудесен човек, хуманист и мечтател. И до днес картините му продължават да вълнуват любителите на фантастиката, което предизвика организирането на тази изложба-възпоменание.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. http://www.tu-varna.bg/tu-varna/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=94&Itemid=81&limit=9&limitstart=9
Валентина Иванова „Едва ли скоро във Варна е имало изложба с такъв интерес”

[2]. http://www.tu-varna.bg/tu-varna/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=174&Itemid=157 Николай Жеков „Изкуство, вдъхновено от космически видения”

[3]. http://www.more.bnt.bg/index.php?go=video_emisii&vid=3 Регионална БТВ 4.11.2010 новини

[4].http://bnt.bg/bg/productions/76/edition/10370/po_sveta_i_u_nas_emisija_12_00_6_noemvri_2010 архив на БНТ на 6.11.2010 г. По света и у нас

[5]. http://www.sf- sofia.com/index.php?option=com_content&view=article&id=221:-3-10-2010&catid=53:2010-02-12-06-10-26&Itemid=208&lang=bg
Изложба на Стефан Лефтеров в ТУ-Варна – 3-10 ноември 2010

[6]. http://bgf.zavinagi.org/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B5%D1%84%D0%B0%D0%BD_%D0%9B%D0%B5%D1%84%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B2 Стефан Лефтеров

[7]. http://fandom.ru/about_fan/puhov_6.htm Михаил Пухов “Под болгарскими звездами”

[8]. http://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B5%D1%84%D0%B0%D0%BD_%D0%9B%D0%B5%D1%84%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B2 Стефан Лефтеров

[9]. http://bgf.zavinagi.org/index.php/%D0%A0%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%B5_%D0%BD%D0%B0_%D0%B1%D1%8A%D0%BB%D0%B3%D0%B0%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%8F_%D1%84%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D1%8A%D0%BC Развитие на българския фендъм

[10]. http://www.sf-sofia.com/index1.php?menu=5&id=17&t=kh
„Творци” Клубни художници - Стефан Лефтеров

[11] http://e-knigi.net/index.php?page=shop.browse&category_id=55&vmcchk=1&option=com_virtuemart&Itemid=195
Пред прага на безкрайното

За контакти:

Цветанка Ковачева, гл. ас. д-р. в
Секция „Математика” при Д”ОМЕО”
ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 406Е
e-mail: tsveta_kovacheva@tu-varna.bg

Огнян Жеков, гл. ас. инж. в
Катедра „МТМ”, МТФ
ТУ-Варна , ул. Студентска № 1
e-mail: itl21c@abv.bg