

30 ТЕХНИЧЕСКИ КОЛЕЖ
ГОДИНИ ЛОВЕЧ



НАУЧНА
КОНФЕРЕНЦИЯ

СБОРНИК ДОКЛАДИ

TechCo
ЛОВЕЧ

17 юли 2020

Конференцията се провежда с финансовата подкрепа на:



ВОСС Аутомотив България ЕООД – с. Баховица, обл. Ловеч

ТЕХНИЧЕСКИ КОЛЕЖ – ЛОВЕЧ
НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
TechCo – Lovech 2020

СБОРНИК ДОКЛАДИ

Формат: 70/100/16
Печатни коли: 13.75

Печат: Университетско издателство “Васил Априлов” – Габрово

ISSN 2535-079X

ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ

ПРЕДСЕДАТЕЛ:

доц. д-р инж. Пенчо Пенчев
Директор на ТК – Ловеч

ЧЛЕНОВЕ:

Венцислав Христов – Зам. Кмет Община Ловеч
Петър Михайлов – студент, ТК-Ловеч

ТЕХНИЧЕСКИ СЕКРЕТАР:

инж. Теменуга Пенкова

ПРОГРАМЕН КОМИТЕТ

ПРЕДСЕДАТЕЛ:

проф. дмн Стоян Капралов

ЧЛЕНОВЕ:

доц. д-р инж. Пламен Цанков
Зам.ректор НИР на ТУ-Габрово
доц. д-р инж. Никола Драганов
доц. д-р инж. Боян Стойчев
доц. д-р Диана Изворска
доц. д-р инж. Христо Недев
доц. д-р инж. Христо Тодоров
доц. д-р инж. Драгомир Чантов
доц. д-р инж. Валентина Кукенска
доц. д-р Добрин Ганчев
доц. д-р инж. Йосиф Митев
гл. ас. д-р инж. Милко Дочев
гл. ас. д-р инж. Стефан Стойчев

Научен секретар:

гл. ас. д-р инж. Мадлена Жилевска

НАУЧНИ НАПРАВЛЕНИЯ

- **Електротехника и електроника**
- **Машиностроене и уредостроене**
- **Природни науки, математика и информатика**
- **Педагогически науки, икономика и управление**

CONTENS

ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И ЕЛЕКТРОНИКА

СИМУЛАЦИОНЕН МОДЕЛ НА СИНТЕЗАТОР НА ХАРМОНИЧНИ СЪСТАВЯЩИ.....	13
Цветозар Петков, Никола Драганов <i>Технически университет – Габрово</i>	
ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛ НА НЕСИНУСОИДАЛНИ НАПРЕЖЕНИЯ.....	17
Цветозар Петков, Никола Драганов <i>Технически университет – Габрово</i>	
ЕДНОЧИПОВ ЕЛЕКТРОНЕН ПРЕОБРАЗОВАТЕЛ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ПОДСВЕТКАТА В СЪВРЕМЕННИТЕ СВЕТОДИОДНИ ТЕЧНОКРИСТАЛНИ ДИСПЛЕИ	23
Никола Драганов <i>Технически университет – Габрово</i>	
АВТОМАТИЗИРАНО ОСВЕТЛЕНИЕ ЗА ОХРАНА И СИГНАЛИЗАЦИЯ НА ЖИЛИЩНА СГРАДА.....	30
Антоанета Хинова <i>Технически колеж – Ловеч</i>	
ИЗСЛЕДВАНЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ НА КАНАЛА ПРИ ПРЕДАВАНЕ НА СИГНАЛИ СЪС СКОКООБРАЗНО ИЗМЕНЕНИЕ НА ЧЕСТОТАТА	34
Христина Спиридонова, Галина Чернева, Петър Иванов <i>Университет по транспорт "Тодор Каблешков" - София</i>	
КОМПЕНСИРАНЕ ВЪЗДЕЙСТВИЕТО НА МУЛТИПЛИКАТИВНИ СМУЩЕНИЯ ЧРЕЗ ФИЛТЪР С РЕГУЛИРУЕМА ПРЕДАВАТЕЛНА ХАРАКТЕРИСТИКА	37
Христина Спиридонова <i>Университет по транспорт "Тодор Каблешков" - София</i>	
ОЦЕНКА НА ЕФЕКТИВНОСТТА НА ОПТИЧНИ ПРИЕМО-ПРЕДАВАТЕЛНИ МОДУЛИ ЗА ПРИЛОЖЕНИЕ ВЪВ ВИСОКОСКОРОСТНИ ОПТИЧНИ КОМУНИКАЦИОННИ МРЕЖИ	40
Красен Ангелов <i>Технически университет – Габрово</i>	
ОЦЕНКА НА ВЕР ХАРАКТЕРИСТИКИТЕ И Q-ФАКТОРА ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕ НА REED-SOLOMON КОДИРАНЕ В ОПТИЧНИ ЦИФРОВИ ПРЕНОСНИ МРЕЖИ.....	46
Красен Ангелов <i>Технически университет – Габрово</i>	

ПОДХОД ЗА КОНФИГУРИРАНЕ НА АВТОМАТИЧЕН КОНТРОЛ НА УСИЛВАНЕТО ЗА СИСТЕМА СЪС СОФТУЕРНО ДЕФИНИРАНО РАДИО	52
Траян Иванов, Станимир Садинов, Красен Ангелов <i>Технически университет – Габрово</i>	
СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА МЕТОДИТЕ ЗА МОДУЛАЦИЯ И МНОЖЕСТВЕН ДОСТЪП В 5G МОБИЛНИТЕ МРЕЖИ	58
Траян Иванов <i>Технически университет – Габрово</i>	
УСТРОЙСТВО ЗА ПОДАВАНЕ НА ДЕТАЙЛИ В ЗОНАТА НА ОБРАБОТКА	65
Милко Дочев <i>Технически колеж – Ловеч</i>	
РЕВЕРСИВЕН РЕДУКТОР ЗА АКУМУЛАТОРЕН ВИНТОВЕРТ И ГАЙКОВЕРТ	68
Милко Дочев <i>Технически колеж – Ловеч</i>	
УЧЕБЕН СТЕНД ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА АСИНХРОНЕН ЕЛЕКТРОДВИГАТЕЛ ЧРЕЗ МИКРОКОНТРОЛЕР ARDUINO NANO	72
Милко Дочев <i>Технически колеж – Ловеч</i>	
ОСНОВНИ ЕТАПИ ПРИ РАЗРАБОТВАНЕТО НА ЖЕЛЕЗОПЪТНО-ПРЕЛЕЗНИТЕ СИСТЕМИ	78
Марин Жилевски <i>Технически университет – София</i>	
ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНАТА КОНСУМАЦИЯ НА КЛАС ВЕРТИКАЛНИ ОБРАБОТВАЩИ ЦЕНТРИ С ЦПУ	82
Марин Жилевски <i>Технически университет – София</i>	
МУЛТИФУНКЦИОНАЛЕН УЧЕБЕН СТЕНД ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕЛЕКТРОМАГНИТНИ СПИРАЧКИ	87
Милко Дочев <i>Технически колеж – Ловеч</i>	
ЕЛЕКТРОНЕН МОДУЛ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ПОДГРЕВНИ СВЕЩИ	91
Антоан Петков <i>Технически университет – Габрово</i>	
БИОМЕТРИЧНИ СИСТЕМИ ЗА ИДЕНТИФИКАЦИЯ. ПРИМЕР ЗА ЕЛЕКТРОННА БИОМЕТРИЧНА ЗАЩИТА С SMS ОПОВЕСТЯВАНЕ.....	97
Никола Драганов, Янислав Янков <i>Технически университет – Габрово</i>	

МАШИНОСТРОЕНЕ И УРЕДОСТРОЕНЕ

ТЕРМОЦИКЛИЧНО ОБРАБОТВАНЕ НА СТОМАНА С45.....	107
<i>Иван Иванов, Тодор Маринов, Тодор Найденов</i> <i>Университет „Проф. д-р Асен Златаров” - Бургас</i>	
РАЗРАБОТВАНЕ НА СТЕНД ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЗЪБНИ ВАРИАТОРИ С АСИМЕТРИЧЕН ПРОФИЛ НА ЗЪБИТЕ.....	110
<i>Иван Георгиев</i> <i>Технически колеж – Ловеч</i>	
ИЗБОР НА РАЦИОНАЛЕН МЕТОД ЗА ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА МАШИНИ ДETAЙЛИ.....	114
<i>Стефан Стойчев</i> <i>Технически колеж – Ловеч</i>	
АНАЛИЗ НА ТРУДОВИТЕ РАЗХОДИ ЗА РЕМОТ И ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА ИЗНОСЕНИ ЧАСТИ.....	118
<i>Стефан Стойчев</i> <i>Технически колеж – Ловеч</i>	
УПРАВЛЕНИЕ НА СИСТЕМА ЗА ОХЛАЖДАНЕ НА КЛАС МЕТАЛОРЕЖЕЩИ МАШИНИ С ЦПУ	122
<i>Мадлена Жилевска</i> <i>Технически колеж – Ловеч</i>	
ОПРЕДЕЛЯНЕ НА РАЗХОДА НА ШЕВЕН КОНЕЦ.....	126
<i>Стефан Стойчев</i> <i>Технически колеж – Ловеч</i>	
ИЗРАБОТВАНЕ НА СПЕЦИАЛНА ЦИЛИНДРИЧНА ГЪРБИЦА	131
<i>Тихомир Грънчаров, Боян Стойчев</i> <i>Технически университет – Габрово</i>	
МАТЕМАТИЧЕСКО МОДЕЛИРАНЕ НА ПРУЖИНИ ЗА ЕЛЕКТРОИНСТРУМЕНТИ В ПРОГРАМНА СРЕДА	134
<i>Цветан Найденов</i> <i>Технически колеж – Ловеч</i>	
ВЪЗМОЖНОСТИ НА МЕТОДА „БЪРЗО ПРОТОТИПИРАНЕ“ ЗА ИЗРАБОТКА НА СЛОЖНИ ИЗДЕЛИЯ ОТ СФЕРОГРАФИТЕН И СИВ ЧУГУН ЧАСТ I.....	139
<i>М. Свиленов, А. Иванов, Г. Милев, Х. Тодоров, П. Пенчев</i> <i>Технически колеж – Ловеч</i>	

**ПРИРОДНИ НАУКИ,
МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА**

ИНТЕЛИГЕНТНИ АГЕНТИ С BDI АРХИТЕКТУРА ИЗПОЛЗВАНИ ЗА ТУРИСТИЧЕСКИ ГИД.....	149
Илия Неделчев <i>Пловдивски университет "Паисий Хилендарски"</i>	
МОДЕЛИРАНЕ НА „УМЕН“ МАЛЪК ГРАД	154
Тодорка Глушкова, Станимир Стоянов <i>Пловдивски университет "Паисий Хилендарски"</i>	
ПЕРСОНАЛЕН ТУРИСТИЧЕСКИ ЕКСКУРЗОВОД „ЛОВЕЧ И РЕГИОНА“	160
Станимир Стоянов, Тодорка Глушкова, Иван Стоянов, Ирина Кръстева <i>Пловдивски университет "Паисий Хилендарски"</i>	
МУЛТИАГЕНТНА УЧИЛИЩНА СРЕДА ЗА ИГРОВО-БАЗИРАНО ОБУЧЕНИЕ	166
Станимир Стоянов, Александър Петров, Тодорка Глушкова <i>Пловдивски университет "Паисий Хилендарски"</i>	

ПЕДАГОГИЧЕСКИ НАУКИ, ИКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

ОТПАДЪЦИТЕ – ВЪЗМОЖНОСТ ЗА КРЪГОВА ИКОНОМИКА	175
<i>Светла Панайотова, Стефания Маджарова, Пламена Иванова</i> <i>Технически университет – Габрово</i>	
СОЦИАЛНИТЕ МЕДИИ И ТЯХНОТО ВЛИЯНИЕ ВЪРХУ НАБОРА НА ПЕРСОНАЛ	181
<i>Лилия Лазарова</i> <i>Актив ЛТД</i>	
ОРГАНИЗАЦИОННА КОНЦЕПЦИЯ ЗА ИЗГРАЖДАНЕ И ФУНКЦИОНИРАНЕ НА СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ПЕРСОНАЛА В УСЛОВИЯТА НА КРИЗА, ПОРОДЕНА ОТ ЕПИДЕМИЯТА ОТ COVID-19	187
<i>Васил Папазов</i> <i>МТВ Консултинг ЛТД</i>	
ОЧЕРТАВАНЕ НА ПРОБЛЕМИТЕ И ПЕРСПЕКТИВИТЕ В ОРГАНИЗАЦИЯТА И СЧЕТОВОДНОТО ОТЧИТАНЕ ПРИ ПРИЛАГАНЕ НА СПЕЦИАЛНИЯ РЕЖИМ „КАСОВА ОТЧЕТНОСТ НА ДДС“	192
<i>Иван Събев</i> <i>Технически университет – Габрово</i>	
ФУНКЦИОНАЛНО ПРОЯВЛЕНИЕ НА ДАНЪК ДОБАВЕНА СТОЙНОСТ КАТО ИНСТРУМЕНТ ЗА ФОРМИРАНЕ НА ПАРИЧНИ ПОСТЪПЛЕНИЯ В ДЪРЖАВНИЯ БЮДЖЕТ	196
<i>Иван Събев</i> <i>Технически университет – Габрово</i>	
„ИНДУСТРИАЛНИТЕ ЗОНИ КАТО ПУБЛИЧНО-ЧАСТНО ПАРТНЬОРСТВО“	201
<i>Антоанета Иванова-Барес</i> <i>Софийски университет „Св.Климент Охридски“</i>	
„ИНДУСТРИАЛНИТЕ ЗОНИ КАТО МРЕЖИ“	205
<i>Антоанета Иванова-Барес</i> <i>Софийски университет „Св.Климент Охридски“</i>	
СЪЗДАВАНЕ НА БЛАГОПРИЯТНА СРЕДА В ОРГАНИЗАЦИЯТА ЗА ГЕНЕРИРАНЕ НА КРЕАТИВНИ БИЗНЕС ИДЕИ	210
<i>Цанка Златева-Петкова</i> <i>Технически университет – Габрово</i>	
ОПЕРАТИВНОТО ПЛАНИРАНЕ НА ЧОВЕШКИТЕ РЕСУРСИ В ОРГАНИЗАЦИЯТА КАТО ИНСТРУМЕНТ ЗА ПРЕОДОЛЯВАНЕ НА КРИЗИ С НЕДОСТИГ НА КВАЛИФИЦИРАНИ СПЕЦИАЛИСТИ	216
<i>Цанка Златева-Петкова</i> <i>Технически университет – Габрово</i>	

НАПРАВЛЕНИЕ 1
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И
ЭЛЕКТРОНИКА

СИМУЛАЦИОНЕН МОДЕЛ НА СИНТЕЗАТОР НА ХАРМОНИЧНИ СЪСТАВЯЩИ

SIMULATION MODEL OF A HARMONIC COMPONENTS SYNTHESIZER

Цветозар Петков

Technical University of Gabrovo

Никола Драганов

Technical University of Gabrovo

Abstract

One of the major problems in power systems is the non-sinusoidal power supply. This non-sinusoidality is analyzed by decomposing them into harmonic components. The presence of such components causes malfunctioning and even damage to electrical machinery and equipment. Therefore, special measures are being developed and implemented to reduce or neutralize them. When these need to be investigated, the influence of these periodic non-sinusoidal stresses is of interest to be able to create them artificially. This makes it possible to study their impact on different electrical equipment.

The article describes an example simulation model of a synthesizer of periodic non-sinusoidal components implemented in the Matlab programming environment. It permits experimental simulation studies on the effect of harmonic components of different order on electric loads.

Keywords: harmonic components; non-sinusoidal periodic forms; non-linear loads.

ВЪВЕДЕНИЕ

Хармоничните съставящи непрекъснато присъстват в захранващата мрежа, докато е включен в нея източникът който ги предизвиква.

Основната група източници на хармонични съставящи в електрозахранващите мрежи са полупроводниковите импулсни захранващи блокове на компютри, монитори, принтери, скенери, различни устройства, резервни захранващи блокове, телевизори, климатици, перални машини, индукционните нагреватели, баластите на луминисцентни лампи, зарядни устройства, електронни регулатори за електродвигатели и др. По-сериозни източници са заваръчни съоръжения, електродъгови пещи, инверторите на фотоволтаични централи, газоразрядни лампи, дъгоразрядни устройства и др. Това са т.нар. нелинейни товари. Нелинейните изкривявания се проявяват когато един

мошен товар е включен и се управлява, напр. електродвигател от регулатор, или ако множество маломощни товари работят едновременно в мрежата, напр. луминесцентни лампи в един цех или обществена сграда [1, 2].

В някои случаи присъствието на хармоници в мрежата не е опасно, тъй като тяхното ниво е под допустимото и не указва влияние върху работата на консуматорите. Но в определен момент, когато в мрежата се включат повече товари, източници на хармоници или при преходни процеси, настъпва претоварване на захранващата мрежа.

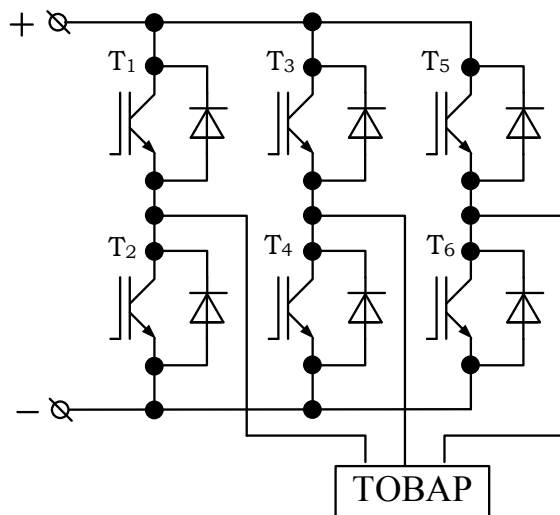
За да може да се проведе изследване на влиянието на хармоничните съставящи върху работата на други устройства е необходимо те да могат да се създават изкуствено, тъй като само по този начин те могат да се реализират.

Условие представлява товарът да бъде с активно-индуктивен характер.

Генерирането на такива несинусоидални напрежения с цел изследване на влиянието им е затруднено по електромагнитен път. Затова в статията се разглежда възможността те да се синтезират с помощта на полупроводников преобразувател, управляван от широчинно-импулсен модулатор. По този начин могат да се моделират напрежения с произволен хармоничен състав и различни нива на хармониците.

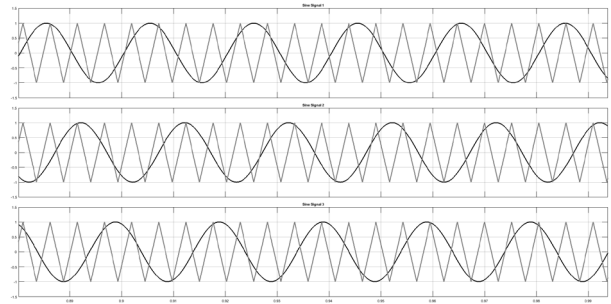
ИЗЛОЖЕНИЕ

Удобна за разработването на такъв тип устройство се явява трираменната инверторна схема, изпълнена с IGBT транзистори, показана на фиг. 1.



Фиг. 1. Трираменна инверторна схема

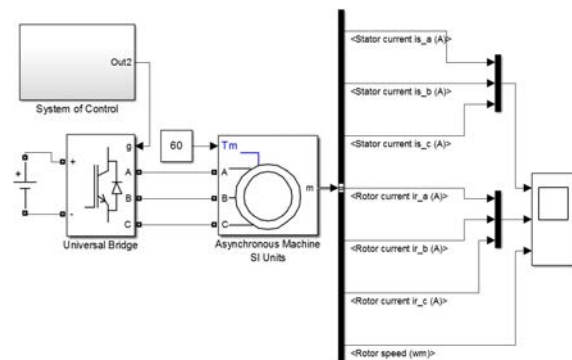
Симулационния модел на синтезатор на хармонични съставящи е реализиран на базата на програмния продукт Matlab Simulink. В основата му е необходимо генерирането на синусоидални напрежения посредством широчинно-импулсна модулация. Импулсите за управление на транзисторите се сформират посредством сравнение на синусоидален сигнал с модулиращо триъгълно напрежение, фиг. 2.



Фиг. 2. Формиране на управляващите импулси

Блоковата схема на разработения симулационен модел е представена на фиг. 3. Тя се състои от силова част (трираменен мостов инвертор – Universal Bridge), захранван от източник на постоянен ток, а като товар е включен трифазен асинхронен двигател. Предвидени са също така и блокове за визуализация.

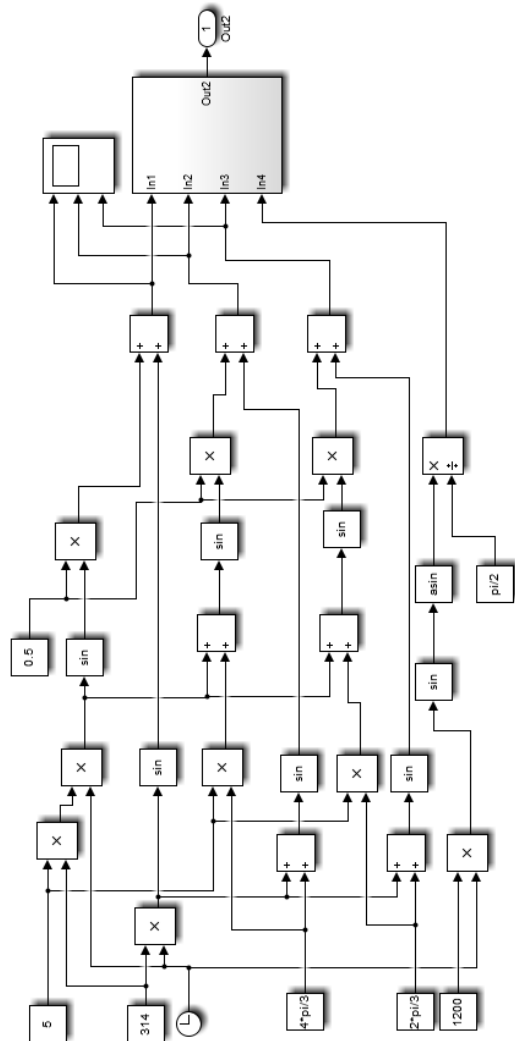
Основният блок в модела е системата за управление (System of Control).



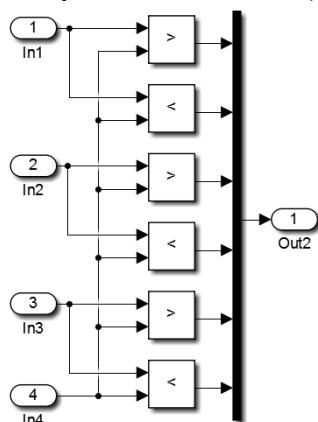
Фиг. 3. Блокова схема на разработения симулационен модел

Вътрешната структура на системата за управление е показана на фиг. 4. Хармоничите съставящи се генерират с помощта на синусоидални функции с честота отговаряща на номера им и избрано ниво. Формиращата схема генерира четири сигнала с насложени хармонични напрежения и модулиращо триъгълно напрежение. Те се подават към схемата за крайно формиране на управляващите импулси, фиг. 5. В тази схема се извършва сравнение на генерираните несинусоидални напрежения с триъгълното модулиращо напрежение.

Управляващите импулси (фиг. 6), генерирани от сравняващата схема се подават към гейтовете на транзисторите в трираменния инвертор.



Фиг. 4. Симуляционен модел за формиране на хармонични съставки



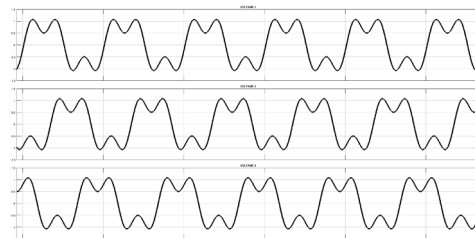
Фиг. 5. Схема за крайно формиране на управляващите импулси



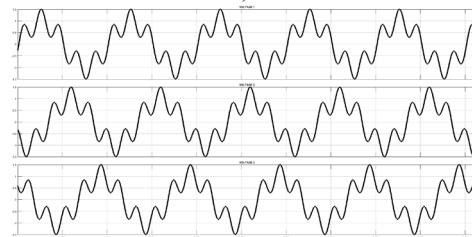
Фиг. 6. Управляващи импулси

Проведени са симуляционни изследвания с реализирания модел с несинусоидални задаващи напрежения с хармонични с различен номер и ниво. На фиг. 7 са показани задаващите несинусоидални напрежения, изобразяващи с повишен състав на трети хармоник (фиг. 7а), с повишен състав на пети хармоник (фиг. 7б) и с повишен състав на седми хармоник (фиг. 7в). Избраното ниво на хармоничните са 0,5 от максималната стойност на основният хармоник.

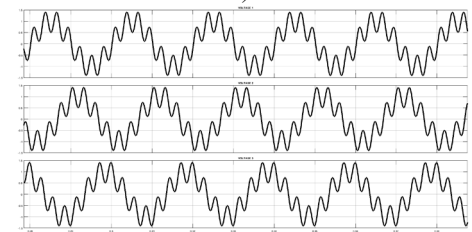
За получаването на коректни резултати при сравняване на задаващите напрежения е необходимо модулиращата честота многократно пъти по-висока от честотата на основния хармоник.



а)

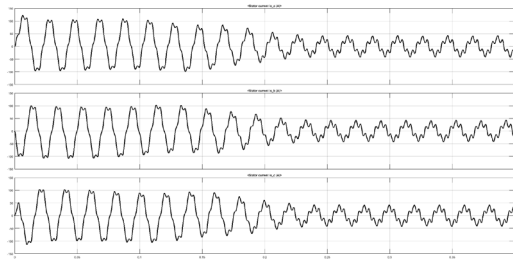


б)

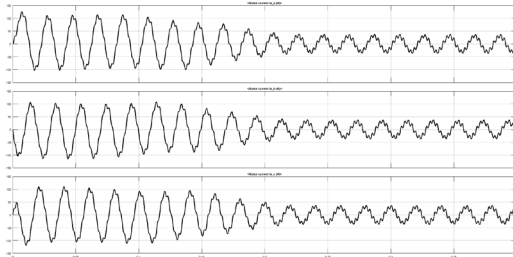


в)

Фиг. 7. Задаващи несинусоидални напрежения

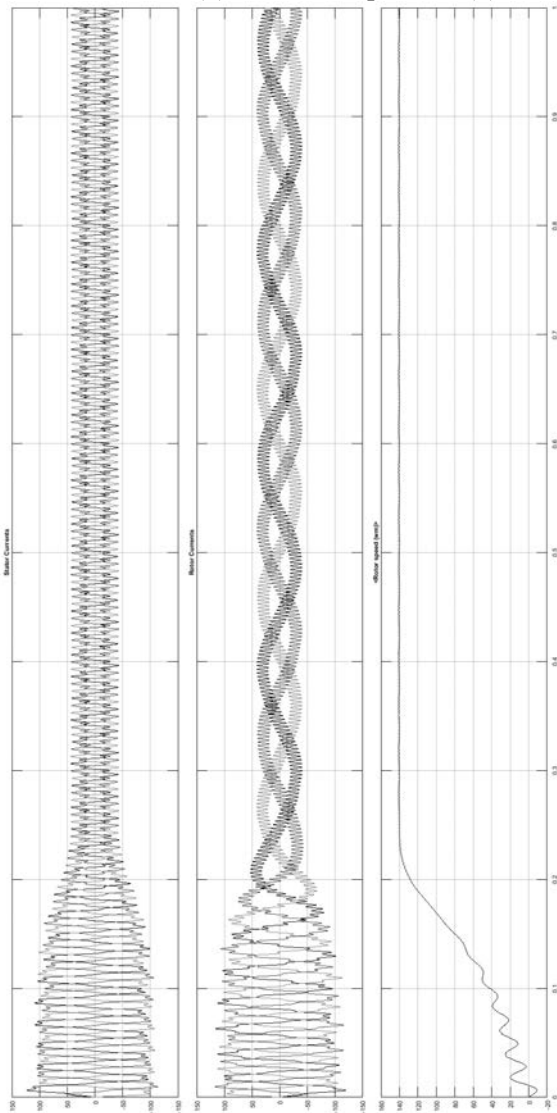


a)



б)

Фиг. 8. Статорни токове с повишено ниво на пети (а) и седми хармоник (б)



Фиг. 9. Преходни процеси в електродвигателя

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработеният симулационен модел показва възможността за синтезиране на несинусоидални периодични напрежения и изследване на влиянието на хармоничните върху товари с активно-индуктивен характер.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Арриллага, Д., Д. Брэдли, П. Боджер. Гармоники в електрических системах. Москва, Энергоатомиздат, 1990.
- [2] Динов, В. Несиметрични режими и преходни процеси в електрическите машини. София, Техника, 1974.

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛ НА НЕСИНУСОИДАЛНИ НАПРЕЖЕНИЯ

INVESTIGATION OF NON-SINUSOIDAL VOLTAGE CONVERTER

Цветозар Петков

Technical University of Gabrovo

Никола Драганов

Technical University of Gabrovo

Abstract

In the report presents a simulation model of converter non-sinusoidal voltages managed shirochinnoimpulsen method for load is used asynchronous machine. Simulation studies were performed and the obtained results were presented. Attention is paid to the shape of the hodographs of the depicting vectors of the stator currents. An exemplary block architecture of the practical implementation of the device is presented.

Keywords: PWM control; hodograph of stator vectors; induction machine.

ВЪВЕДЕНИЕ

Практическото изследване на електроенергийни обекти при несинусоидални захранващи напрежения е ограничено поради трудното им получаване. За тази цел се разработват електронни модели, позволяващи синтезирането на такъв тип захранващи напрежения [4].

Един от основните методи за изследване на електрическите машини се базира на изобразяващите вектори на променливите величини. От получения симулационен модел са снети формите на ходографите на изобразяващия вектор на статорните токове.

Целта на настоящата разработка е да се докаже възможността за практическото разработване и приложени на такъв тип преобразувател.

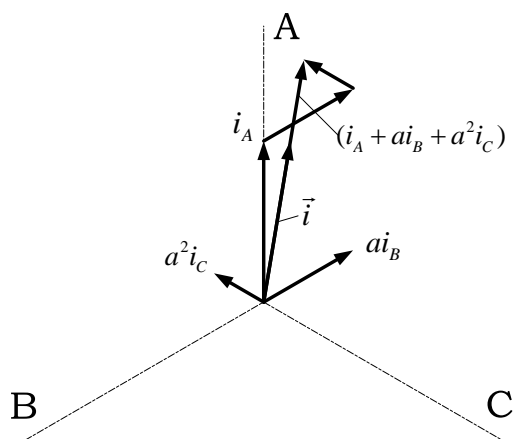
ИЗЛОЖЕНИЕ

Теоретичните изследвания на електродвигателните системи се извършват по различни методи, предназначени за изследването на различни величини и показатели на системата, характеризиращи преобразуването на енергията от един вид в друг. Един от често използваните

методи, описващ преходните и установени режими в електрическите машини, е методът на изобразяващите вектори [2, 3]. При протичането на ток през всяка една от намотките, създаденото магнитовъзбудително напрежение (м.в.н.) възбужда електромагнитно поле, разпределено във въздушната междина по определен закон и изменящо се във времето. Това м.в.н. на всяка намотка се представя с вектор, посоката на който съвпада с оста на намотката и модул, който се изменя при изменението тока през намотката. При постоянство на въздушната междина и ненаситеност на магнитната верига съществува пропорционалност между векторите на м. в. н., пълния магнитен поток и тока през намотката. Теорията на изобразяващите вектори е подходяща за анализ и изследване на електрическите машини по време на установените и преходни процеси. Пространствените ходографи на векторите спомагат за направата на важни изводи относно свойствата на машината при различни начини на управление, което прави изследването гъвкаво и всеобхватно.

Машините за променлив ток обикновено са в трифазно изпълнение. Проти-

чашите токове през трифазна симетрична намотка възбуждат три магнитни полета, на които отговарят три изобразяващи вектора за всяка фаза. При наслагването на отделните полета на фазите се получава резултантно магнитно поле, което се представя с резултантен вектор, получен от сумата на изобразяващите вектори на токовете в отделните фази (фиг. 1).



Фиг. 1. Резултантен изобразяващ вектор на тока

На фиг. 1 посоката на токовете се приема за положителна, когато съвпада с оста на намотката. Тъй като моментните стойности на токовете във фазите са реални величини, то изобразяващите им вектори се получават като се умножат с a и a^2 ($a = e^{j\frac{2\pi}{3}}$; $a^2 = e^{j\frac{4\pi}{3}}$) за фази В и С. При това изобразяващият вектор на тока за фаза А съвпада с i_A , тъй като се приема за съвпадаща с реалната ос. Резултантният изобразяващ вектор на тока се определя с израза:

$$\vec{i} = \frac{2}{3}(i_A + a i_B + a^2 i_C), \quad (1)$$

където:

- k – коефициент на инвариантност;
- $a = e^{j\frac{2\pi}{3}}$ – комплексен оператор;
- i_A, i_B, i_C – статорни токове.

При определянето на изобразяващия вектор по (1) не се въвеждат ограничения относно изменението на фазните токове. Ако е изпълнено условието (2):

$$i_A + i_B + i_C = 0, \quad (2)$$

то проекциите на изобразяващия вектор върху осите на намотките са равни на моментните стойности на съответните токове.

При изследване на несинусоидални променливи величини широко се използва метода на хармоничния анализ, който се състои в разлагането на несинусоидалната величина във вид на хармонични съставлящи [1].

В трифазната машина магнито-възбудителните напрежения на отделните хармонични създават еквивалентни полета, въртящи се в различни посоки и скорости, определени от номера на съответните хармоници. Изключение правят трети и кратните на него хармоници, създаващи пулсиращи магнитни полета, неучастващи в образуването на въртящия момент на машината. Третите и кратните на три хармонични влияят върху формата на ходографите само при заземен звезден център на товара.

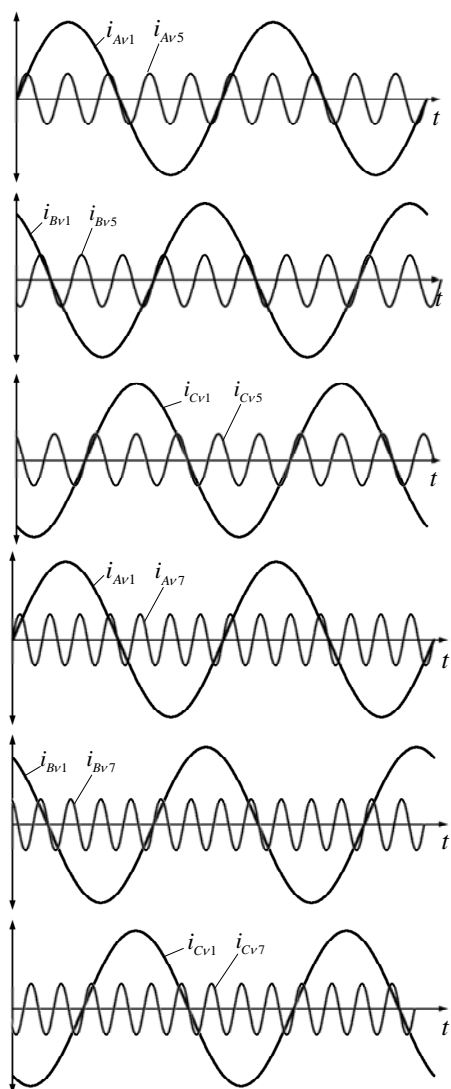
За обяснение посоката на въртенето на различните хармонични съставлящи е представена фиг. 2, на която са изобразени третите, петите и седмите хармоници, както и основният хармоник на фазните токове, протичащи през трите намотки на машината.

Както се вижда от фиг. 2 за трети хармоник максимумите на съставлящите съвпадат по фаза, което означава, че резултантното магнитно поле създадено от тях и полетата на кратните на три хармоници са неподвижни и пулсират в пространството:

$$v_i = 3k, \quad (3)$$

където:

- v – индекс на хармоника, съвпадащ с номера му;
- $k = 1, 3, 5, 7, \dots$



Фиг. 2. Хармонични съставящи на токовете протичащи в намотките на АД

В зависимост от последователността на редуване на максимумите на отделните хармонични съставящи на трите фазни тока се определя посоката на въртене на резултантното поле, създадено от хармониците с еднакъв номер. Както е видно от фиг. 2, максимумите на петите хармоници не се редуват със същата последователност, както максимумите на основния хармоник, докато максимумите на седмите хармоници са в същата последователност. Това означава, че резултантното поле създадено от петите хармоници се върти в противоположна посока на полето създадено от основния хармоник и се наричат обратни хармоници, а полето от седмите съвпада по посока, и се определят като прави хар-

моници. Номерата на правите и обратните хармонични съставящи се определят по формулата:

$$v_i = 6k \pm 1, \quad (4)$$

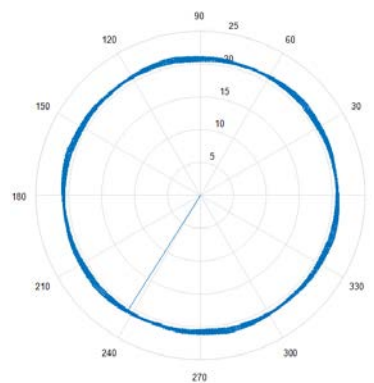
където:

$k = 0, 1, 2, 3 \dots$ за правите хармоници;

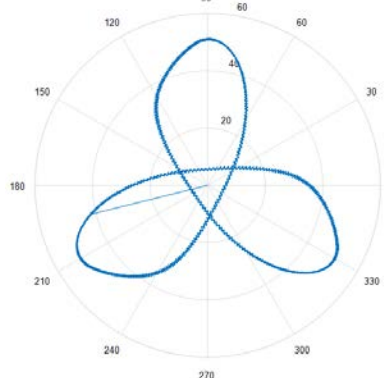
$k = 1, 2, 3 \dots$ за обратните хармоници.

Знакът „плюс“ се отнася за хармониците въртящи се съпосочно с полето, т.е. за правите съставящи, а „минус“ – за обратните. Първи хармоник, съпосочен с полето, се получава при $k = 0$.

На следващите фигури са показани ходографите на изобразяващите вектори на статорните токове, получени посредством симулационния модел на преобразувателя, представен в [2].

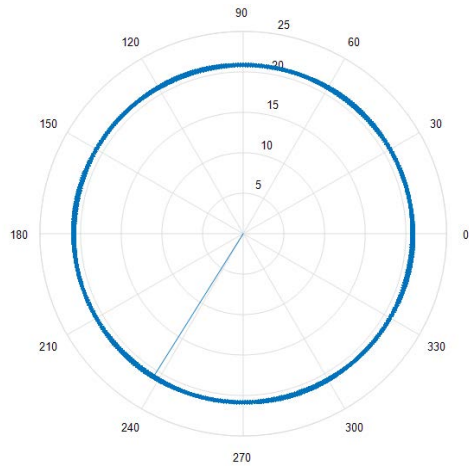


Фиг. 3. Ходограф на основния хармоник

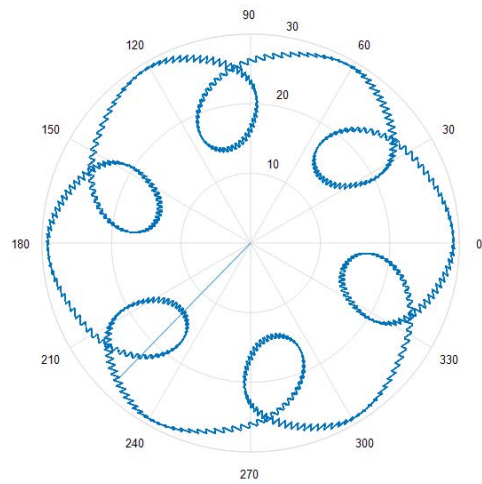


Фиг. 4. Ходограф на основния хармоник с повишени нива на втори хармоник

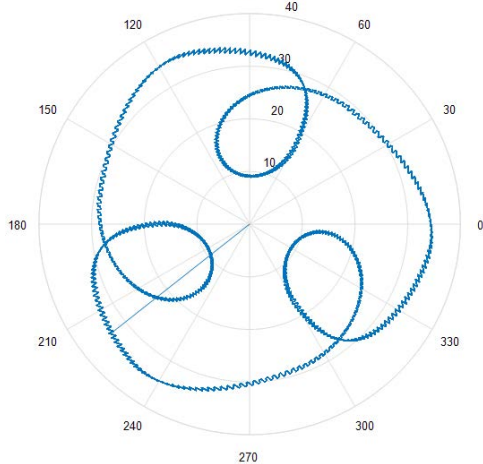
Поради съвпадението на третите и кратните на три хармонични във времето те не променят формата ходографа на основния хармоник.



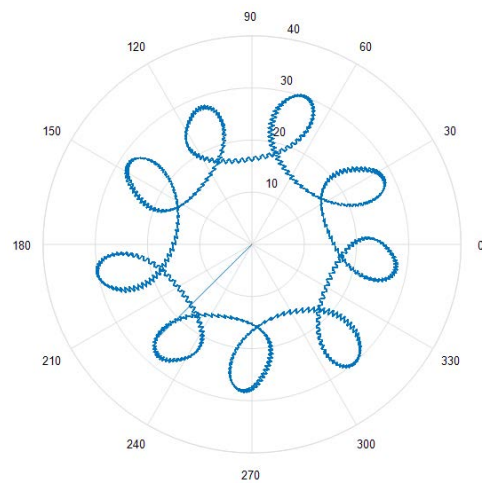
Фиг. 5. Ходограф на основния хармоник с повишени нива на трети хармоник



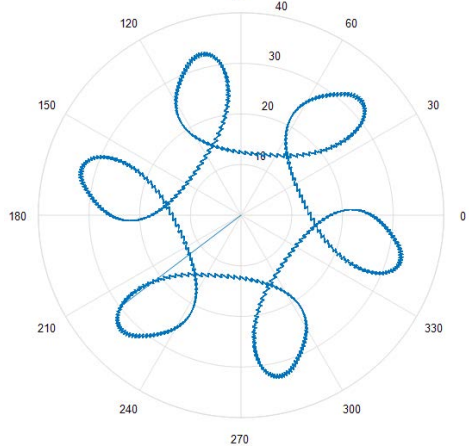
Фиг. 8. Ходограф на основния хармоник с повишени нива на седми хармоник



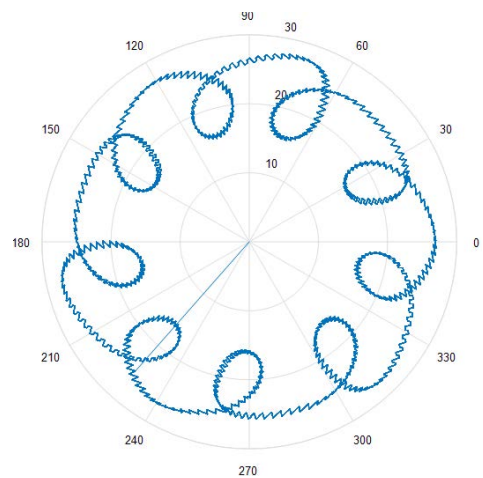
Фиг. 6. Ходограф на основния хармоник с повишени нива на четвърти хармоник



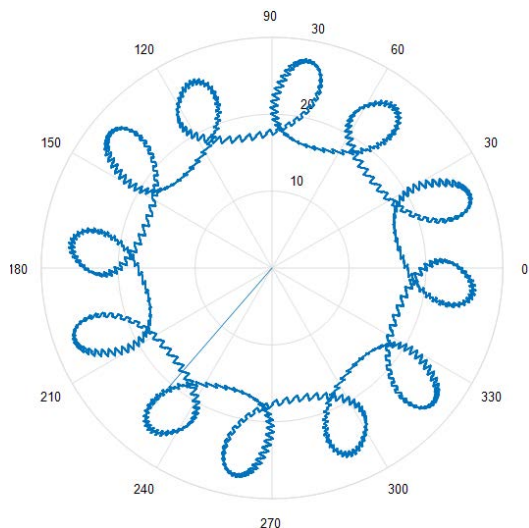
Фиг. 9. Ходограф на основния хармоник с повишени нива на осми хармоник



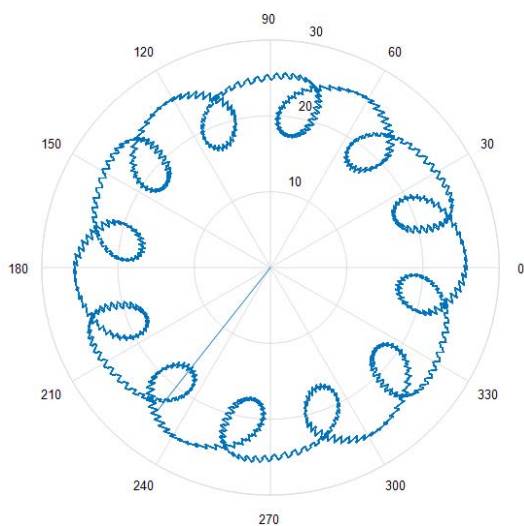
Фиг. 7. Ходограф на основния хармоник с повишени нива на пети хармоник



Фиг. 10. Ходограф на основния хармоник с повишени нива на десети хармоник

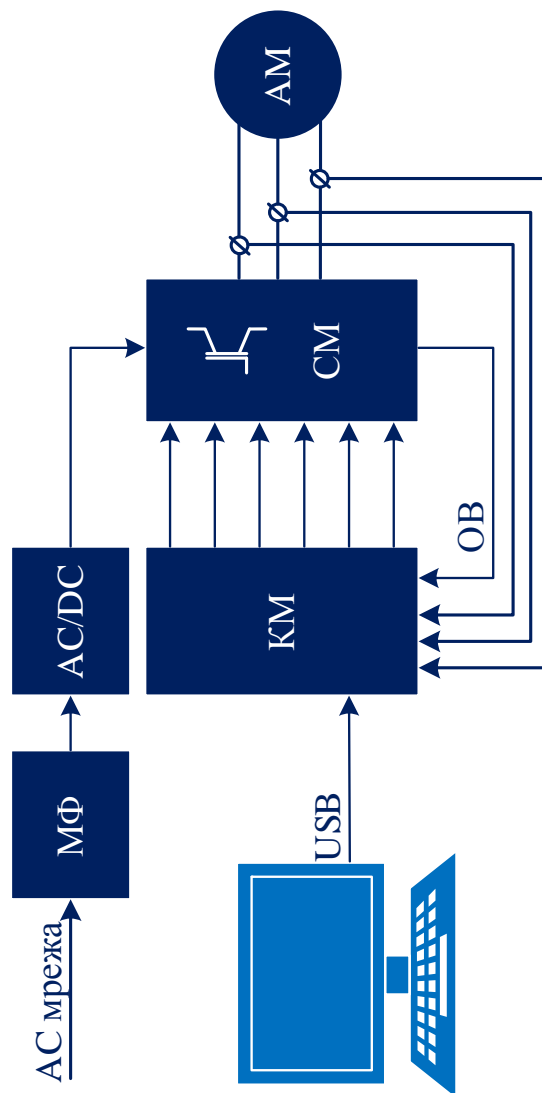


Фиг. 11. Ходограф на основния хармоник с повишени нива на единадесети хармоник



Фиг. 12. Ходограф на основния хармоник с повишени нива на тринадесети хармоник

Електронният блок, чрез който се управлява изпитвания товар е представен на фиг.13. В него работят следните модули: управляващ модул (УМ), който формира управляващите импулси, силов модул (СМ), захранван с филтрирано и изправено напрежение, осигурено от мрежовия филтър (МФ) и изправителя (AC/DC).



Фиг. 13. Блокова схема на електронния блок

Управляващият модул е включен чрез USB порта към персонален компютър. Последният непрекъснато комуникира с УМ, като му задава програмата за работа и получава данни за нея. Според зададения алгоритъм на програмата и получената информация от обратните връзки (ОВ), УМ генерира шест управляващи сигнала, постъпващи към входовете на силовия модул, който от своя страна управлява изследвания товар – електродвигателя АМ.

Управляващият модул, формиращ управляващите импулси, може да се реализира чрез прилагане на различни схемо-

технични и апаратни средства. Реализирането му с дискретни елементи, обаче, би намалило не само надеждността на устройството, но и би влошило неговата прецизна работа. Освен това, реализирания електронен блок няма да предоставя необходимата възможност за гъвкаво управление в широк диапазон на зададени честоти и хармоници, тъй като изходния сигнал ще бъде ограничен от твърдозаданите характеристики на елементите и отделните схемни възли.

От друга страна, специално за целите на научните изследвания на пазара са достъпни разработените от различни производители микропроцесорни модули за формиране и обработка на електрически сигнали, известни още като DAQ – модули. Така, създаденият в програмната среда Matlab електронен модел на синтезатор на хармонични съставлящи може директно да се използва в качеството си на програмен код за програмиране на DAQ – модула и формиране на управляващите сигнали към силовия блок. В случая, който е обект на друга публикация, се използва DAQ – модул NI USB – 9006 на фирмата National Instruments [5].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получените симулационни резултати показват, че е възможна практическа реализация на симулирания модел на електронен преобразувател, и че той може да се използва успешно при изследванията на различни електромагнитни обекти.

Посредством съвременните програмни и апаратни средства изследвания симулационен модел може да бъде интегриран и успешно приложен в образователи и научно изследователски разработки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Арриллага, Д., Д. Брэдли, П. Боджер. Гармоники в електрических системах. Москва, Энергоатомиздат, 1990.
- [2] Динов, В. Несиметрични режими и преходни процеси в електрическите машини. София, Техника, 1974.
- [3] Ключев, В. Теория на електрозадвижването. София, Техника, 1989.
- [4] Петков, Цв., Н. Драганов. Симулационен модел на синтезатор на хармонични съставлящи. Сборник доклади на международна конференция TechCo, Том1, 08-09, Май, Ловеч 2020.
- [5] www.ni.com, NI-DAQ-modules, Jun, 2020.

ЕДНОЧИПОВ ЕЛЕКТРОНЕН ПРЕОБРАЗОВАТЕЛ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ПОДСВЕТКАТА В СЪВРЕМЕННИТЕ СВЕТОДИОДНИ ТЕЧНОКРИСТАЛНИ ДИСПЛЕИ

SINGAL-CHIP ELECTRONIC CONVERTER FOR LED BACKLIGHT CONTROL IN MODERN WIDESCREEN DISPLAYS

Nikola Draganov

Technical University of Gabrovo, Department of Electronics

Abstract

Displays are electronic devices that are designed to convert the electrical signals into an information image. The development of electronics and in particular functional microelectronics has made it possible to create different types of displays based on different technologies. One of the most common displays today are LED LCDs. An interest in the design of electronic equipment with liquid crystal display with LED backlight is the control of the LEDs. Effective management is a sign of the energy classification of a display (monitor or television).

The article looks at a typical example of implementing an electronic backlight dynamic control scheme applicable to modern monitors and televisions.

Keywords: liquid crystal display; LED backlight control; LED control circuit; DC/DC converter.

ВЪВЕДЕНИЕ

Управлението на светлинния поток от светодиодите, т. нар. димиране (*от англ. dimming – затъмняване*), може да бъде реализирано по два начина: аналогов и широчинно-импулсно. Аналоговото управление се извършва чрез промяна на големината на протичащия през светодиода електрически ток. Така се ограничава и нивото на светоизлъчване. И на против, намалявайки тока, светоизлъчването също намалява. При импулсното управление се постига същият ефект, но не чрез промяна на амплитудата, а чрез промяна на широчината на импулсите на управляващия сигнал. По този начин се извършва управление на количеството енергия, подавано към светодиода, респективно и пропорционално управление на светлината на излъчване.

Въпреки, че аналоговото затъмнение е лесно за реализиране, изискващо по-малко апаратни средства, то в повечето

случаи не е подходящо поради редица недостатъци, като например, загуба на точност при затъмнение с около 25% при 10 нива на яркост и променя цвета на излъчване на светодиодите при различни стойности на захранващия ток, диодите работят в статичен режим, което повишава консумацията и топлоотделянето при работа. При затъмняване чрез ШИМ управление могат да се възпроизведат 3000 нива на затъмняване без загуба на точност, без промяна на цвета на светодиодите. В същото време се запазват постоянни ниската консумация и температура на чипа на светодиода.

От различни производители се произвеждат богато разнообразие интегрални схеми за управление на светодиоди. Те предоставят различни параметри за управление. Водещи производители са Linear Technology [1], Analog Device [1], Monolithic Power System [3], STMicroelectronics [6], Texas instruments

[7], Starchips Technology [8], NXP [9], ON Semiconductor [10], Maxim [11], Microchip [12], Zetex [13], Holtek [2] и др.

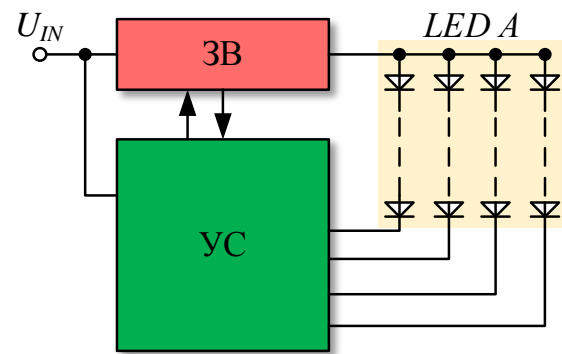
Целта на настоящата статия е да представи едно примерно решение за реализиране на управление на светодиодни източници на светлина с приложение за подсветка на течнокристални индикатори, използвани в съвременните телевизори, монитори и рекламни дисплеи, на базата на интегрален драйвер на фирмата MPS.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Основният блок на преобразувателя е управляващата схема УС, изградена на базата на интегрална схема MP3398a на фирмата MPS [3]. Тя представлява повишаващ драйвер, позволяващ независимо управление на четири светодиодни групи (LED A), използвани за подсветка на широкоекранни LCD панели. Четирите изходни канала могат да се обединят както два по два, в един общ, така и да се удвояват в зависимост от изискванията на потребителя и според размерите на осветявания екран. Също така интегралната схема може да поддържа както аналогово така и ШИМ управление. Независимо от броя на използваните изходни канали интегралната схема използва обща захранваща верига ЗВ. Блоковата схема на преобразувателя е представена на фиг.1.

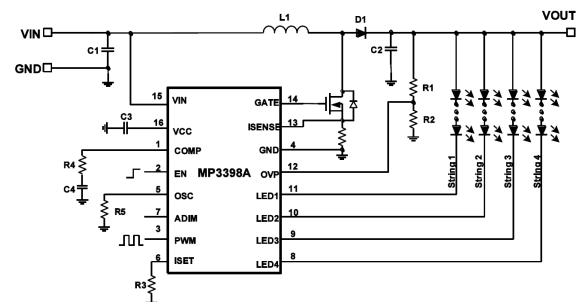
Захранващата верига се състои от полупроводников ключов елемент (n-MOS транзистор) и индуктивност L. Тя има за цел да повиши входното захранващо напрежение от 5V до 50-60V. Големината на електрическия ток във всеки от управляваните контури се регулира с точност до 2,5%, а ниското регулиращо напрежение на светодиодите намалява загубите на мощност.

За коректната работа на интегралната схема се грижи интегриран генератор, чиято честота се задава само с един външен резистор.



Фиг. 1. Блокова схема

В интегралната схема са предвидени множество защиты, които се задействат при получаване на определени сигнали към съответните входове. Предвидени са следните защиты: от късо съединение в някои от изходните контури, от претоварване по ток, от пренапрежение, от отворена верига и по температура.



Фиг. 2. Опростена принципна електрическа схема [3]

Използваната специализирана интегрална схема притежава вграден линейен регулатор, който при постъпване на входа за управление напрежение $U_{IN} > 6,5V$ на изхода се изработва пусков сигнал $U_{SG} = 6V$ за управление на ключовия елемент. Вградената защита от спад на напрежението (under-voltage lockout – UVLO) предпазва схемата, като я изключва, докато захранването и не се възстанови. Хистерезисът на UVLO защитата е 200mV.

При първоначално включване на схемата се извършва автоматичен тест на управляващите и захранващите вериги.

Следи се за пренапрежения и къси съединения. След приключване на теста и не са открити некоректни вериги се стартира вътрешната схема за плавен старт (soft-start – SS). За да се намали протичането на голям пусков ток през светодиодите е необходимо при начално пускане, преди да се задейства SS схемата, да се осигури управляващ ШИМ сигнал на вход 3.

Работната честота на преобразувателя се програмира от резистор R5, включен към извод 5 (OSC). Управляващият транзистор се отпушва в началото на всеки период. За коректна работа на схемата е изградена обратна връзка по ток. Тя се реализира като се следи пада на напрежение върху резисторът, включен между сорса на ключовия транзистор и минус на захранването. Пада на това напрежение се подава на входа на вътрешен операционен усилвател, който от своя страна управлява ШИМ компаратора. Когато токът през светодиодите премине определена стойност ШИМ компараторът изработва сигнал за изключване на интегралната схема.

Другата обратна връзка на схемата е по напрежение. Тя се въвежда от резистивния делител, образуван от резистори R1 и R2, включени между плюса и минуса на изходната захранваща схема. Сигналят от делителя постъпва на вход OVP (извод 12), който е свързан към неинвертиращия вход на вътрешен компаратор. При спад на изходното напрежение поради увеличаване на изходния товар вътрешната схема отпушва повече управляващия транзистор и по този начин се увеличава мощността, подадена към товара. При работа на слаб товар, преобразувателят работи в режим на пропускане на импулси, при който управляващият транзистор е отпушен за минимално време от приблизително 200µs, а след това се запущва и се прехвърля запасената енергия към товара. Управляващият транзистор остава запущен докато изходното напрежение се увеличи отново.

Управлението на функцията за регулиране на осветеността (dimming) се осъществява по два начин – чрез ШИМ и аналогово. При първия, към вход PWM (извод 3) се подава широчинно-модулиран сигнал. За средния ток през светодиодите при управление с ШИМ може да се запише, че:

$$I_{LED} = I_{SET} \cdot t_H, \quad (1)$$

където: I_{SET} – зададен ток през светодиодите; t_H – зададена ширина на импулса в ШИМ сигнала.

Аналоговото регулиране на осветеността може да се извърши също по два начина, в зависимост от изискванията на потребителя в конкретната разработка. Единият начин е като се използва отново ШИМ сигнал, но подаден към вход ADIM (извод 7). Постъпвайки на входа широчинно-импулсния сигнал се филтрира от вътрешен филтър. Производителя на преобразувателя (MPS) препоръчва честотата на ШИМ сигнала да бъде около 20kHz за по-добро филтриране и производителност, табл. 1. Вторият начин за аналогово управление е когато към вход ADIM се подава напрежение в границите от 0,4V до 1,5V. По този начин в рамките на тези зададени стойности токът през светодиодите се управлява директно от 0 до 100%.

Табл. 1

F_{PWM}, Hz	$t_{HMIN}, \%$	$t_{HMAX}, \%$
100-200	0,30	100
200-500	0,75	100
500-1k	1,5	100
1k-2k	3	100
2k-5k	7,5	100
5k-10k	15	100
10k-20k	30	100

При изработването на преобразувателя трябва първо да се избере честотата на превключване на управляващия транзистор. Тя трябва да бъде между 100kHz и 500kHz, като се определя от стойността на резистор R5 по следното уравнение:

$$F_{sw} = \frac{67320}{R5}. \quad (2)$$

Токът през светодиодните ленти се определя в зависимост от производителя на светодиодните ленти, техния брой и размер на екрана, който ще осветяват. Посредством изменение на стойността на резистор R_{ISET} може да се зададе тока през светодиодните, а именно:

$$I_{LED} = \frac{k_{TR} \cdot U_{IR}}{R_{ISET}}, \quad (3)$$

където: k_{TR} – коефициент на предаване; $U_{IR} = 1,22V$ – вътрешно сравняващо напрежение.

Важен компонент в електронната схема е кондензаторът C1. Той разтоварва захранващия източник и в същото време не позволява прехвърляне на шумове, получени при комутации, между захранването на монитора (или телевизора) и преобразувателя за управление на подсветката. Този кондензатор на практика се замества с два кондензатора, включени в паралел – единият керамичен с капацитет $4,7\mu F$, а другия електролитен с капацитет $200\mu F$.

Използваната интегрална схема трябва да изработва високо захранващо напрежение, което да се подаде към светодиодните ленти. За целта неговата индуктивност трябва да се избере много внимателно:

$$L = \frac{\eta \cdot U_{OUT} \cdot \gamma \cdot (1 - \gamma)^2}{2 \cdot F_{sw} \cdot I_{LED}}, \quad (4)$$

$$\gamma = 1 - \frac{U_{IN}}{U_{OUT}}, \quad (5)$$

където: η – коефициент на полезно действие; U_{IN} и U_{OUT} – входно и изходно напрежение; γ – коефициент на усилване на преобразувателя по напрежение.

Токът, който се комутира от транзистора, се използва за управление на тока през товара, като се следи пада на напрежение върху резистора R_{SENS} . Стой-

ността на този резистор трябва да бъде такава, че токовото ограничение в най-критичния момент да не бъде по-малко от 80%. Затова R_{SENS} може да се определи по уравнението:

$$R_{SENS} = \frac{0,8 \cdot U_{SENS}}{I_{LP}}, \quad (6)$$

$$I_{LP} = \frac{U_{OUT} \cdot I_{LED}}{\eta \cdot U_{IN}} + \frac{U_{IN} \cdot (U_{OUT} - U_{IN})}{2 \cdot L \cdot F_{sw} \cdot U_{OUT}}, \quad (7)$$

където: I_{LP} – пиков ток през индуктивния елемент.

Използваната интегрална схема е способна да управлява различни по параметри n-канални MOS транзистори. Параметрите на транзисторите, които трябва да се съблюдават при избора им за работа в този преобразувател са: максимално напрежение дрейни-сорс (U_{DSMAX}), максимален дрейнов ток (I_{DMAX}), съпротивление на канала при отпушен транзистор ($R_{DS(on)}$), заряд между гейт и сорс q_{GS} и между гейт и дрейт q_{DS} .

Трябва да се има предвид, че в идеалния случай, при изключено състояние на транзистора, напрежението U_{DS} е равно на изходното напрежение ($U_{DS} = U_{OUT}$). А в момента на запущване на транзистора напрежението U_{DS} се повишава с 1,5 пъти спрямо входното, U_{IN} . Максималният ток през транзистора възниква при минимално входно напрежение и максимална изходна мощност. Ефективната стойност на този ток се определя от уравнението:

$$I_{DRMS} = I_{IN} \cdot \sqrt{\beta}, \quad (8)$$

$$\beta = \frac{U_{OUT} - U_{IN}}{U_{OUT}}. \quad (9)$$

Съпротивлението на отпушения канал $R_{DS(on)}$ определя загубите при пренасяне:

$$P_C = I_{RMS}^2 \cdot R_{DS(on)} \cdot a, \quad (9)$$

където: a – температурен коефициент на транзистора.

Времето за комутация определя загубите при превключване, а те зависят от зарядите q_{GS} и q_{GD} на транзистора. q_{GS} е заряд образуван в момента на постъпване на сигнал от драйвера към гейта на транзистора (напрежение U_{GS}). Този заряд формира наклона на предния фронт, който се определя от праговото напрежение до достигане на максималната стойност (платото). Зарядът q_{GD} се осъществява докато транзисторът е отпушен (по време на платото на импулса). Естествено, q_{GD} се разрежда в момента на отпадане на управляващото напрежение U_{GS} и формира наклона на задния фронт. Затова зарядите q_{GS} и q_{GD} са пряко свързани със загубите на мощност при превключване. Те могат да се опишат със следното опростено уравнение:

$$P_{SW} = \frac{q_{GS} \cdot R_G}{U_{DR} - U_T} \cdot U_{DS} \cdot I_{IN} \cdot F_{SW} + \frac{q_{GS} \cdot R_G}{U_{DR} - U_{PL}} \cdot U_{DS} \cdot I_{IN} \cdot F_{SW}, \quad (10)$$

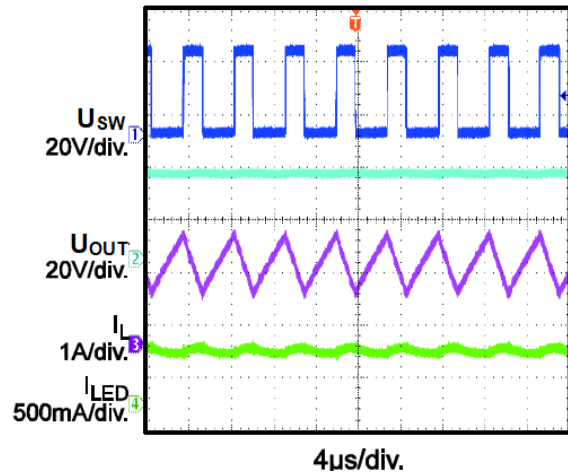
където: U_T – прагово напрежение по каталог на транзистора; U_{PL} – напрежение на платото на импулса; U_{RD} – управляващо напрежение; R_G – съпротивление на гейта.

За изчисляване на загубите в гейта се използва пълния капацитет на гейта q_G :

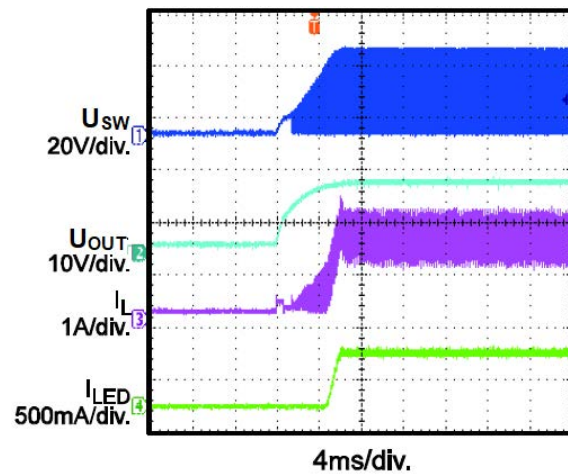
$$P_D = q_G \cdot U_{DR} \cdot F_{SW} \quad (11)$$

На фиг. 3 до фиг. 7 са показани експериментални времедиаграми, отразяващи работата при описаните режими на електронния преобразувател за управление на светодиодна подсветка за LCD монитори и телевизори.

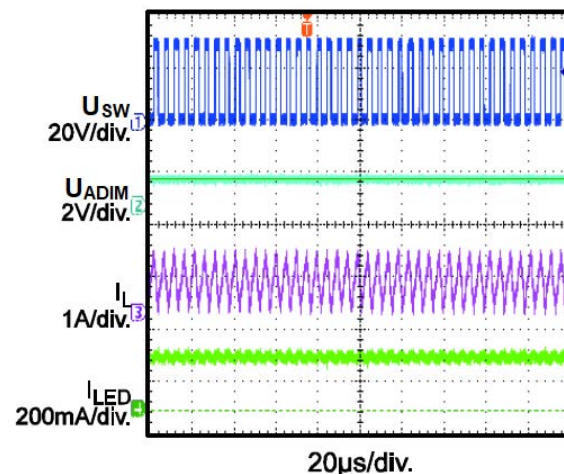
Преобразувателят може да поддържа основно само четири светодиодни групи. За да може, обаче, да поддържа повече на брой светодиодни ленти, например, при дисплеите с размери над 32'', 40'', 50'' и т. н.,



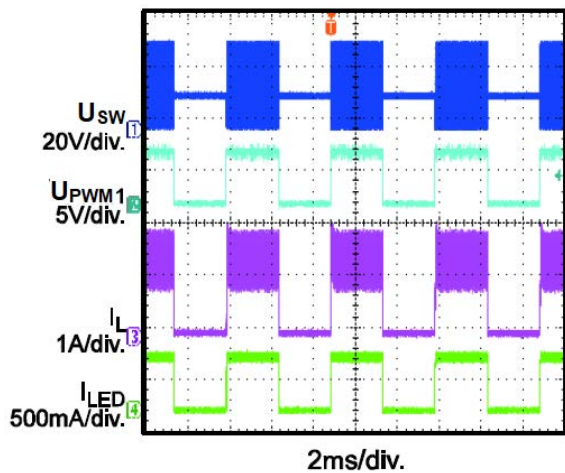
Фиг. 3. Работа в режим на изчакване



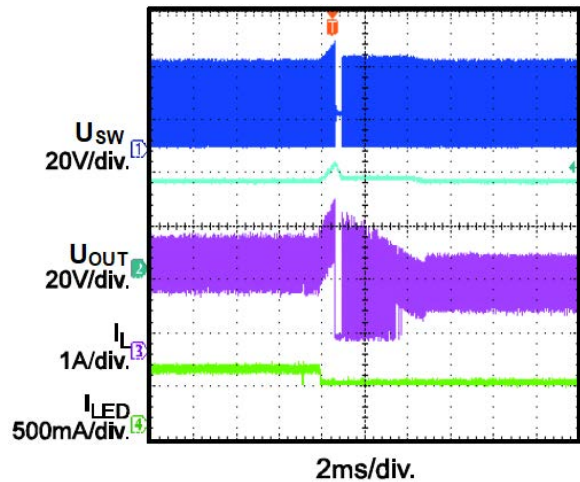
Фиг. 4. Включване на входното напрежение



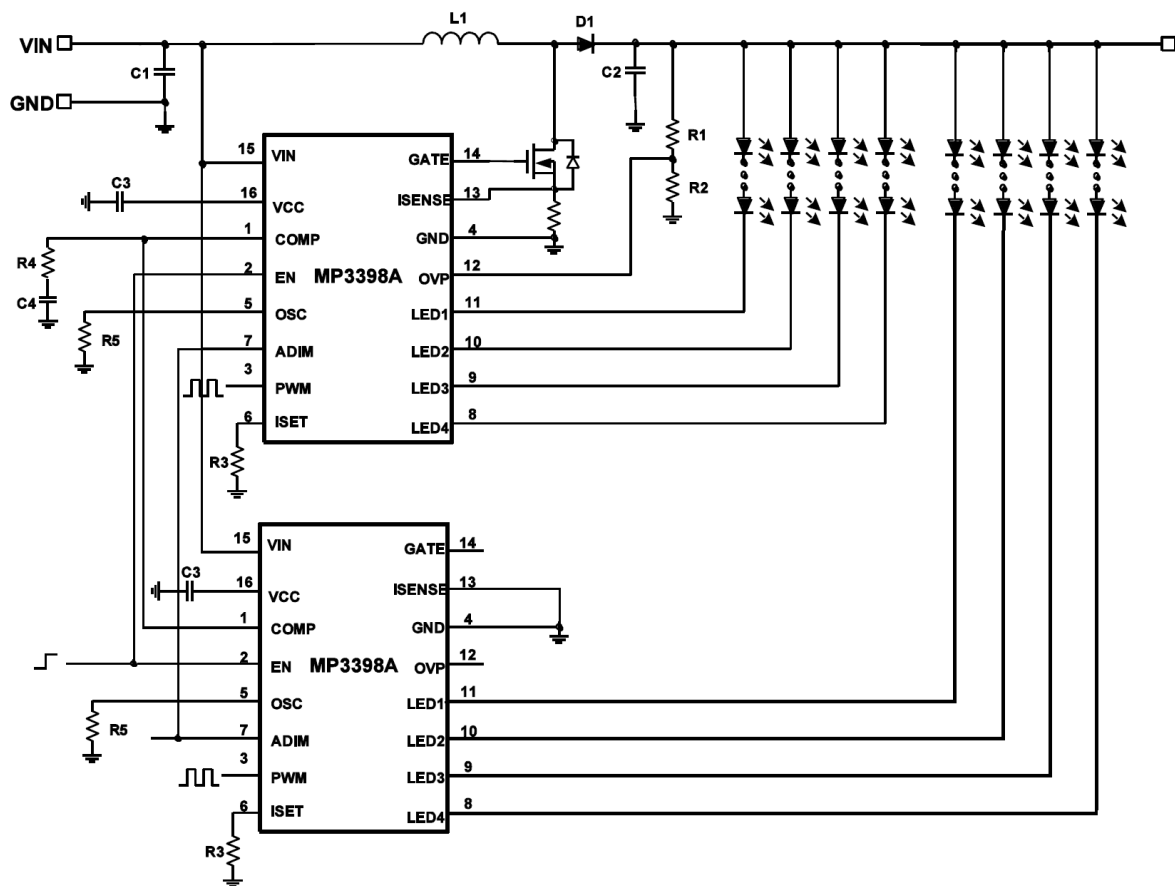
Фиг. 5. Режим на аналогово регулиране на осветеността



Фиг. 6. Режим на регулиране на осветеността чрез ШИМ



Фиг. 7. Режим на прекъсване на светодиодната лента



Фиг. 8. Опростена схема на включване на два едночипови преобразувателя за управление на осем светодиодни ленти

едночиповите преобразуватели могат да работят съвместно, в паралелен режим, с други интегрални схеми от същия тип. Опростена сехема на включване на две интегрални схеми, работещи съвместно е показана на фиг. 8. В тази конфигурация могат да се включат много интегрални

схеми от този тип, но само една трябва да бъде главна и тя да уптвялява всички останали. Така, например, ако трябва да се управляват осем светодиодни ленти е необходимо да се използват две интегрални схеми от типа MP3398A. Ако са необходими 12 светодиодни ленти се

включват три интегрални схеми от типа MP3398A. За да работят съвместно е необходимо вход VCC (извод 16) на едната интегрална схема да се свърже със същия на втората интегрална. Така техните логически блокове се захранват едновременно. Входи COM1 (извод 1) също трябва да са взаимно свързани за да може да се управляват едновременно и еднакво функциите на двете интегрални схеми.

При работа в паралелен режим се използва само един външен силов транзистор, който се управлява само от главната интегрална схема. Входовете за следене на тока ISENSE (изводи 13) на подчинените интегрални схеми се включват на маса, а на главната, както е показано на фиг. 8. Сигналът за разрешаване на работа EN (извод 2) и този за аналогово димиране ADIM (извод 7) трябва да се прилагат едновременно към всички работещи в конфигурацията интегрални схеми MP3398A.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представеното електронно устройство е универсално за всеки модел LCD телевизионни приемници и монитори. Това се е наложило поради факта, че описаният едночипов преобразувател на фирмата Monolithic Power System – MPS, MP3398A, е универсален, предлагащ гъвкаво управление и конфигуриране с останалата електронна схемотехника в устройството. Интегралните схеми от серията MP33xx са широко използвани и могат да се видят в електронните блокове на почти всички марки телевизори и компютърни монитори, като например: LG [15], Samsung [19], Philips [5], Panasonic [23], Vestel [14], Crown [20], NEO [21], Telefunken [17], Blaupunkt [18], JVC [16], Grundig [23] и др. Причината за това е, че всички те използват почти ед-

на и съща схемотехника, което уеднаквява тяхната елементна и блокова конфигурация на електронните им модули.

Описанието му тук е продиктувано от факта, че доста често инженерите, занимаващи се със сервизна дейност изпитват затруднения в разбирането на принципа на работа и схемотехниката, на този вид преобразувател, при диагностициране и отстраняване на повреди в съвременните телевизионни приемници.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] www.analog.com, product data sheet, Jun 2020.
- [2] www.holtek.com, product data sheet, Jun 2020.
- [3] www.monolithicpower.com, product data sheet, Jun 2020.
- [4] www.ibselectronics.com, product data sheet, Jun 2020.
- [5] www.philips.bg/c-m-so/tv/p/oled-tv.
- [6] www.st.com, product data sheet, Jun 2020.
- [7] www.ti.com, product data sheet, Jun 2020.
- [8] www.starchips.com.tw, product data sheet, Jun 2020.
- [9] www.nxp.com, product data sheet, Jun 2020.
- [10] www.onsemi.com, product data sheet, Jun 2020.
- [11] www.maximintegrated.com, product data sheet, Jun 2020.
- [12] www.microchip.com, product data sheet, Jun 2020.
- [13] www.zetex.com, product data sheet, Jun 2020.
- [14] www.vestelinternational.com
- [15] www.lg.com
- [16] www.jvs.com
- [17] www.telefunken.com
- [18] www.blaupunkt.com
- [19] www.samsung.com
- [20] www.crownaudio.com
- [21] www.szneo.com
- [22] www.grundig.com
- [23] www.panasonic.com

АВТОМАТИЗИРАНО ОСВЕТЛЕНИЕ ЗА ОХРАНА И СИГНАЛИЗАЦИЯ НА ЖИЛИЩНА СГРАДА

AUTOMATED LIGHTING FOR THE SECURITY AND SIGNALING OF A RESIDENTIAL BUILDING

Antoaneta Ivanova Hinova

Technical college of Lovech

Abstract

This article discusses a residential building lighting system using Siemens LOGO programmable logic controller. Consideration is given upon the decision-making process as well as the advantages and features of the circuit design with this type of controller. Computer simulation included in the controller's programming environment illustrates the operation of the circuit of the automated system for switching on the lighting when people are moving around and in a building.

Keywords: LOGO programmable logic controller, simulation, motion sensor, functional block diagrams

ВЪВЕДЕНИЕ

Не съществуват еднозначни правила за бърз избор на PLC, PIC или PC като среда за конкретна управляваща система. При този избор трябва да се отчитат много фактори – бюджет на проекта, размери, достъп до техническа поддръжка, сложност и възможност за разширение на системата в бъдеще [1]. Особено внимание следва да се отдели на изискванията към процесите и системните изисквания, а също на съответствие на сертификата на ниво за пълна безопасност SIL (Safety Integrity Level-дискретно ниво с четири стойности, определящи изискванията аргумента за пълна безопасност на функцията безопасност) и показателя на средно време за отказ MTBF (Mean Time Between Failure).

Често изборът на потребителя, по вътрешни или външни причини, е детерминиран. Обусловен от наличните лицензи за програмно обезпечение, възможностите за техническата поддръжка и тренинг на персонала [2]. Вземайки техническо решение за избор на типа на система за

управление - основана на програмируем контролер или на компютърна технология трябва да се имат предвид няколко ключови фактора от гледна точка на проектираното приложение:

- метод на изпълнение на разработваната управляваща програма;
- степен на устойчивост на апаратурата към условията на средата;
- диапазон на интеграция на апаратните компоненти;
- ниво на интеграция на свързаните функции;
- метод за програмиране на задачите на контролера;
- стойност на целия инвестиционен проект.

Програмируемият логически контролер LOGO предлага решения за контрол на домашни и промишлени инсталации с устойчивост към въздействията на средата, лекота на сервизно обслужване, лесен принцип на работа, ниво на интеграция на апаратните компоненти, удовлетворително ниво на защита, функционална

безопасност, метод на програмиране и стойност на внедряване.

Целта на схемната комбинация с възможностите на програмируем логически контролер ЛОГО е да се осъществи автоматизирано управление на външното и вътрешното осветление на жилищна сграда.

В случай на отсъствие на хора или в тъмните часове на денонощието програмата, заложена в контролера трябва да сигнализира за приближаване на хора. Чрез сигнализатор за движение и контакт за тревога установката за тревожна сигнализация включва външното и вътрешното осветление.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Външното осветление е разделено на три области чрез програморумите

Изх изходи на контролера- O1, O2, Q3. За всяка област се използва отделен сигнализатор за движение [3], съответно- I2, I3, I4. Ако през определен интервал от време сработи поне един от тези сигнализатори, то съответстващото му външно осветление се включва за 90 сек. Диапазона от работно време се задава чрез годишен таймер (от 15.00 до 7.00). Благодарение на фоторелето на входа I1 се гарантира включване само в тъмните часове на деня. На входа I5 се включва четвърти сензор за движение, който независимо от времето и тъмнината включва всички три външни осветления за 90 сек.

Външното осветление се включва също за 90 сек. чрез контакт за тревога на вход I6, освен това, след отпадане на външното осветление след 90 сек. се включва вътрешното осветление. Чрез сензор за движение на вход I5 и контакт за тревога вътрешното осветление се включва незабавно за 90 сек. Сигналите от сензорите за движение се подават на вградените входове на контролера I2, I3,

I4, I5, като програмната реализация може да се реализира и чрез ладер-диаграми [3, 4].

Използвани са следните компоненти:

LOGO 230RC-базисен модул и захранващ блок;

I1 фотореле (нормално отворен контакт);
I2-сензор за движение 1 (нормално отворен контакт);

I3-сензор за движение 2 (нормално отворен контакт);

I4-сензор за движение 3 (нормално отворен контакт);

I5-сензор за движение 4 (нормално отворен контакт);

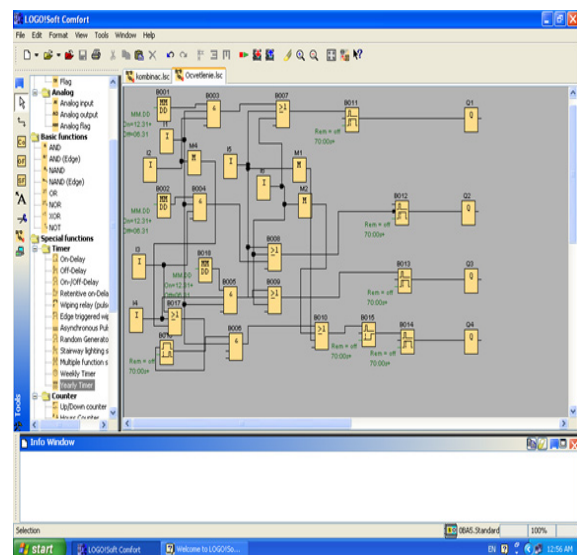
I6-контакт за тревога на системата за тревожна сигнализация (нормално отворен контакт);

Q1-външно осветление 1;

Q2-външно осветление 2;

Q3-външно осветление 3;

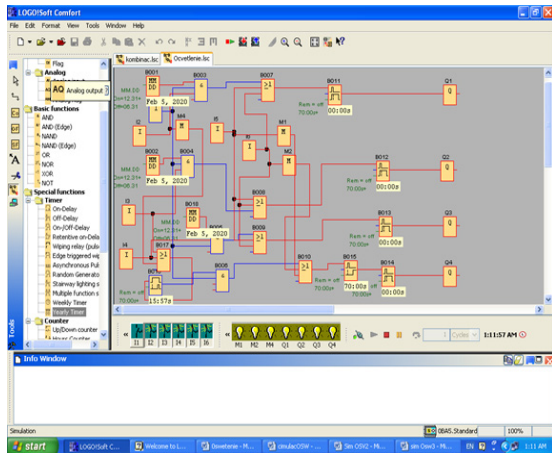
Q4-вътрешно осветление.



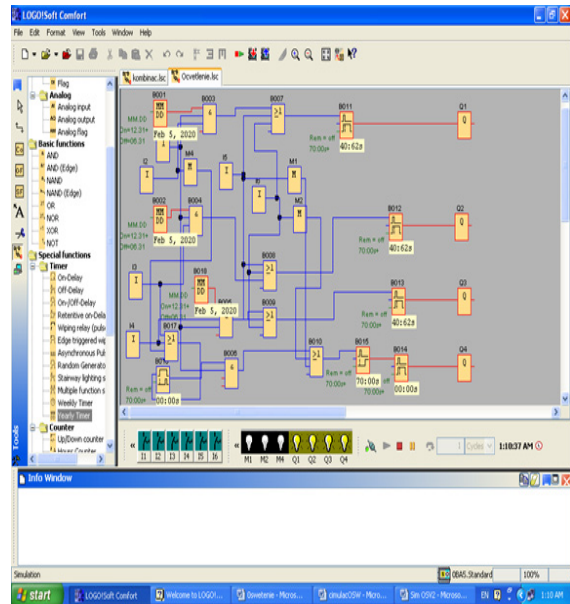
Фиг. 1. Програмната реализация на системата с функционално-блокови схеми

Симулационните резултати илюстрират действието на системата и логиката на схемното решение с LOGO230RC. Те са силно зависими от настройката на параметрите на всяка

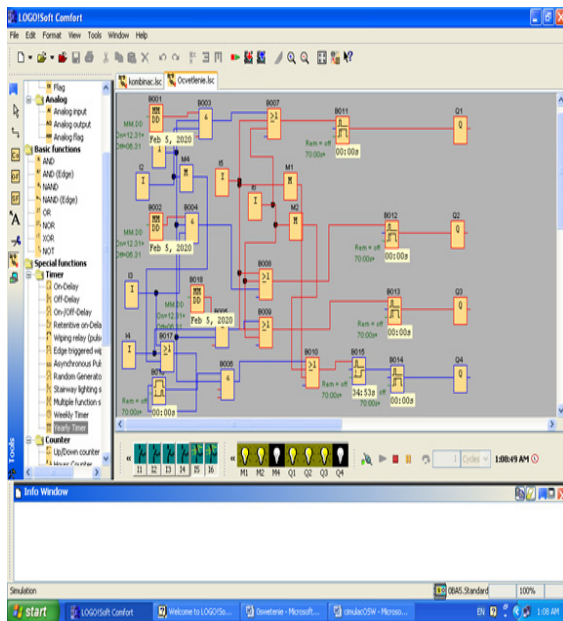
отделна функционална блокова схема на контролера.



Фиг.2. Симулация с пълно включване на осветлението

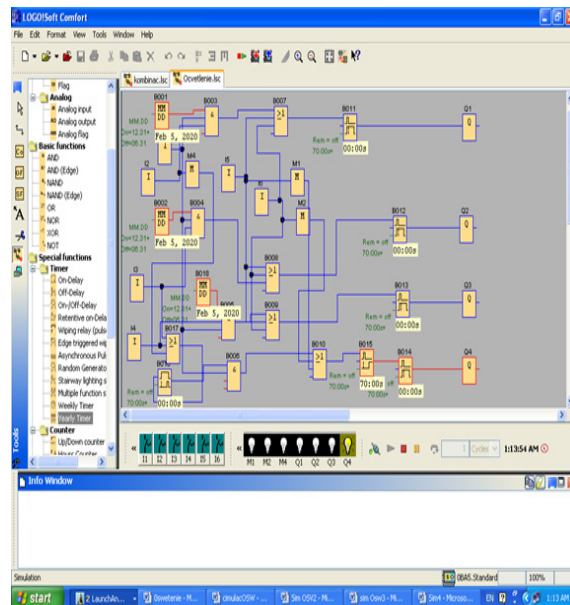


Фиг.4. Симулация при изключване на входните сигнали, когато осветлението все още продължава да свети.



Фиг.3. Симулация с включване само на външното осветление

От симулацията се проследява изключването на външното осветление според зададения временен интервал.



Фиг.5. Симулация с изключване на входните сигнали, когато остава само външното осветление

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ НА КАНАЛА ПРИ ПРЕДАВАНЕ НА СИГНАЛИ СЪС СКОКООБРАЗНО ИЗМЕНЕНИЕ НА ЧЕСТОТАТА

INVESTIGATION OF CHANNELS RESPONSE IN TRANSMISSION OF FREQUENCY HOPPING SPREAD SPECTRUM SIGNALS

Hristina Spiridonova

*Todor Kableshkov University of Transport
Geo Milev Str. 158, 1574 Sofia
BULGARIA*

Galina Cherneva

*Todor Kableshkov University of Transport
Geo Milev Str. 158, 1574 Sofia
BULGARIA*

Petar Ivanov

*Todor Kableshkov University of Transport
Geo Milev Str. 158, 1574 Sofia
BULGARIA*

Abstract

The paper shows the results of the study of the time characteristics of linear channels in transmission of frequency hopping spread spectrum signals (FHSS).

Keywords: frequency hopping spread spectrum signals, communication channel, impulse response

ВЪВЕДЕНИЕ

Характерна особеност на съвременното ниво на развитие на системите за предаване на информация е използването в тях на сигнали с разширен спектър. Интересът към тях се обуславя от възможностите за тяхното използване, когато е необходимо да се осигури енергийна и структурна скритост на излъчването, организиране на многостанционен достъп и др. Разработени и практически реализирани са голям брой различни методи за разширяване на спектъра [1,2,3]. В общ случай за разширяване на спектъра на хармоничната носеща е възможно да се манипулира с псевдослучайна последователност (ПСП) фазата или честотата на тази носеща. В зависимост от вида на параметъра на носещата, манипулирана по закона на ПСП, се различават сложни

фазово манипулирани и сложни честотно манипулирани сигнали, или сигнали със скокообразно изменение на честотата.

Обект на настоящата статия е изследване на времевите характеристики [4] (преходна и импулсна) на линеен комуникационен канал при предаване на сложни честотно манипулирани сигнали.

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПРЕХОДНАТА ХАРАКТЕРИСТИКА НА КАНАЛА В ЗАВИСИМОСТ ОТ ПАРАМЕТРИ НА СИГНАЛА

Общият аналитичен израз на сигнал с разширен спектър има следния вид [3]:

$$s(t) = \sum_{k=0}^{\infty} \sum_{l=0}^{pL_g-1} U_m \text{rect}(t - l\tau_g - kT_g) e^{j[(\omega_0 + \omega_k)(t - l\tau_g - kT_g) + \varphi_k + \varphi_0]} \quad (1)$$

където: $L_g = \frac{T_g}{\tau_g}$ е броят на символите на разширяващата спектъра ПСП;

$$rect(t) = \begin{cases} 1, & 0 \leq t \leq \tau_g \\ 0 & \text{за всяко друго } t \end{cases}$$

Um – амплитуда на сигнала; ω_0 и φ_0 са честота и начална фаза на носещата; ω_{lk} и φ_{lk} са съответно дискрети на честотата и фазата; p, l, k - числови параметри.

Честотно манипулираните сложни сигнали се образуват чрез скокообразно изменение честотата на носещата. Изразът, описващ дискретен честотно манипулиран сигнал съответства на формула (1), при условие, че $\varphi_{lk}=0$. Следователно честотата на сигнала се изменя дискретно по закона на ПСП.

Важен частен случай на дискретните честотно манипулирани сигнали са сигналите с псевдослучайно скокообразно изменение на носещата честота. Принципно им различие от дискретните честотно манипулирани сигнали се състои в прекъсване на фазата в моментите на честотните скокове.

Дискретните честотно манипулирани сигнали имат съществено преимущество в сравнение с фазово манипулираните сигнали по отношение размера на ансамбъла и големината на базата [2]. При използване на една и съща ПСП базата на дискретния честотно манипулиран сигнал се определя със съотношението

$B_s = L_g^2$, което означава, че в сравнение с фазово манипулирания сигнал имаме увеличение на базата L_g пъти. За определяне формата на дискретните честотно манипулирани сигнали на изхода на канала за връзка могат да бъдат използвани времеви и спектрални методи. За настоящето изследване по-пригоден е времевият подход, тъй като позволява да се осъществи преход от непрекъснатия модел на линията към дискретен модел. Освен това времевият метод се базира на преходните характеристики на линията за връзка.

Дискретният честотно манипулиран сигнал на входа на канала има вида:

$$s_1(t) = \sum_{l=0}^{k-1} a_l rect(t - l\tau_a), \quad a_l \in (-1,1) \quad (2)$$

където τ_a е продължителност на елементарния импулс на ПСП. Изходният за канала сигнал може да се представи като:

$$s_2(t) = \sum_{l=0}^{k-1} a_l \gamma(t, l) \quad (3)$$

където $\gamma(t, l)$ е реакцията на канала за връзка на функцията $rect(\cdot)$. Тя може да се представи във вида:

$$\gamma(t, l) = \int_0^t g(\tau) rect(t - l\tau_a) d\tau = h(t - l\tau_a) - h[t - (l+1)\tau_a] \quad (4)$$

където $g(\tau)$ е импулсната характеристика, а $h(t)$ е преходната характеристика на канала за връзка. Като се вземат предвид зависимости (3) и (4), за формата на изходния сигнал се получава:

$$s_2(t) = 2 \sum_{l=0}^{k-1} a_l \{h(t - l\tau_a) - h[t - (l+1)\tau_a]\} \quad (5)$$

Характерен модел на радиолиниите от диапазона на УКВ е еднолъчевата радиолиния, която има характеристика на идеален лентов филтър с честотна лента Δf , средна честота f_0 и коефициент на отслабване K_0 . Преходната характеристика на идеалния лентов филтър може да се опише със следния израз [2]:

$$h(t) = \frac{4K_0}{\pi} [Si(\omega_2 t) - Si(\omega_1 t)] \quad (6)$$

където $\omega_2 - \omega_1 = 2\pi(f_2 - f_1) = 2\pi\Delta f$,
 $\text{Si}(\cdot)$ е интегрален синус.

Импулсната характеристика на съ-
 щия канал [2] е:

$$g(t) = \frac{K_0\Delta\omega}{\pi} \frac{\sin\left(\frac{\Delta\omega t}{2}\right)}{\frac{\Delta\omega t}{2}} \cos\omega_0 t \quad (7)$$

Глобалният максимум на преходната
 характеристика (6), като се има предвид
 зависимост (7) и се приложат необходи-
 мите и достатъчни условия за максимум
 на функцията, се получава във вида:

$$h_{\max}(t) = \frac{2K_0}{\pi} \left[\text{Si}\left(\frac{\pi}{2}(1+\beta)\right) - \text{Si}\left(\frac{\pi}{2}(1-\beta)\right) \right] \quad (8)$$

$$\beta = \frac{f_2 - f_1}{f_2 + f_1}$$

където

Максималната стойност на преходна-
 та характеристика е изследвана в зависи-
 мост от големината на коефициента β . За
 теснолентови канали за връзка е изпъл-
 нено:

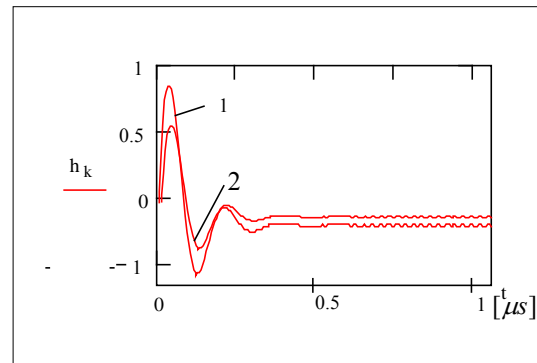
$$\lim_{\beta \rightarrow 0} h_{\max} = 0 \quad (9)$$

За свръхшироколентови канали ($\beta=1$)
 се получава:

$$h_{\max} = \frac{2K_0}{\pi} \text{Si}(\pi) \approx 1,2K_0 \quad (10)$$

За $\beta \ll 1$ чрез разлагане на интеграл-
 ния синус в ред, се получава:

$$h_{\max} = \frac{4\beta K_0}{\pi} \quad (11)$$



Фиг.1. Преходни характеристики при
 различна широколентовост на канала

Времето на преходния процес се по-
 лучава обратно пропорционално на
 $2f_0\beta$. Следователно, за да няма припо-
 криване на елементите на сигнала на из-
 хода на канала, трябва да е изпълнено:

$$\tau_a > \frac{1}{2f_0\beta} \quad (12)$$

ИЗВОДИ

Въз основа на получените графични
 резултати от фиг.1 и аналитични зависи-
 мости (9), (10) и (11) следва, че макси-
 малната стойност на преходната харак-
 теристика на линията за връзка е пропор-
 ционална на нейната широколентовост.
 Амплитудата на сигнала, съгласно израз
 (5), се определя от дължината на еlemen-
 тарния импулс τ_a на ПСП. В случай, че
 времетраенето на преходната характери-
 стика е по-малко от τ_a , следва, че ампли-
 тудата на изходния за канала сигнал ще
 се определя от максималната стойност
 на преходната характеристика h_{\max} и ще
 зависи от широколентовостта на канала.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Proakis J. and Salehi M. Communication Systems Engineering. - Prentice-Hall.: Upper Saddle River, NJ, 2002.
- [2] Sclar B. Digital communications: Fundamentals and Applications. 2 Edition. Prentice Hall.2001
- [3] Viterbi A.J Cdma: Principles of Spread Spectrum Communication, Hardcover 2010.
- [4] Cherneva G. Theoretical Electrical Engineering. Bolidins, S.. 2011.

КОМПЕНСИРАНЕ ВЪЗДЕЙСТВИЕТО НА МУЛТИПЛИКАТИВНИ СМУЩЕНИЯ ЧРЕЗ ФИЛТЪР С РЕГУЛИРУЕМА ПРЕДАВАТЕЛНА ХАРАКТЕРИСТИКА

COMPENSATING FOR THE EFFECTS OF MULTIPLICATIVE INTERFERENCE BY A FILTER WITH AN ADJUSTABLE TRANSMISSION CHARACTERISTIC

Hristina Spiridonova
Todor Kableshkov University of Transport
Geo Milev Str. 158, 1574 Sofia
BULGARIA

Abstract

One of the current trends in addressing the problem of noise immunity enhancement and information transmission efficiency is the synthesis of forming filters to compensate for the changing channel activity. In the synthesis of such filters, it is of particular importance to determine the dependence of their properties on the variation of their parameters.

The task is to determine, at a fixed average signal power at the channel input, the characteristics of the FF so as to minimize the root mean square error.

Keywords: the root mean square error, noise immunity, multiplicative interference.

ВЪВЕДЕНИЕ

Проблемът за повишаване на шумоустойчивостта заема централно място в съвременната теория за предаване на информация. Устойчивостта срещу смущения, като една от най-важните характеристики, определящи ефективността на радиокомуникационната система (РКС) [1], се характеризира със зависимост на достоверността на приеманите съобщения от енергийните параметри на линията, използваните алгоритми за предаване на информацията и статистическите характеристики на смущенията. В случай на аналогови системи, в качеството на мярка за достоверността, обикновено се използва средноквадратичната грешка за оценка на информационния параметър на сигнала от приемника [2].

Съществуват различни подходи за повишаване на шумоустойчивостта [1,3,4]. Един от тях е свързан със синтеза

на формиращ филтър (ФФ) в предавателя, реализиращ такова изменение на форма на предавания сигнал, което би обусловило неизкривена форма на сигнала в приемника [5].

В работата се разглежда предаване на случаен сигнал в канал със случайни параметри и въздействие само на мултипликативни смущения. Поставена е задачата при фиксирана средна мощност на сигнала на входа на канала, да се определят характеристиките на ФФ така, че да се минимизира средноквадратичната грешка.

ПОСТАНОВКА НА ЗАДАЧАТА ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ

Разглежда се сигнал, формиран от източника, във вид на стационарен случаен процес с нулево математическо очакване $\xi(t)$ и енергийна спектрална плътност

$S(f)$. Той преминава през ФФ в предавателя и се трансформира в $\eta(t)$ (фиг. 1). В комуникационния канал въздействат само мултипликативни смущения, което е реален модел напр. при тропосферно и йоносферно разсейване [6]. На входа на приемника постъпва сигнал $\eta'(t)$.

Задачата на настоящето изследване се формулира като: при фиксирана средна мощност на сигнала на входа на комуникационния канал, да се минимизира средноквадратичната грешка между предадения и приетия сигнал.

Следствие въздействието на мултипликативни смущения в канала за връзка, се наблюдава случайно изменение на коефициента му на предаване и затихване на сигнала.

Въздействието на мултипликативните смущения и случайните изменения на параметрите на канала се отчита чрез оператор, представен във вид на умножение със случайната функция $\mathcal{G}(t)$ [2,3].

За комуникационен канал само с мултипликативни смущения, изходният сигнал може да се запише във вида:

$$(1) \quad \eta'(t) = \eta(t)\mathcal{G}(t)$$

Нека $\mathcal{G}(t)$ е случайна величина с разпределение, съвпадащо с едномерното разпределение на реално затихване с математическо очакване $a_{\mathcal{G}}$ и дисперсия $\sigma_{\mathcal{G}}^2$.

Ако за определен интервал от време е известен характерът на затихванията, (т.е. изменението на функцията $\mathcal{G}(t)$ е известно), то може да се въведе в предавателя чрез канал за обратна връзка, както е показано на фиг.1. Тогава коефициентът на предаване на ФФ ще се изменя в съответствие със затихването и се означава като $K_1(f, \mathcal{G})$. Така чрез регулиране на $K_1(f, \mathcal{G})$ на ФФ ще се

осъществява компенсация на затихването на сигнала.

С цел оценка на ефективността от използването на ФФ, се поставя условие за фиксирана средна мощност на сигнала на входа на канала:

$$\int_{f_1}^{f_2} S(f) |K_1(f, \mathcal{G})|^2 df = P_{S_{cp}} = const \quad (1)$$



Фиг. 1. Структурна схема на РКС с ФФ с регулируема характеристика

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА МИНИМАЛНАТА СРЕДНОКВАДРАТИЧНА ГРЕШКА

За средноквадратичната грешка на $\eta'(t)$ спрямо $\eta(t)$ в този случай е в сила зависимостта:

$$\varepsilon^2 = \int_{f_1}^{f_2} S(f) [1 - 2a_{\mathcal{G}}K_1(f, \mathcal{G}) + (a_{\mathcal{G}}^2 + \sigma_{\mathcal{G}}^2)|K_1(f, \mathcal{G})|^2] df$$

(3)

където $|K_1(f, \mathcal{G})|$ е модулът на коефициент на предаване на ФФ

Съгласно теорията на функционалния анализ [6], за да се определи минимума на (3), трябва да се запише първата вариация на (3) спрямо $|K_1(f, \mathcal{G})|$ и от там да се изведе уравнението на Ойлер.

Така се получава следното уравнение на Ойлер:

$$(a_g^2 + \sigma_g^2) + \lambda = \frac{a_g}{K_1(f, g)}, \quad (4)$$

където λ е множител на Лагранж [6].

Оптималната стойност на коефициента на предаване на ФФ е:

$$K_1(f, g)_{opt} = \left[\frac{a_g}{(a_g^2 + \sigma_g^2) + \lambda} \right], \quad (5)$$

Стойността на λ се получава като се замести зависимост (5) в условие (2).

Тогава минималната стойност на средноквадратичната грешка се получава:

$$\overline{\varepsilon_{min}^2} = \int_{f_1}^{f_2} S(f) \left[1 - 2a_g \frac{\sqrt{P_{cp}}}{\sqrt{\int_{f_1}^{f_2} S(f) df}} + (a_g^2 + \sigma_g^2) \frac{P_{cp}}{\int_{f_1}^{f_2} S(f) df} \right] df \quad (6)$$

Зависимост (6) показва, че при наличие само на мултипликативни смущения, минималната средноквадратична грешка зависи само от характеристиките на затихването и енергийния спектър на полезния сигнал.

Чрез зависимост (6) може да се определи ефективността от използване на ФФ с регулируема АЧХ при предаване на често използваните сигнали с експоненциална форма на енергийния спектър от вида [2]

$$S(f) = \sigma^2 e^{-\beta \Delta f} \quad (7)$$

където β е коефициент, характеризиращ стръмността на експоненциалната крива;

$$\Delta f = f_2 - f_1 \text{ - честотна лента на канала;}$$

Ако се допусне, че $f_1 \approx 0$ и се замести (7) във формула (6), се получава:

$$\overline{\varepsilon_{min}^2} = \frac{\sigma^2(1 - e^{-\beta \Delta f_2})}{\beta} - 2a_g \sqrt{\frac{\sigma^2 P_{cp}(1 - e^{-\beta \Delta f_2})}{\beta}} + (a_g^2 + \sigma_g^2) P_{cp} \quad (8)$$

ИЗВОДИ

В работата е показано как може да минимизира средноквадратичната грешка между предадения и приетия сигнал в канал с мултипликативни смущения чрез използване на ФФ в предавателя. Намерена е връзка между оптималния коефициент на предаване на филтъра и характеристиките на сигнала и смущението, изразени като стационарни случайни процеси. Доказано е, че чрез регулиране на предавателния коефициент на филтъра може да се постигне компенсация на затихването на сигнала

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Proakis J. and Salehi M. Communication Systems Engineering. - Prentice-Hall.: Upper Saddle River, NJ, 2002.
- [2] Sclar B. Digital communications: Fundamentals and Applications. 2 Edition. Prentice Hall. 2001
- [3] Viterbi A.J Cdma: Principles of Spread Spectrum Communication, Hardcover 2010.
- [4] Чернева Г. Оптимална филтрация на сигнал, предаван в канал със случайни параметри. Научен семинар Комуникации, електроенергетика и информатика в транспорта 2016, сп. «Механика, транспорт, комуникации», ISSN 1312-3823, том 14, бр.3/2 2016, стр. XI 87- XI 95
- [5] Иванов П., Спиридонова Хр., Чернева Г., Оценка на ефективността на оптималното линейно предизкривяване на сигнала, XXVI conference Telecom 2018 25-26 October, NSTC, Sofia, Bulgaria Proceedings ISSN 13142690 - 13-17 стр.58-60
- [6] Чернева Фрактални модели за апроксимация на случайни процеси. Годишник на ТУ- София, том 67, кн.2, 2017г., стр. 171-176.

ОЦЕНКА НА ЕФЕКТИВНОСТТА НА ОПТИЧНИ ПРИЕМО- ПРЕДАВАТЕЛНИ МОДУЛИ ЗА ПРИЛОЖЕНИЕ ВЪВ ВИСОКОСКОРОСТНИ ОПТИЧНИ КОМУНИКАЦИОННИ МРЕЖИ

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF OPTICAL TRANSCEIVER MODULES FOR APPLICATION IN HIGH-SPEED OPTICAL COMMUNICATION NETWORKS

Chief Assist. Prof. Krasen Angelov, Ph.D.
Technical University of Gabrovo, Bulgaria

Abstract

One of the primary uses of optical transceiver modules is to transmit bidirectional signals over a single optical fiber over long distances. In the optical networks at long distances or high data rates, the system can be limited either by the losses or, assuming that the link is not limited by the source or detector speed, by the dispersion of the fiber. Other important factors are the total efficiency of the transmitter, including any amplifying and matching circuits, in the input radiofrequency current converting into optical power modulation and the total efficiency of the receiver in converting optical power modulation into radiofrequency output current. Therefore a major task when designing optical link is to determine the moderating influence of optical transceiver efficiency on link parameters.

Keywords: small form-factor pluggable optical transceiver module, optical network.

ВЪВЕДЕНИЕ

Чрез използването на предимствата на добрите характеристики и надеждността на оптичните приемопредавателни модули, ниските загуби и широката честотна лента на оптичните влакна, може да се реализират голямо разнообразие от системи с приложение за изграждане на широколентови оптични преносни мрежи [1,2,4,5].

В кабелните телевизионни мрежи оптичните влакна разширяват далечината на предаване на телевизионни сигнали, подобряват значително тяхното качество и надеждността на системата и редуцират разходите. В съвременните пасивни оптични мрежи (PON) се реализира двупосочен пренос на оптични сигнали на различни дължини на вълната: 1310, 1490 или 1550 nm [4,5].

Използваните оптични компоненти най-често са стандартизирани. Базирайки се на тези основни елементи, може да се предложи подход за проектиране, който да описва основните технически аспекти, фактори и уравнения, необходими за инженерното проектиране и избор на най-подходящи компоненти за съответните системи, които са обект на проектирането.

На фиг. 1 са показани трите основни компонента във всяка оптична линия: оптичен предавател, влакнесто-оптичен кабел и оптичен приемник [1].

В оптичния предавател входният сигнал модулира светлинния лъч от полупроводников лазерен диод, който след това се фокусира в оптичното влакно. Вlakното пренася модулирания оптичен сигнал до приемника, където оптичният сигнал се преобразува обратно в ориги-

налния електрически радиочестотен сигнал.

За радиочестотни системи, лазерите с разпределена обратна връзка (DFB) се използват



Фиг. 1. Опростена блокова схема на оптичната линия и компонентите в нея

за приложения, изискващи ниски нива на шумовете и голям динамичен диапазон. Дължината на вълната е 1310nm или 1550nm [4,5].

На другия край на линията светлината се детектира от приемния PIN-фотодиод, който я преобразува обратно в електрически ток.

Влакнесто-оптичният кабел е третият основен компонент в една оптична линия.

За къси линии, мощността на лазерния лъч на входа на приемника може да е толкова голяма, че да го насити или дори да повреди фотодетектора. В тези случаи е необходимо използването на атенюатор, който трябва да се подбере така, че да осигури достатъчно затихване на максималната мощност на лазера. Атенюаторът трябва да има нисък коефициент на обратно отражение за да не създава шум [3].

За подобряване на характеристиките на лазера се въвеждат оптични изолатори. Те използват ефекта на Фарадей, пропускайки светлината в едната посока, но блокирайки светлината в другата посока. Компактният им размер позволява да се разположат в самия лазерен модул. Най-използваният оптичен изолатор в лазерните предаватели е еднолентовият оптичен изолатор, който осигурява приблизително 35dB изолация. За системи изискващи голяма дължина на влакното или изключително добри шумови характеристики е препоръчително да се използва оптичен изолатор, осигуряващ

около 50dB изолация [1,3].

Като алтернатива в много приложения, които имат ниски изисквания към шума и по-малки отражения, не се изисква използването на отделен оптичен изолатор. Но усиляването на предаватели, използващи изолатори е по-голямо отколкото при липса на оптични изолатори.

Определяне на параметрите на оптичната линия за връзка

А) Затихване в оптичната линия и загуби от затихване

Затихването в оптичната линия и загубите от затихване са функция от няколко променливи [3]:

- ефективността на предавателя;
- загубите във влакното;
- ефективността на приемника;
- отношението на изходния към входния импеданс.

Определяне на затихването в оптична става по [6]:

$$G_{LINK,RATIO} = \eta_{TX,RX} \left(\frac{\eta_{RX,RF} C}{L_{OPT,RATIO}} \right)^2 \left(\frac{R_{OUT}}{R_{IN}} \right), \quad (1)$$

$$G_{LINK,db} = 20 \lg(\eta_{TX,RF} \eta_{RX,RF}) - 2L_{OPT} + 10 \lg \left(\frac{R_{OUT}}{R_{IN}} \right)$$

където: $\eta_{TX,RF}$ е общата ефективност на предавателя, включително всички усилватели и съгласуващи вериги, при преобразуване на входния радиочестотен ток в оптично модулирани нива, W/A; $\eta_{RX,RF}$ –

общата ефективност на приемника при преобразуване на оптично модулираните нива в изходен радиочестотен ток, A/W; L_{OPT} – оптичните загуби във влакното, отчитащи километричното затихване, загубите в оптичните заварки и оптичните съединители; R_{OUT} – товарното съпротивление на изхода на приемник; R_{IN} – входното съпротивление на лазерния предавател.

На фиг. 2 е показан модел на основните загуби в една оптична линия. Оптичните загуби L_{OPT} може да бъдат определени от:

$$L_{OPT,dB} = l_{km} \cdot \Delta\alpha_{dB/km} + Conn.Closs_{dB} + Splice.SpliceLoss_{dB}, \quad (2)$$

където l е дължината на влакното; $\Delta\alpha$ – километричното затихване по влакното; Conn – брой оптични съединители; Closs – максимални загуби в един оптичен съединител; Splice – брой оптични заварки, SpliceLoss – максимални загуби в една оптична заварка (фиг. 2).



Фиг. 2. Модел на загубите в линията: в оптичните съединители, в оптичните заварки и в оптичното влакното

За компенсиране на оптичните загуби, усилвателите трябва да се добавят преди предавателя и/или след приемника. Разполагането на усилвателите ще укаже ефект едновременно върху шумовите характеристики и изкривяванията [4,5].

Б) Шумови параметри на оптичната линия

При определяне на шумовите параметри на линията е препоръчително да се използва еквивалентния входен шум (EIN). Алтернативна измервателна единица, това е шумовия коефициент (NF) [1,4].

EIN се дефинира като стойността на радиочестотния шум на входа на линията (в mW/Hz или dBm/Hz), която би била необходима за да се получи стойността на шума отчетена на изхода на линията ако се приеме, че самата линия не е източник на шум.

Шумовия коефициент NF е отношението в dB на действителната мощност на шума към стойността, която би била получена от подобно устройство с идеални шумови характеристики.

Може да се дефинират четири основни източници на шум в една влакнесто-оптична линия [3,4]:

- 1) Шум от усилвателите в предавателя;
- 2) Шум от лазерния диод;
- 3) Дробов шум във фотодиода;
- 4) Шум от усилвателите и/или съгласуващите компоненти в приемника.

Шумът от усилвателите в предавателя обикновено е много по-малък от този в другите компоненти и може да се пренебрегне.

Шумът от лазера възниква от случайните вариации в интензитета на оптичния сигнал. Има два основни фактора водещи до този ефект. Първият е действителните вариации в интензитета на светлината при генерирането ѝ в лазерния диод. Вторият фактор е вариациите в честотата на светлината, които може да влошат сигнала.

Шумът от лазера, измерен директно в предавателя, често се означава като относителен интензитет на шума (RIN). RIN е отношението на средно квадратичната стойност на амплитудата на шумовите вариации за единица ширина на лентата $\langle P^2 \rangle$ към квадрата на постоянно-токовата оптична мощност P_0 . Приведен към еквивалентния входен шум, шума от лазера може да се представи като [3]:

$$EIN_{L,mW/Hz} = \frac{RIN_{RATIO} \cdot (I_{DC} - I_{TH})^2 \cdot R_{IN} \left(\frac{M_{DC}}{\eta_{TX,RIF}} \right)^2}{1000},$$

$$EIN_{L,mW/Hz} = RIN_{dB} + 10 \log \left[(I_{DC} - I_{TH})^2 \cdot R_{IN} \left(\frac{M_{DC}}{\eta_{TX,RF}} \right)^2 \right] \quad (3)$$

където I_{DC} е токът формиращ постоянно-токовата работна точка в mA, приложен към лазерния диод; I_{TH} – прагови ток на лазера, R_{IN} – входният постоянно-токов импеданс на лазера; M_{DC} – е постоянно-токовото модулационно усилване на лазерния диод, а $\eta_{TX,RF}$ – радиочестотната ефективност на предавателя при зададена честота.

Вторият основен фактор, свързан с шума по линията, е дробовия шум [3]. Той се дължи на случайността във времената на пристигане на всеки фотон, при което се генерира случаен шум в тока на изхода на фотодиода.

Ефектът от дробовия шум за единица честотна лента може да се приведе към входа на линията [3,6]:

$$EIN_{SHOT,mW} = 2e \left[\frac{P_{LASER} R_{IN}}{(\eta_{TX,RF})^2 (R_{PD})} \right] L_{OPT,RATIO} \quad (4)$$

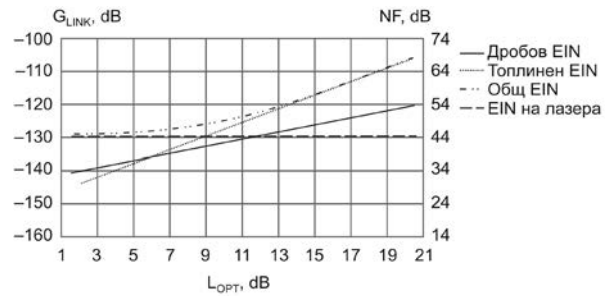
където P_{LASER} е оптичната мощност въведена във влакното непосредствено след лазера.

Шумът в приемника се дължи на усилвателите в състава на приемника. Шумът в приемника се привежда към входа му:

$$EIN_{RX,dBm} = N_{RX,OUT,dBm} - G_{LINK,dB} \quad (5)$$

Когато шумът от лазера и фотодиодния дробов шум се сумират с топлинния шум в приемника (фиг. 3), всеки източник на шум се подчинява на различен закон по отношение на стойността на оптичните загуби в дадената система. Пълна стойност на шума в линията ще бъде:

$$EIN_{LINK,mW/Hz} = EIN_{L,mW/Hz} + EIN_{SHOT,mW/Hz} + EIN_{THERMAL,mW/Hz} \quad (6)$$



Фиг. 3. Общо влияние на загубите от шума на лазера, дробовия шум във фотодиода и топлинния шум на приемника върху общите характеристики на мрежата

При каскадно свързване на оптични компоненти, сумарния шумов коефициент може да се определи като [1,3]:

$$NF_{TOTAL,RATIO} = NF_{1,RATIO} \left(\frac{NF_{RATIO} - 1}{G_{1,RATIO}} \right) \quad (7)$$

Отношението сигнал/шум за линията зависи не само от нивото на радиочестотния сигнал, но и от еквивалентната шумова честотна лента. По-широка ширина на канала ще обхване повече шумова мощност и това ще редуцира отношението сигнал/шум. Тази ширина на честотната лента на единичния канал е важна при определянето на отношението сигнал/шум и динамичния диапазон:

$$N_{CHANNEL} = EIN_{dBm/Hz} + BW_{dB,Hz} \quad (8)$$

Получени резултати

Представени са резултати от анализ при следните входни параметри: разглежда се оптична линия за връзка, която трябва да осигури преноса на сигнали между предавател и приемник на разстояние 5km при следните параметри:

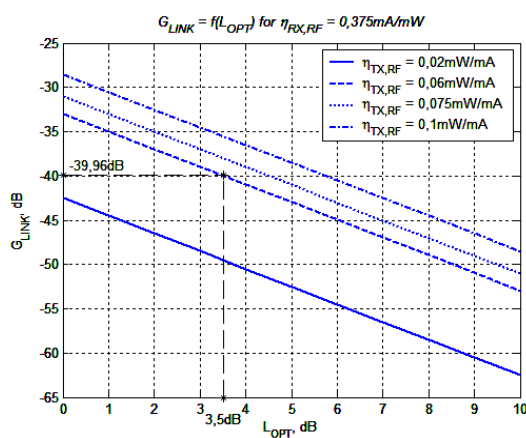
- Минимално ниво на сигнала: $S_{CHANNEL,RF(min)} = -60dBm$;
 - Максимално ниво на сигнала: $S_{CHANNEL,RF(max)} = -35dBm$;
 - SNR = 12dB;
 - Общо усилване по линията: 0dB;
- Използваното оборудване е следното:
- Оптични модули SFP-1000BASE-LC
 - Оптичен кабел: GYXTC8S-2F с две едномодови оптични влакна.

Минималните данни по спецификация за модулите са: $EIN_L < -120\text{dBm/Hz}$; $P_{\text{LASER}} > 2,4\text{mW}$; $IP3 > +25\text{dBm}$; $P_{1,\text{dB}} > +13\text{dBm}$; постоянно-токово модулационно усилване $> 0,06\text{mW/mA}$. Приемната част на модула е съгласувана с параметри $R_{\text{PD}} > 0,75\text{mA/mW}$; $\eta_{\text{RX,RF}} > 0,375\text{mA/mW}$.

Затихването по линията и оптичните загуби определени по (2) са $L_{\text{OPT,dB}} = 3,5\text{dB}$.

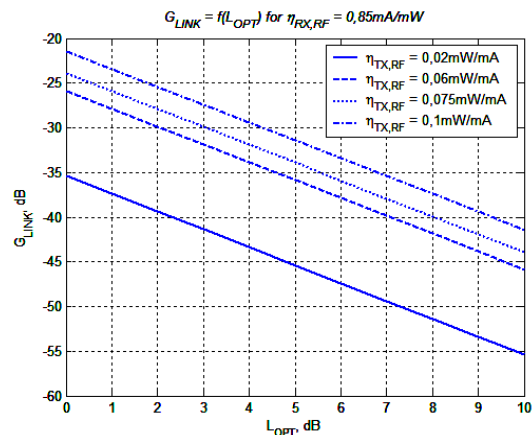
Сумарното затихване в оптичната линия, определено по (1) е $G_{\text{LINK,dB}} = -39,96\text{dB}$.

На базата на изрази (1) и (2) е направен анализ на влиянието на оптичните загуби (L_{OPT}) върху затихването в оптичната линия (G_{LINK}) за различни дължини на линията и при различни стойности на радиочестотната ефективност на предавателя ($\eta_{\text{TX,RF}}$) и на приемника ($\eta_{\text{RX,RF}}$) – фиг. 4 и фиг. 5.



Фиг. 4. $G_{\text{LINK}} = f(L_{\text{OPT}})$ при $\eta_{\text{RX,RF}} = 0,375\text{mA/mW}$

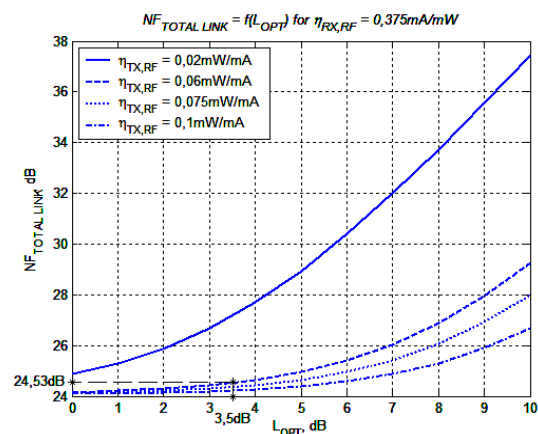
От фиг. 4 се вижда, че при по-висока радиочестотна ефективност на предавателя нивото на затихване по линията при едни и същи оптични загуби ще бъде по-ниско. Така например при $\eta_{\text{TX,RF}} = 0,1\text{mW/mA}$ ще имаме с $4,44\text{dB}$ по-малко ниво на затихване по линията.



Фиг. 5. $G_{\text{LINK}} = f(L_{\text{OPT}})$ при $\eta_{\text{RX,RF}} = 0,85\text{mA/mW}$

При сравнение между фиг. 4 и фиг. 5 се вижда, че при по-висока радиочестотна ефективност на оптичния приемник при едни и същи оптични загуби и радиочестотна ефективност на предавателя, се постига с около $7,11\text{dB}$ по-ниско ниво на затихване по линията.

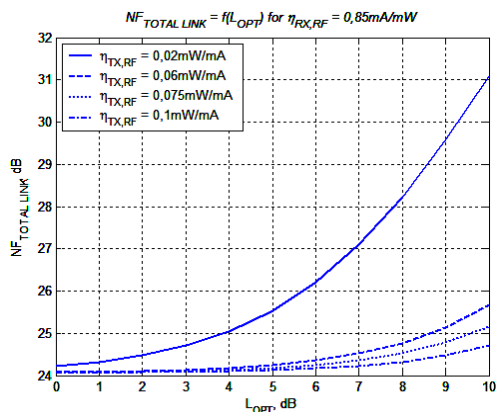
На базата на израз (7) е реализиран анализ, показващ влиянието на оптичните загуби (L_{OPT}) и затихването в оптичната линия (G_{LINK}) върху общия шумов коефициент при различни стойности на радиочестотната ефективност на предавателя ($\eta_{\text{TX,RF}}$) и на приемника ($\eta_{\text{RX,RF}}$) – фиг. 6 и фиг. 7.



Фиг. 6. $NF_{\text{TOTAL LINK}} = f(L_{\text{OPT}})$ при $\eta_{\text{RX,RF}} = 0,375\text{mA/mW}$

При сравнение на резултатите на фиг. 6 и 7 се вижда, че при по-голяма радиочестотна ефективност на приемника, шу-

мовия коефициент е по-нисък. При увеличаване дължината на линията, респективно оптичните загуби, шумовият коефициент на линията започва рязко да нараства. Същевременно с намаляване на радиочестотната ефективност на приемника шумовия коефициент намаля.



Фиг. 7. $NF_{TOTAL LINK} = f(L_{OPT})$ при $\eta_{RX,RF} = 0,85mA/mW$

Взимайки под внимание и резултатите от фиг. 4 и 5 следва, че при определянето на оптималните параметри на линията и при избора на оборудване трябва да се търси баланс между шумовият коефициент, затихването по линията и радиочестотната ефективност на предавателя. Радиочестотната ефективност на предавателя трябва така да се подбере, че да се намери оптималния баланс между шумовия коефициент и затихването по линията (т.е. и двете стойности да са възможно най-ниски). За нашия случай това се постига за радиочестотна ефективност на предавателя $\eta_{TX,RF} = 0,06mW/mA$, където при оптични загуби $L_{OPT} = 3,5dB$ (т.е. дължина на трасето 5km) се получава затихване $G_{LINK} = -39,96dB$ и шумов коефициент 24,53dB. За другите стойности на $\eta_{TX,RF}$ се получава дисбаланс между стойностите на затихването и шумовия коефициент (т.е. едното ще е неприемливо по-голямо от другото и обратно).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За минимизиране на въведените загуби в линията се налага съгласуване на оптичните компоненти и оптичната линия.

Оптимални параметри на оптичната линия ще се получат, когато е избрана балансирана стойност на радиочестотната ефективност на предавателя, осигуряваща оптимум между шумовия коефициент на линията и затихването по линията.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Койчев К., К. Ангелов, С. Садинов, Проектиране на интерактивни кабелни телевизионни мрежи, Екс-Прес, Габрово, 2010.
- [2] Angelov K., S. Sadinov, P. Kogias and M. Malamatoudis, Simulation Study and Analysis of High Speed Single Channel Transmission in Optical Communication Line, Proc. IX National Conference with International Participation Conference "Electronica 2018", Sofia, Bulgaria, IEEE Catalog Number CFP18P58-POD, ISBN (online) 978-1-5386-5801-7, pp. 162-165.
- [3] Angelov K., K. Koitchev, S. Sadinov. An Investigation of Noise Influences in Optical Transmitters and Receivers in Cable TV Networks. ICEST 2006, Proc. of Papers, pp.102-105, Sofia, Bulgaria, 2006.
- [4] Ангелов К., С. Садинов, П. Когас, М. Маламатудис, Моделиране и изследване на ширококолентова оптична комуникационна мрежа базирана на пасивна оптична мрежа, Международна научна конференция UNITECH 2017, 17-18 ноември 2017. Габрово, ISSN 1313-230X, Том 2, стр. II-104-107.
- [5] Angelov K., S. Sadinov, P. Kogias, Practical Model for Management, Monitoring and Research of Passive Optical Network, Proc. XXVI International Scientific Conference Electronics - ET2017, September 13-15, 2017, Sozopol, Bulgaria, ISBN 978-1-5386-1752-6, pp.77-80
- [6] RF and Microwave Fiber-Optic design Guide, Agere Systems Inc., Application Note, 2001.

ОЦЕНКА НА BER ХАРАКТЕРИСТИКИТЕ И Q-ФАКТОРА ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕ НА REED-SOLOMON КОДИРАНЕ В ОПТИЧНИ ЦИФРОВИ ПРЕНОСНИ МРЕЖИ

EVALUATION OF BER CHARACTERISTICS AND Q-FACTOR WHEN USING REED-SOLOMON CODING IN OPTICAL DIGITAL TRANSMISSION NETWORKS

Chief Assist. Prof. Krasen Angelov, Ph.D.
Technical University of Gabrovo, Bulgaria

Abstract

The SNR parameter is important because it is directly related to the bit error ratio (BER) in digital communication systems, and the BER is a major indicator of the quality of the overall system. The SNR ratio related to the optical communications has its own specifics. The purpose of this paper is to show the relationship between the electrical and optical signal-to-noise ratio introducing the Q-factor. Application of Reed-Solomon coding will be considered as an example, where using this error correction method can reduce SNR in the receiver keeping the same value of BER.

Keywords: Bit Error Rate, Q-factor, Optical Signal-to-Noise Ratio, Probability Density Function, block codes.

ВЪВЕДЕНИЕ

Определянето на BER характеристиките в цифровите преносни системи използващи различни схеми за кодиране на канала и квадратурни модуляции, взимайки под внимание отношението SNR в канала за пренос, се приема като основен метод за оценка на качеството и надеждността на даден комуникационен канал за връзка [1].

Целта на настоящата работа е да се покаже връзката между електрическото и оптично отношение сигнал/шум SNR, чрез обединяващия параметър наречен Q-фактор. Ще бъде разгледан случай на предаване на двоичен цифров сигнал по оптично влакно, защото по този начин битовата и символната скорост ще бъдат еквивалентни. Като пример се разглежда приложението на кодеци на базата на блоковите кодове на Reed-Solomon, тъй като чрез този метод на корекция на

грешки може да се намали SNR в приемната страна при запазване на BER.

Определяне на вероятността за грешка

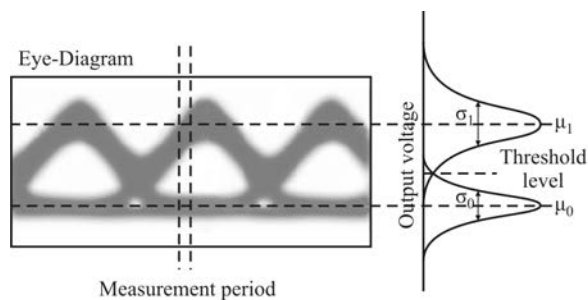
Известно е, че мощността на сигнала се представя като произведение на векторите на електрическото и магнитното поле.

$$P_o(t) = |\vec{E}(t) \times \vec{H}(t)| = \left| \frac{\vec{E}(t)}{\eta} \right| \cdot |\vec{E}(t)| = \left| \frac{\vec{E}(t)}{\eta} \right|^2 \quad (1)$$

На практика оптичната мощност често се измерва директно. Обикновено се използва PIN фотодиод, чийто ток е пропорционален на оптичната мощност [2].

Интерес представлява разглеждането на работата на фотоприемника. Синхронизирайки се с приходящия оптичен си-

гнал, фотоприемника периодично в оптималния момент на времето извършва обработка на приемания сигнал – регистрира интензитета на оптичния сигнал и по определена прагова стойност решава какъв сигнал е приет – 0 или 1. Качеството на работа на цифровата система за връзка може да се оцени по т.нар. око-диаграма (фиг. 1) [3,4].



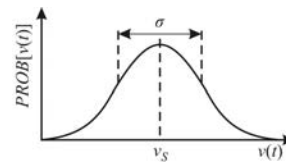
Фиг.1. Типичен вид на око-диаграма при използване на код от вида RZ (връщане към нулата) при приемане на оптичен сигнал

Нека приемем, че в оптичния приемник преобразуваното напрежение $v(t)$ се сравнява с една определена стойност γ , която се нарича праг на решение. Ако $v(t)$ е по-голямо от γ , това означава че е изпратена двоична единица, а ако $v(t)$ е по-малко от γ – че е изпратена двоична нула [1,2].

При наличието на бял Гаусов шум (AWGN), може да се изчисли статистическата вероятност за грешка. Вероятностната плътност на $v(t)$ при наличието на AWGN може да се изрази математически, използвайки Гаусовата функция за вероятностната плътност (PDF) [9,10,11]:

$$PROB[v(t), \sigma_x] = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{v(t)-v(s)}{\sigma_x}\right)^2} \quad (2)$$

където $v(s)$ е средната стойност на функцията на плътността на предавателя, $v(t)$ е моментната стойност на напрежението на приемника, а σ е стандартното отклонение на шума. Графичната интерпретация на (2) е показана на фиг. 2.



Фиг. 2. Вероятностна плътност на шума при наличие на Гаусов шум

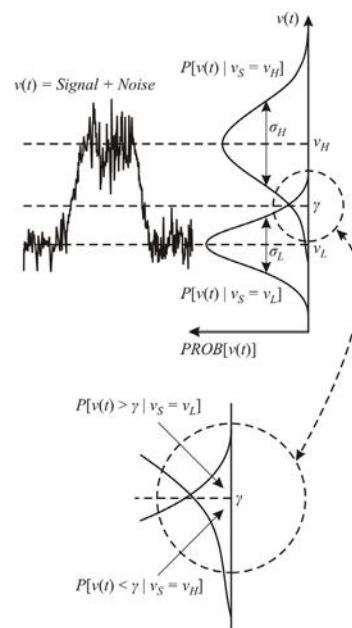
Ако приемем, че $v(s)$ може да заема едно от двете нива по напрежение, които да означим с v_L и v_H , тогава вероятността за вземане на погрешно решение в приемника е:

$$P[\varepsilon] = P[v(t) > \gamma | v_s = v_L] P[v_s = v_L] + P[v(t) < \gamma | v_s = v_H] \quad (3)$$

където $P[\varepsilon]$ е вероятността за грешка, $P[x,y]$ е условната вероятност на x при зададена стойност на y . Ако допуснем, че вероятността за предаване и приемане е 50%, тогава $P[v_s = v_L] = P[v_s = v_H] = 0,5$. В този случай уравнение (3) се свежда до:

$$P[\varepsilon] = P[v(t) > \gamma | v_s = v_L] \times 0,5 + P[v(t) < \gamma | v_s = v_H] \times 0,5 = \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{\gamma} PROB[v(t), \sigma_L] dt + \frac{1}{2} \int_{\gamma}^{\infty} PROB[v(t), \sigma_H] dt \quad (4)$$

където $PROB[v(t), \sigma_x]$ се определя чрез (2). Графично тази интерпретация е показана на фиг. 3.



Фиг. 3. Вероятност за грешка при двоичен сигнал

От фиг.3 и уравнения (3) и (4) може да се направи изводът, че вероятността за грешка е площта на γ под графиките на функциите на вероятностната плътност. Тази област определя големината на BER, която зависи от два фактора:

- от стандартните отклонения на шума (σ_L и σ_H);
- от разликата между напреженията v_L и v_H .

За случая, когато $\sigma_L = \sigma_H$, началото е половината между ниското и високото ниво, т.е. $\gamma = (v_H - v_L)/2$. В повечето случаи $\sigma_L \neq \sigma_H$. Тогава оптималната стойност на BER ще бъде по-голяма или по-малка от стойността на $(v_H - v_L)/2$.

За да се реши уравнение (4), е необходимо практически да се пресметне резултатът от интегрирането на Гаусовото разпределение PDF ($PROB[v(t), \sigma_x]$) дефинирано чрез (2). Това може да стане, използвайки числени методи. За целта (2) може да се реши, като се приведе в стандартна форма, полагайки $z = (x - \mu)/\sigma$, където $x = v(t)$ и $\mu = v_s$.

За улеснение нека приложим тази субституция за функцията на грешката, имайки предвид (2) и (4)

$$\int_{\gamma}^{\infty} PROB[x, \sigma] dx = \int_{\gamma}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx,$$

и чрез полагането $z = (x - \mu)/\sigma$ (където $x = z\sigma - \mu$ и $dx = \sigma dz$), се получава:

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{x=z\sigma+\mu=\gamma}^{\infty} e^{\left(\frac{-z^2}{2}\right)} \sigma dz.$$

като този резултат дефинира функцията на грешката $E_r(z)$

$$E_z = \frac{1}{2\pi} \int_{z=\gamma}^{\infty} e^{\left(\frac{-z^2}{2}\right)} dz. \quad (5)$$

По този начин уравнение (4) може да се представи като

$$P[\varepsilon] = \frac{1}{2} E_r \left[\frac{v_H - \gamma}{\sigma_H} \right] + \frac{1}{2} E_r \left[\frac{\gamma - v_L}{\sigma_L} \right]. \quad (6)$$

Определяне на Q-фактора чрез функцията за грешка

Не е трудно да се забележи, че аргументът във функцията на грешката от (6) представлява квадратен корен от сигнала, разделен на квадратен корен от нивото на сигнала (виж (11)). А това е еквивалентно на оптичното съотношение сигнал/шум. По този начин (1) може да се запише така:

$$P[\varepsilon] = \frac{1}{2} E_r [SNR_{OH}] + \frac{1}{2} E_r [SNR_{OL}], \quad (7)$$

където SNR_{OH} и SNR_{OL} са оптичните съотношения SNR съответно за високото и ниско ниво.

Оптималното начално ниво γ_{opt} се определя от това начално ниво, което определя най-малката вероятност за сгрешен бит. Освен това, при определяне на оптималното начално ниво, е от значение ако високите нива на сигнала се предават като ниски [2,3,5]. Това означава, че γ_{opt} се получава при $SNR_{OH} = SNR_{OL}$, което води до следното представяне на Q-фактора:

$$Q \equiv \frac{v_H - \gamma_{opt}}{\sigma_H} = \frac{\gamma_{opt} - v_L}{\sigma_L}. \quad (8)$$

Ако се замести (8) в (6), отчитайки, че $\gamma = \gamma_{opt}$

$$P[\varepsilon] = \frac{1}{2} E_r [Q] + \frac{1}{2} E_r [Q] = E_r [Q]. \quad (9)$$

Чрез отчитане на γ_{opt} от (8) се получава:

$$\gamma_{opt} = \frac{v_H \sigma_L + v_L \sigma_H}{\sigma_L + \sigma_H}. \quad (10)$$

Отчитайки (10) от (8) се получава:

$$Q = \frac{v_H - v_L}{\sigma_L + \sigma_H}. \quad (11)$$

Ако се умножат двете страни на (11) със съпротивление или импеданс, изразът ще се преобразува в еквивалентни изрази, съдържащи ток или оптична мощност

$$Q = \frac{i_H - i_L}{\sigma_L + \sigma_H} = \frac{P_{OH} - P_{OL}}{\sigma_L + \sigma_H}. \quad (12)$$

Накрая, замествайки (11) в (9), окончателно се получава:

$$P[\varepsilon] = E_r[Q] = E_r \left[\frac{v_H - v_L}{\sigma_L + \sigma_H} \right]. \quad (13)$$

От друга страна BER може да се изрази и логически като функция на Q с използване на функцията за грешка.

Ако е зададено нужното отношение BER, то използвайки следния израз може да се намери нужната стойност на Q-фактора:

$$BER(Q) = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left(\frac{Q}{\sqrt{2}} \right) \approx \frac{\exp(-Q^2/2)}{Q\sqrt{2\pi}}. \quad (14)$$

Например, за стойност $BER = 1,0^{-11}$ е необходимо да се осигури стойност $Q = 16,53$, за $BER = 4,15 \cdot 10^{-6}$ се получава $Q = 13,00$.

Получени резултати

Прогресивната (предварителна) корекция на грешки FEC (*Forward Error Correction*) съчетана с използването на подходящ код рязко повишава качеството на работа на линията за връзка и, в частност, позволява запазването на стойността на BER при по-ниска стойност на

отношението SNR, т.е. по-голямо разстояние на предаване.

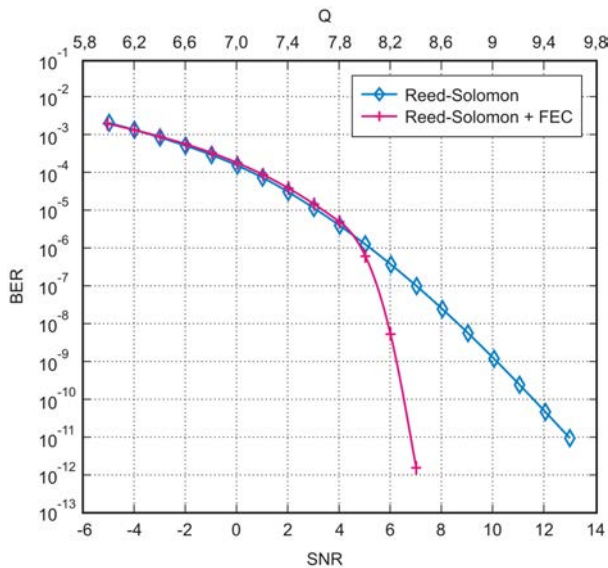
Устройството за корекция на грешки обикновено е неотменна част от съвременните оптични системи за предаване на информация. При това съществуват разнообразни методи за реализация на FEC-кодеци. Например, при използване на мрежовия стандарт Gigabit Ethernet в оптичните интерфейси е заложено увеличение на битовата скорост с 25%, а съответните схеми за кодиране са получили наименование 4B/5B и 8B/10B. Стандартът 10 Gigabit Ethernet използва два типа кодиране: 64B/66B за предаване по одномодово влакно и 8B/10B за предаване по многомодово влакно.

При съществуващото разнообразие на FEC кодеци при изграждането на оптични линии за връзка съдържащи линейни оптични усилватели, широко разпространение са получили кодеците на базата на блоковите кодове Рид-Соломон (Reed-Solomon) от вида RS(n,k) с s-битови символи и в частност кодовете RS(255,251), RS(255,239) и RS(255,223) с еднобайтови (s = 8) символи.

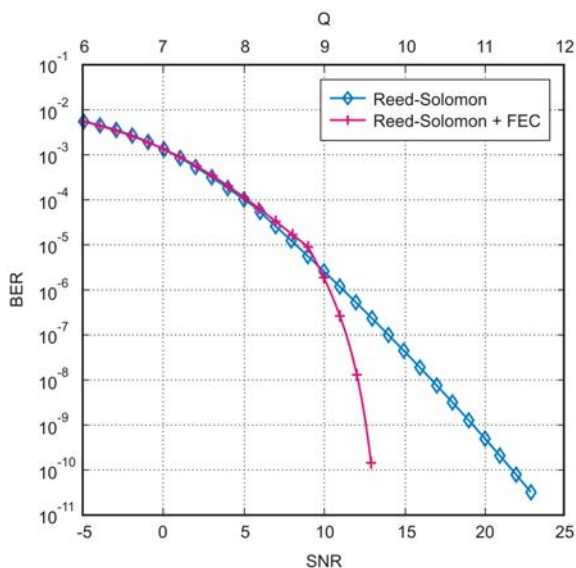
В линиите за далечна връзка най-широко разпространение е получил тъй наречения "out of band" стандарт FEC ITU G.975 (1999г.), който е базиран на кода Рид-Соломон код RS(255,239). FEC увеличава битовата скорост от 9,95 до 10,66 Gbps и позволява намаляването на BER от 10^{-5} до 10^{-15} , а съответното подобряване на SNR е 6dB.

Ефективността на FEC корекцията е прието да се измерва по икономията на SNR, т.е. с колко даденият метод на корекция на грешки позволява да се намали SNR в приемната страна при съхранение на стойността на BER.

На фиг. 4 и фиг. 5 са показани резултатите при пренос на цифрова информация при използването на Reed-Solomon кодиране. Вижда се, че се подобрява преноса на информация при използването на FEC съчетан с кода на Reed-Solomon при използване на модулации от вида QPSK и 16-QAM.



Фиг. 4. Параметри на BER при използването на модулация QPSK с добавяне на прогресивна корекция на грешките (FEC) към кода на Reed-Solomon



Фиг. 5. Параметри на BER при използването на модулация 16-QAM с добавяне на прогресивна корекция на грешките (FEC) към кода на Reed-Solomon

Резултатите показват, че, чрез избора на подходящ Q-фактор може да се увеличи дължината на линията, съхранявайки всички предишни останали параметри – въведената във влакното мощност, коефициента на усилване и шумовия коефициент на предусилвателите, и разстоянието между пасивните компоненти в оптичната мрежа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Q-факторът, определен чрез уравнения (8) и (11), представлява оптичното отношение сигнал/шум за двоични оптични комуникационни системи. По този начин той обединява отделните съотношения SNR, свързани с високите и ниските нива в една цялостна система на съотношенията SNR.

Q-факторът, представен чрез (11), улеснява както измерването на съотношението SNR, така и теоретичното изчисляване на BER при въвеждането (добавяне) на шум в системата.

Очевидно е че, BER може да се подобри или чрез увеличаване на разликата между високите и ниските нива в числителя на Q-фактора, или чрез намаляване на шума в знаменателя му.

По този начин чрез Q-фактора е възможно да се извърши опростен анализ на производителността на комуникационната система.

Чрез използването на подходящ код и корекция на грешките се повишава ефективността при предаване на цифрова информация по оптични канали за връзка. Тази ефективност се определя от печалбата на съотношението SNR, т.е. с колко дадения метод за корекция на грешките позволява да се намали SNR в приемната страна при запазване на големината на BER.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] N. Varbanova, K. Angelov, S. Sadinov, Estimation of Optical Link Length for High-Speed Applications, ICEST 2011, Proc. of Papers, Vol. 3, pp.607-610, ISBN: 978-86-6125-033-0, Niš, Serbia, 2011.
- [2] Angelov K., S. Sadinov, N. Varbanova, Optical Receiver Sensitivity Evaluation in Presence of Noise in Digital Communication System, ICEST 2012, Proc. of Papers, Vol. 1, pp.85-88, ISBN 978-619-167-002-4, V. Tarnovo, Bulgaria, 2012.
- [3] Садинов С., Симуляционно изследване и анализ на предаване на RZ и NRZ кодирани сигнали в оптична линия с компенсация на дисперсията. Известия на

- Технически университет Габрово, том 55, стр. 46-51, ISSN: 1310-6686, 2017.
- [4] Angelov K., S. Sadinov, P. Kogias and M. Malamatoudis, Simulation Study and Analysis of High Speed Single Channel Transmission in Optical Communication Line, Proc. IX National Conference with International Participation Conference "Electronica 2018", Sofia, Bulgaria, IEEE Catalog Number CFP18P58-POD, ISBN (online) 978-1-5386-5801-7, pp. 162-165.
- [5] О. Панагиев, Изследване влиянието на параметрите на HFC комуникационна мрежа върху BER. НКМУ "ТЕЛЕКОМ 2009", Варна, стр. 236-241, 2009.

ПОДХОД ЗА КОНФИГУРИРАНЕ НА АВТОМАТИЧЕН КОНТРОЛ НА УСИЛВАНЕТО ЗА СИСТЕМА СЪС СОФТУЕРНО ДЕФИНИРАНО РАДИО

APPROACH TO CONFIGURE AUTOMATIC GAIN CONTROL FOR A SOFTWARE-DEFINED RADIO SYSTEM

Trayan Ivanov

Technical University of Gabrovo, Bulgaria

Assoc. Prof. Stanimir Sadinov, Ph.D.
Technical University of Gabrovo, Bulgaria

Chief Assist. Prof. Krasen Angelov, Ph.D.
Technical University of Gabrovo, Bulgaria

Abstract

The automatic gain control is an essential and integral part of any receiving communication module and equipment. Software-defined radio systems use integrated circuits with universal application that perform a wide range of functions. The specific communication application in this case is determined by the processor programming used for digital signal processing. In this regard, the automatic gain control in software-defined radio systems is determined programmatically by compiling a correct configuration file. This paper will describe how to configure a stable version of automatic gain control for the bladeRF SDR module, using the software radio quick configuration file with the desired settings. These software features are available for all bladeRF series devices. The approach can also be applied to any other suitable software-defined radio system.

Keywords: automatic gain control, software defined radio, configuration file, signal power level.

ВЪВЕДЕНИЕ

Нормализирането на нивото на входния сигнал е критична стъпка в много безжични комуникационни системи и е необходимо, преди да може да се извърши по-нататъшна обработка в приемника [1]. То е особено необходимо в схемите за амплитудна и квадратурна цифрова модулация, които кодират информация в амплитудата на сигнала [4]. Освен това, цикличните филтри за следене на носещата честотата и синхронизацията на символите са силно чувствителни към нивата на сигнала и изискват известна степен на нормализиране на неговата амплитудата.

Автоматичният контрол на усилването (AGC), в класическите системи е ве-

рига за регулиране на обратна връзка в затворен контур в усилвател или верига от усилватели, чиято цел е да поддържа подходяща амплитуда на сигнала на изхода си, независимо изменението на амплитудата на сигнала на входа. Средното или пиковото ниво на изходния сигнал се използва за динамично регулиране на усилването на усилвателите, което позволява веригата да работи задоволително с по-голям обхват на нивата на входния сигнал.

Автоматичният контрол на усилването играе решаваща роля в SDR системите [2,3]. Когато нивото на входния сигнал е ниско, AGC се забранява и изходът е линейна функция на входа. Когато нивото на входа достигне долен праг,

AGC се активира и нивото на изхода се поддържа с определена целева стойност, докато новото на входа достигне горната си граница. AGC е забранен в този момент и нивото на изхода отново е линейна функция на входното. Целта е да се определи усилването, необходимо за прилагане върху сигнала, за да достигне целевото ниво. Обработвайки по един дискрет за такт, AGC системата прави оценка на енергията на сигнала и актуализира вътрешното усилване, прилагайки го към входа, за да генерира изход с целевата стойност на енергията. Оценка на усилването се актуализира чрез филтър с отворен цикъл, чиято честотна лента определя скоростта на актуализиране на AGC [2].

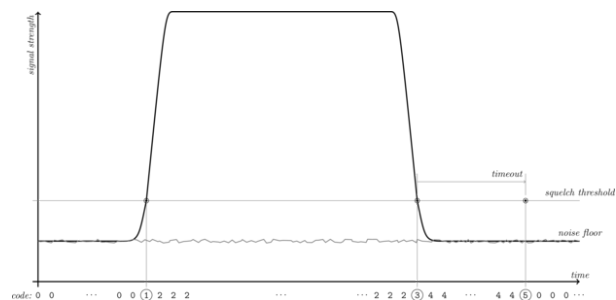
За приетите комуникационни сигнали целта е да се приспособи усилването на приемника спрямо бавно променящата се амплитуда на входния сигнал (в резултат на фадинг, загуба при разпространение и т.н.). Освен това е непрактично да се оценява енергията на сигнала на цял вектор за всяка проба от входния сигнал [3,5]. Следователно е необходимо да се направи оценка на енергията на сигнала за кратък период от време. Това се постига чрез изчисляване на средната стойност само на предишните M дискретата от $|x|^2$.

AGC позволява на усилването да бъде фиксирано, когато например, е получено заглавието на кадър. Това е полезно за ефективно включване и изключване на AGC по време на предаване на къси кадри в импулсен режим, особено когато сигналът е с цифрова амплитудна модулация от висок ред (напр. 64-QAM) [4] и колебанията в AGC могат потенциално да доведат до грешки в символа. Когато AGC е фиксиран, вътрешният контрол на усилването не се актуализира и вътрешното усилване в момента на заключване се прилага директно към изходния сигнал.

AGC системата използва и вътрешен контрол на шумоподтискането, за да позволи на приемника да забрани обработ-

ката на сигнала, когато нивото на сигнала е твърде ниско. Контролът на шумоподтискане следва шест състояния: активно, превключване по преден фронт, висок сигнал, превключване по заден фронт, нисък сигнал и време на изчакване.

Типичният контролен цикъл за AGC шумоподтискането е показан на фиг. 1.



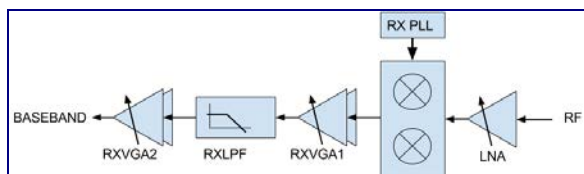
Фиг. 1. Условни примерни кодове за превключване и контрол на AGC

```
.. table [tab-agc-squelch_codes]
AGC squelch codes, numerical values, and description
**code** & **id** & **description**
'0' & 'LIQUID_AGC_SQUELCH_ENABLED' & squelch enabled
'1' & 'LIQUID_AGC_SQUELCH_RISE' & rising edge trigger
'2' & 'LIQUID_AGC_SQUELCH_SIGNALHI' & signal level high
'3' & 'LIQUID_AGC_SQUELCH_FALL' & falling edge trigger
'4' & 'LIQUID_AGC_SQUELCH_SIGNALLO' & signal level low, but no timeout
'5' & 'LIQUID_AGC_SQUELCH_TIMEOUT' & signal level low, timeout
```

Първоначално шумоподтискането е активирано (код 0), тъй като сигналът е нисък продължително време [6]. Когато се получи началото на кадър, RSSI се увеличава над прага на шумоподтискане (код 1). Всички последващи дискрети над този праг връщат сигнал за високо ниво (код 2). След като нивото на сигнала падне под прага, системата за шумоподтискане връща код за превключване по заден фронт (код 3). Всички последващи дискрети под прага до изтичане на времето връщат сигнал за ниско ниво (код 4). Когато сигналът е бил нисък за достатъчен период от време (дефиниран от потребителя), шумоподтискането ще върне състояние с времето за изчакване (код 5). Причината за всичките шест състояния са да позволят на AGC да се приспособи към сложната динамика на сигнала.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Радиочестотният интерфейс (RF) на SDR модулът bladeRF е съставен от няколко RF превключвателя, балун-трансформатори и RF приемо-предавател, изпълнен с ИС LMS6002D [7]. Вътрешният тракт на LMS6002D включва три стъпала за усилване: усилвател с нисък собствен шум (LNA) и два усилвателя с променлив коефициент на усилване (RXVGA1 и RXVGA2) – фиг. 2.



Фиг. 2. AGC интерфейс на SDR модул bladeRF

Усилвателният тракт ще увеличи пиковите стойности на напрежението на сигнала, приет от антената до ниво, до което позволява аналогово-цифровия преобразувател (АЦП) да го детектира и преобразува. Дори умерено силен радиочестотен сигнал, който се получава при ниво от -65 dBm, е със само 356 μV_{pp} пикова стойност при 50 Ω вълново съпротивление на антената. Този размах на напрежението е твърде нисък, за да бъде дигитализиран от нискобюджетните АЦП, използвани в потребителските RF приложения. Следователно сигналът трябва да се усили с няколко десетки dB, за да се доведе до необходимата използвана стойност на напрежението от пик до пик. Няма стандарт, но като цяло вътрешните АЦП, използвани в радиочестотни приложения се нуждаят от аналогов базов сигнал с амплитуда по-голяма от 280 mV_{pp} за постъпване в АЦП.

Както при повечето малощумящи усилватели, LNA на LMS6002D предлага много слабо усилване (6 dB), но основната му проектна цел е да предложи ниско ниво на зашумяване (NF), което означава, че добавя много малък соб-

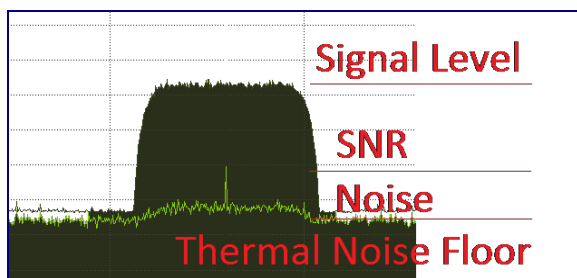
ствен шум към първоначалния сигнал. Стъпалата на променливия контрол на усилване (VGA) след LNA предлагат много по-големи усилвания (до 30 dB), но за сметка на по-високи стойности на добавения шум. Общото усилване в системата може да бъде изчислено чрез сумиране на нивата на усилване в dB във всяко от 3-те стъпала. От друга страна, изчисляването на общата стойност на шума в системата изисква по-сложно уравнение, известно като формула на Фрис:

$$F_{total} = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 G_2} + \dots + \frac{F_n - 1}{G_1 \dots G_{n-1}} \quad (1)$$

Във формулата на Фрис, F_n и G_n са съответно стойностите на нивото на шум и на коефициента на усилване във всяко стъпало n . Чрез проверка на уравнението става ясно, че общата стойност на нивото на шума в системата е най-силно повлияна от първото стъпало (F_1) и все по-малко и по-малко от всяко следващо. Ето защо е много важно да се избере усилвател с много ниско ниво на собствен шум (по-специално LNA) за първото стъпало, дори ако той предлага само нищожно усилване на сигнала. От това уравнение следва, че за да се сведе до минимум въздействието на шума върху сигнала, получен от на входа на SDR модула bladeRF, сигналът първо се подава към LNA, последван от RXVGA1 и накрая RXVGA2, докато не се постигне желаното усилване.

Този процес може да се визуализира, чрез спектрален анализ извършен с инструмента Gqrx SDR (софтуер с отворен код за SDR разработен за GNU Radio [9]). На фиг. 3 е представена спектрална диаграма на примерен входен сигнал. Централният пик по постоянен ток е отместен, а не е действителния сигнал. Съотношението сигнал/шум (SNR) може да се разглежда като разликата между нивото на входния сигнал и нивото на граничната област на шума. Това ниво

обикновено се изразява в dB. Усилвателите еднакво усилват и шума, и полезния сигнал. Следователно те трябва да бъдат конфигурирани по начин, по който да поддържат отношението SNR между шумовия праг и пика на сигнала, като същевременно усилват и много слабите радиочестотни сигнали, с цел да бъде възможно тяхното дигитализиране посредством АЦП. Колкото по-високо е нивото на собствен шум на компонента, толкова повече той влошава отношението SNR.



Фиг. 3. Спектрална характеристика на сигнала от малошумящият входен усилвател

RF-интерфейсът на SDR модул bladeRF разполага с 12-битов АЦП, с ефективен брой битове (ENOB) около 10. При приблизително 6 dB статичен обхват на бит, bladeRF има статичен диапазон от 60 dB. Например, усилването се регулира по такъв начин, че bladeRF да може да приеме сигнал при +10 dBm без ограничаване, а най-малкият сигнал, който би могъл да приеме, ще бъде -50 dBm. bladeRF е достатъчно чувствителен, за да открие сигнал с ниво -100 dBm, но всеки сигнал, с ниво по-ниско от -40 dBm, ще бъде филтриран, тъй като цифровизираната стойност ще попадне извън 12 битова област на АЦП (± 2047).

Използваните радиочестотни сигнали в комуникациите обикновено имат нива на мощност между -120 dBm и +10 dBm на входа на приемника. Това е обхват от 130 dB. Получаването на сигнали в целия този диапазон, без да липсват слаби сигнали или ограничаване на силни,

изисква динамично регулиране на усилванията с помощта на автоматичен контролер на усилването.

AGC блокът на bladeRF се състои от блок за измерване на мощността, главен контролер и драйвер за усилване LMS6002D.

Блокът за измерване на мощността е опростен двузвучен IIR филтър на входния сигнал. Контролерът използва това филтрирано ниво по мощност, за да реши дали да даде команда за промяна на усилването. Ако входящата мощност падне под определен праг, контролерът дава команда за увеличение на усилването и обратно. Тези прагове (ръчно зададени) са избрани да осигуряват хистерезис за стабилност, както и достатъчно място за преходни увеличения на мощността. Тъй като тези стойности са специфични за устройството, те трябва да бъдат емпирично извлечени и тествани за всеки вид RF-интерфейс.

Драйверът на усилването има три състояния: състояние на високо нарастване (известно също като състояние на празен ход), състояние на среден коефициент на нарастване и състояние с ниско нарастване. Кодовият фрагмент е включен във файл *bladerf_agc_lms_drv.vhd* и указва прогнозния диапазон на нивото на сигнала за всяко състояние на усилване, заедно със съответните настройки на LNA, RXVGA1 и RXVGA2. Състоянията са показани в Таблица 1

Таблица 1. Състояние на усилване дефинирани в *bladerf_agc_lms_drv.vhd*

Състояние на усилване	Диапазон на вх. сигнал	LNA	RXVGA1	RXVGA2
HIGH_GAIN	-82 dBm ÷ -52 dBm	6 dB (Max)	30 dB	15 dB
MID_GAIN	-52 dBm ÷ -30 dBm	3 dB (Mid)	30 dB	0 dB
LOW_GAIN	-30 dBm ÷ -17 dBm	3 dB (Mid)	12 dB	0 dB

Интересно нещо, което трябва да се отбележи за bladeRF е, че присъщото постоянно токово компенсиране варира значително с промените в честотата, честотната лента или усилването. Следователно, веднага щом AGC започне да коригира стойностите на усилването далеч от калибрираното ниво, bladeRF показва много силна компенсация по постоянен ток, докато се върне на първоначалното ниво. Базираният на SPI (последователен периферен интерфейс) механизъм за контрол на корекцията по постоянен ток е твърде бавен, за да бъде в унисон с бързата реакция на AGC алгоритъма. Поради това, AGC на bladeRF използва таблица за търсене, за да извади бързо компенсираните компоненти по постоянния ток, когато нарастванията се регулират далеч от състоянието на празен ход (голямо усилване). Тези стойности за компенсиране по постоянния ток се изчисляват от конфигурационния файл *libbladeRF*, когато се генерира таблица за калибриране по постоянен ток.

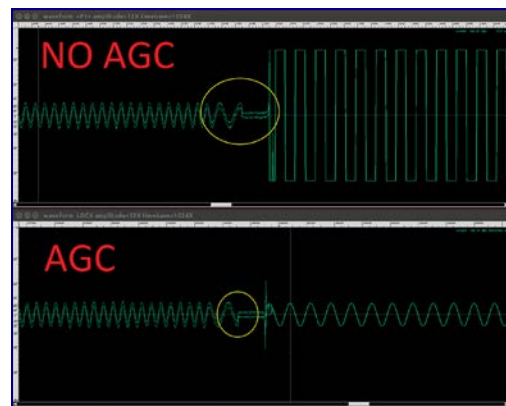
За да се използва AGC, първо е необходима нова таблица за калибриране по постоянен ток, която включва данни от AGC. След надграждане на *libbladeRF* и *bladeRF-cli*, трябва да се генерира нова таблица за калибриране на постояннотоковата компонента [8]. След като бъде въведена новата таблица за калибриране на постояннотоковата компонента, се стартира *bladeRF-cli -i* (в командния терминал) и се активира AGC (*agc on*).

Резултати

Резултатът от работата на AGC системата може да се види в действие, чрез заснемане на времедиаграмите на тестови сигнали от векторния генератор на сигнали, който използва bladeRF – фиг. 4.

VSG (векторен генератор на сигнали) е конфигуриран да предава непрекъснат вълнов сигнал с нива -70 dBm и -25 dBm с 50% работен цикъл за период от 1ms. Сигналят с по-ниска мощност е конфигуриран да бъде и с малко по-висока честота. Равнината (в жълтите кръгове) е

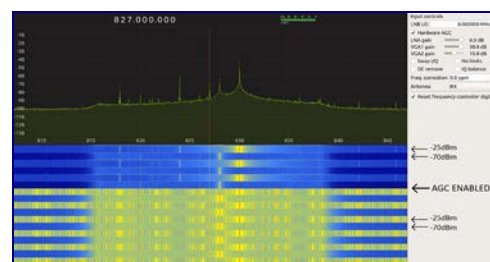
артефакт, причинен от VSG (той деактивира изхода си, когато коригира своята изходна мощност).



Фиг. 4. Времедиаграми на тестови сигнали от векторния генератор на сигнали

Очевидно е, че когато AGC на SDR модула bladeRF е деактивиран, силен входящ сигнал ще доведе до ограничаване и синусоидалната вълна ще се превърне в правоъгълен сигнал. Долната снимка показва, че AGC много бързо се приспособява към новия сигнал с по-висока мощност (краткото ескалиране след жълтия кръг).

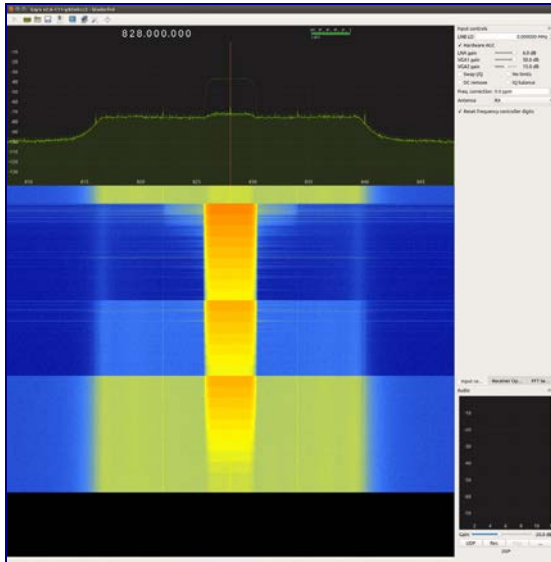
На фиг. 5 е представен анализ на спектралната характеристика при подаване на входа на множество нарастващи и пропадащи импулси, със и без активирано AGC.



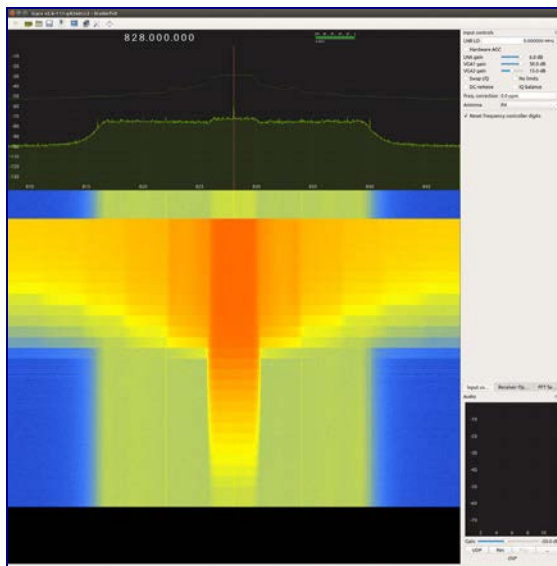
Фиг. 5. Спектрален анализ при приемане на множество нарастващи и пропадащи импулси, със и без активирано AGC

Последното изследване показва анализ на спектралните характеристики при входни сигнали с гранична мощност от -

100 dBm до -20 dBm със 3 dB стъпка на изменение при активно (фиг. 6а) и изключено (фиг. 6б) автоматично регулиране на усилването.



а)



б)

Фиг. 6. Спектрален анализ при приемане на входни сигнали с гранична мощност от -100 dBm до -20 dBm със 3 dB стъпка при а) активно и б) изключено AGC

Тук може ясно да се сравнят спектралните характеристики и да докаже високата ефективност на така конфигурирания алгоритъм за автоматичен контрол

на усилването. Отчетливото отделяне на полезния сигнал от общия шум с помощта на AGC е ясно забележимо.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приложението на този подход за автоматично регулиране на усилването в SDR модулите за комуникации е от изключителна полза за развиващата се технология в цифровото преобразуване на аналоговите сигнали с изключително ниски нива по напрежение на сигнала входа на антените на приемниците. Подобен вид сигнали са често срещани в системите за нискомощни теснолентови безжични комуникации за Интернет на нещата (IoT), където сигналите от различни сензори и крайни устройства често се предават при нива до -140 dB.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Mazier J., S. Valdecantos, Enhancing the role of the SDR. Global Imbalances and Financial Capitalism, 2020 pp.271-289.
- [2] Park J., Y. Kim, J. Cho, W. Cho, Y. Lee, S. Yoon, Two-stage Adaptive Digital AGC Method for SDR Radio. The Journal of Korea Information and Communications Society, vol. 37, DOI: 10.7840/KICS.2012.37.6C.462 2012. 2012.
- [3] Briones J., M. Nappier, SDR input power estimation algorithms. IEEE Aerospace Conference Proceedings. DOI: 10.1109/AERO.2013.6497193, 2013, pp 1-9.
- [4] Hamza E., Design and Implementation of SDR Transceiver Using 16 QAM. Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems, 24(4). DOI: 10.5373/JARDCS/V12I4/202014502020, pp. 362-368.
- [5] Kim H., I. Kang, J. Ahn, H. Nam, Implementation of Blind Equalization Using SDR Platform. The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol. 44. DOI: 10.7840/kics.2019.44.11.21742019, pp. 2174-2177.

[6] <https://www.liquidsdr.org/doc/agc/>

[7] <https://www.nuand.com/product/bladerf-x40/>

[8] <https://github.com/Nuand/bladeRF/wiki>

[9] <https://gqrx.dk/>

СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА МЕТОДИТЕ ЗА МОДУЛАЦИЯ И МНОЖЕСТВЕН ДОСТЪП В 5G МОБИЛНИТЕ МРЕЖИ

COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS FOR MODULATION AND MULTIPLE ACCESS IN 5G MOBILE NETWORKS

Trayan Ivanov

Technical University of Gabrovo, Bulgaria

Abstract

5th generation (5G) mobile networks solve a number of challenges related to the maintenance of large-scale heterogeneous traffic and users. This requires the development and use of new methods for modulation and multiple access schemes. This paper provides a comparative overview and analysis of the most potential modulations and multiple access schemes that will be used in 5G mobile networks. The different types of modulations are introduced and a comparative analysis is applied based on their performance in terms of spectral efficiency and BER characteristics.

Keywords: 5G, modulation format, multiple access schemes.

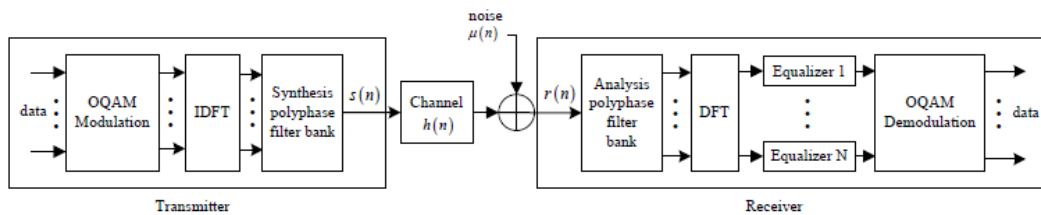
ВЪВЕДЕНИЕ

През последните години безжичните мрежи от пето поколение (5G) привличат голям изследователски интерес. Съгласно проекта за партньорство 3GPP, 5G мрежите трябва да поддържат три основни семейства приложения, включително подобрена мобилна широколентова връзка (eMBB); масови комуникации от машинен тип (mMTC) и ултранадеждни и ниско латентни комуникации (URLLC) [1, 2]. Тези сценарии изискват масивна свързаност с висока системна пропускателна способност и подобрена спектрална ефективност и налагат значителни предизвикателства пред дизайна на общите 5G мрежи. За да се отговори на тези нови изисквания, се проучват нови схеми за модулация и множествен достъп.

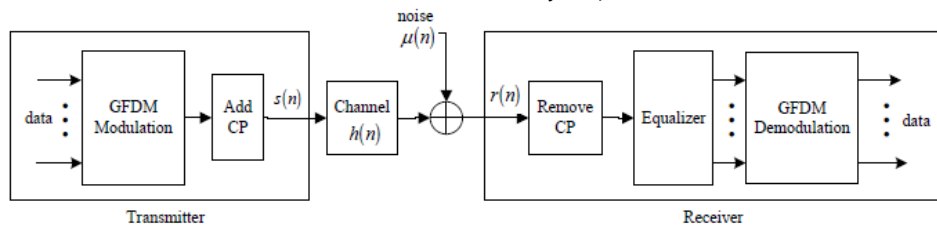
В мрежите от четвърто поколение (4G) е прието ортогоналното честотно мултиплексиране (OFDM) [3]. С подходящ цикличен префикс (CP), OFDM е в състояние да се бори с времезакснението

от разпространение на безжичните канали с прости методи за детектиране, което го прави популярно решение за текущото широколентово предаване. Въпреки това, традиционният OFDM не е в състояние да отговори на много нови изисквания, необходими за 5G мрежите. Напр., в сценария на mMTC сензорните възли обикновено предават различни видове данни асинхронно в тесни честотни диапазони, докато OFDM изисква силно синхронизиране между различните потребители, в противен случай ще има големи смущения сред съседните поддиапазони.

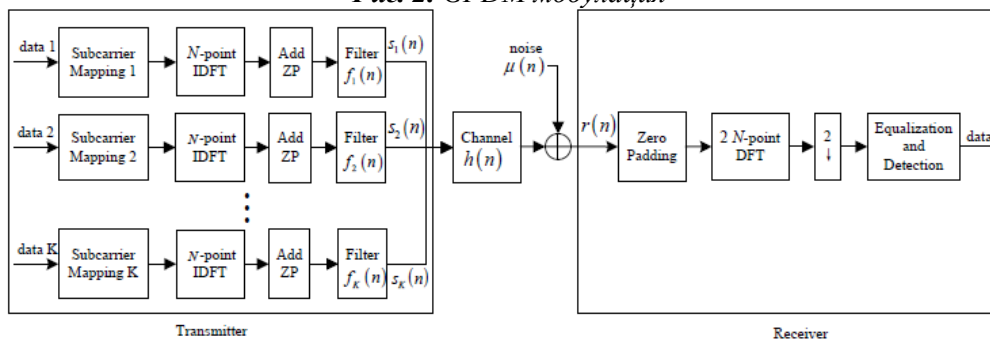
За да се отговори на новите предизвикателства, които 5G мрежите се очаква да решат, са предложени различни видове модулация – с филтриране, формиране на импулси и прекодиране, за да се намали разливането на спектъра извън честотната лента на OFDM сигналите. Филтрирането [4-7] е най-лесният подход за това и с правилно проектиран филтър, разливането на спектъра извън



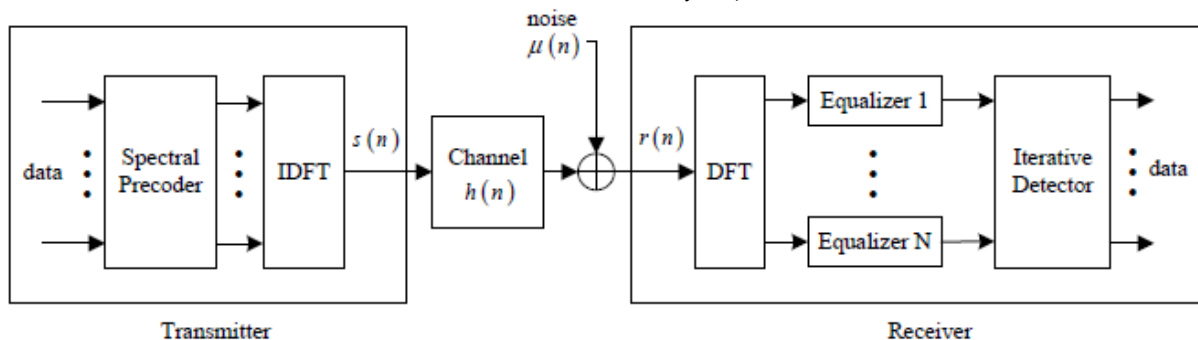
Фиг. 1. FBMC модулация



Фиг. 2. GFDM модулация



Фиг. 3. UFMC модулация



Фиг. 4. SP-OFDM модулация

честотната лента на задържане може да бъде значително потиснато.

модулационни формати за множествен достъп в 5G мрежите

5G мрежите трябва да поддържат не само огромен брой потребители, но и драстично различни типове потребители, които имат различни изисквания. Традиционният OFDM вече не може да удовлетвори тези изисквания и затова се изискват нови техники за модулация.

А) Базирани на оформянето на импулси

Оформянето на импулси се счита за филтриране на базата на базата на подносещите честоти, може ефективно да намали изтичането на спектъра. Ще бъдат разгледани два варианта на тази техника:

1) FBMC (Filter Bank MultiCarrier)

Блоквата схема на реализация на FBMC модулация е показана на фиг. 1. Тя се състои от блокова за обратно и право дискретно преобразуване на Фурие (IDFT и DFT и полифазни филтри за синтез и анализ. Филтърът прототип във FBMC извършва оформянето на импулса. Има два типа импулси: импулс, бази-

ран на алгоритъма за изотропна ортогонална трансформация (ИОТА), и импулс, приет в проекта PHYDYAS. Дължината на импулса във времевата област се определя от необходимата производителност и обикновено е няколко пъти по-голяма от дължината на символния период. Ширината на лентата на импулса, която е различна от тази в традиционния OFDM (който има дълга опашка), е ограничена в рамките на няколко подносещи честоти. За постигането на най-добри спектрални характеристики се използва OQAM модулация. Предаваният сигнал по време на $M = 2$ последователни блокови периода може да се изрази като

$$s(n)_{FBMC} = \sum_{k=0}^{K-1} \sum_{m=0}^{M-1} d_{k,m} \theta_{k,m} g(n - mK/2) e^{\frac{j2\pi kn}{K}} \quad (1)$$

където K и M са броя на съответно на подносещите честоти и символите, $d_{k,m}$ е предаденият символ при подносеща честота k и символ m , а $g(n)$ е коефициентът на филтъра-прототипа за n -тия дискрет от времева област; параметърът $\theta_{k,m}$ се използва от OQAM структурата и зависи от поредния номер k на подносещата честота.

2) GFDM (Generalized Frequency Division Multiplexing)

На фиг. 2 е показана блок-схемата на GFDM. Уникалната особеност на GFDM е да използва кръгово-изместени филтри, а не линейни филтри, които се използват във FBMC, за извършване на формирането на импулсите. Чрез внимателното избиране на кръговия филтър изтичането извън блока може да бъде намалено, дори ако ортогоналността е напълно липсваща. Можем гъвкаво да се настройват M честотни отчета и K времеви отчета за GFDM блок според средата на приложение. Предаваният сигнал за всеки GFDM блок може да се изрази като:

$$s(n)_{GFDM} = \sum_{k=0}^{K-1} \sum_{m=0}^{M-1} d_{k,m} g((n - mK)_{KM}) e^{\frac{j2\pi kn}{K}} \quad (2)$$

за $0 \leq n \leq KM - 1$, където $d_{k,m}$ е предаденият символ на подносеща k за подсимвол m , $g_{k,m}(n)$ е кръговата версия с отместване по време и честота на филтъра-прототипа за формиране на импулсите, $(\cdot)_{KM}$ означава операцията по модул на KM , а $g(n)$ е филтърът-прототип за формиране на импулсите. Подобно на традиционния OFDM, процесът на модулация и процесът на демодулация могат да бъдат изразени чрез матрични операции. Матриците IDFT и DFT в традиционната OFDM са заместени от някои специфични матрици, съответстващи на модулацията и демодулацията за GFDM. Но приемо-предавателната структура на GFDM значително се различава от традиционната при OFDM.

Б) Базирани на филтрирането на честотни субленти

Филтрирането на субленти е друга техника за намаляване на изтичането на спектъра. UFMC (Universal filtered multicarrier) [4,5] и f-OFDM (filtered OFDM) [6,7] са две типични модулации, базирани на филтриране по сублента, които ще бъдат разгледани по-долу.

3) UFMC (Universal Filtered Multi-Carrier)

На фиг. 3 е показана структурата на UFMC предавател и приемник. В UFMC поддиапазоните са с еднакъв размер и всеки филтър е отместена версия на същия филтър-прототип. OFDM се прилага в поддиапазона за тази модулация, както е показано на фигурата. Тъй като честотната лента на филтъра в UFMC е много по-широка от тази на модулациите, базирани на оформянето на импулса, дължината във времевата област е много по-къса. Следователно смущения, причинени от опашката на филтъра, могат лесно да бъдат елиминирани чрез приемане на префикс с нулево запълване (ZP) с разумна дължина. Ако приемем, че N подносещи честоти са разделени на K поддиапазони, всеки с $L = N/K$ последователни подносещи честоти, предадени-

ят сигнал в UFMC може да се изрази като:

$$s(n)_{UFMC} = \sum_{k=0}^{K-1} s_k(n) * f_k(n) \quad (3)$$

$$s_k(n) = \sum_{m=0}^{M-1} s_{k,m}(n - m(N + N_g)) \quad (4)$$

където $f_k(n)$ е коефициентът на филтъра за сублентата k , $s_k(n)$ е OFDM модулирания сигнал в сублентата k , N_g е дължината на ZP префикса, M е броя символни блокове, а $s_{k,m}(n)$ обозначава сигнала в подносещата k и символ m .

4) f-OFDM (filtered OFDM)

f-OFDM има подобна структура на предавателя като UFMC [6,7]. Основната разлика е, че f-OFDM използва CP и обикновено позволява остатъчна между-символна интерференция (ISI) [6]. Следователно при приемника се прилага MF вместо ZP, плюс децимация. Освен това, преди операцията DFT може да се приложи преобразуване, което може да намали значително сложността, тъй като CP може да смекчи по-голямата част от интерференцията, причинена от опашката на филтъра; остатъчната интерференция е с много по-ниска мощност и може да се третира като шум [7]. По този начин филтърът в f-OFDM може да бъде по-дълъг от този в UFMC и да има по-добро затихване извън лентата. С помощта на ефективно кодиране на канала влошаването на производителността, причинено от остатъчна интерференция във f-OFDM, може да бъде незначително. Друга разлика от UFMC е, че разстоянията между подносещите и дължината на CP не трябва да са еднакви за различните потребители в f-OFDM.

В) Други методи

5) GI DFT-s-OFDM (Guard Interval DFT spread OFDM)

В GI DFT-s-OFDM се използва известната последователност се използва като GI вместо CP [8]. Могат да се използват няколко типа известни последователности, напр. нулева последователност и добре проектирана уникална дума. Чрез фиксирана известна последова-

телност с постоянна амплитуда в GI DFT-s-OFDM, съотношението на пиковата към средна мощност (PAPR) на модулирания сигнал може да бъде намалено. Известната последователност може да бъде използвана и за оценка на параметрите, като отместване на носещата честота (CFO) в процеса на синхронизация. Използвайки правилната последователност като GI, прекъсването между съседните времеви блокове в традиционния OFDM могат да бъдат избегнати. В резултат на това изтичането на спектъра се намалява. За GI DFT-s-OFDM общата дължина на GI и полезния сигнал за различни потребители е една и съща.

6) SP-OFDM (spectrally-precoded OFDM)

На фиг. 4 е представена блоковата схема на SP-OFDM [9]. Тя включва IDFT и DFT, спектрален прекодер и итеративен детектор. Обикновено символите на подносещите честоти се кодират с матрица с дефицит на ранг, за да се проектира сигнала в правилно подбрано по-ниско измерение на подпространството, така че предварително кодираният сигнал да може да бъде непрекъснат с висок ред и да доведе до много по-ниско изтичане в сравнение с традиционен OFDM.

В сравнение с модулациите, базирани на филтрирането, SP-OFDM има следните три предимства:

- ISI, причинен от опашката на филтрите, може да бъде премахнат без филтриране. Следователно, CP може да бъде по-кратък и спектралната ефективност да се подобри.
- Когато се използват фрагментирани ленти, SP-OFDM може лесно да отреже специфични добре подбрани честоти, без да изисква множество тесни сублентови филтри.
- Прекодирането и филтрирането могат да бъдат комбинирани за по-нататъшно подобряване на производителността.

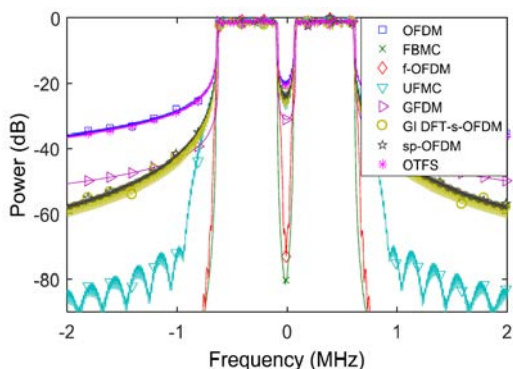
7) OTFS (Orthogonal Time Frequency and Space)

Структурата на OTFS е подобна на SP-OFDM, по спектралният прекодер и итеративният детектор са заместени от двумерното (2D) симплектично преобразуване на Фурие и съответното модул за обратно преобразуване. OTFS картографира символите в доплеровата област.

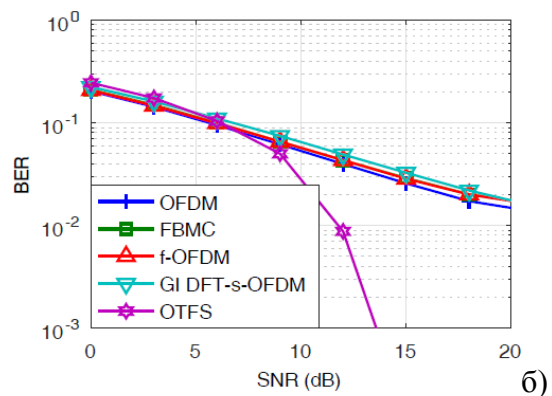
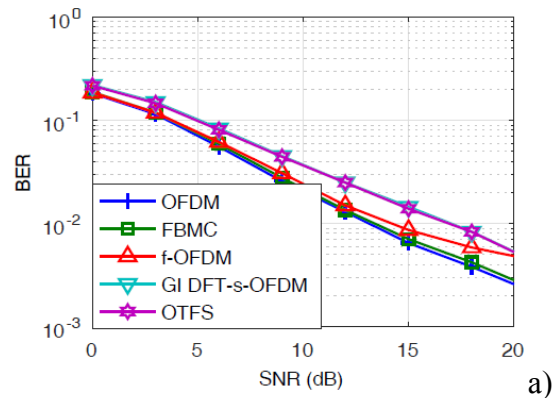
Резултати от Сравнителния анализ на спектралната ефективност и BER характеристиките

Сравняват се спектралната плътност на мощността (PSD) и коефициента на двоична грешка (BER) за различни модуляции за множествен достъп в 5G чрез симулационни модели реализирани в средата на MATLAB при входни параметри: широчина на честотната лента 15,36 MHz, размер на DFT 1024, двама потребителя заемачи честотна лента от 36 подносещи всеки, защитен интервал съдържащ 12 подносещи честоти.

Оценката на спектралната плътност на мощността е представен на фиг. 5. От фигурата се вижда, че всички модуляции постигат много по-ниско изтичане на спектъра извън честотната лента в сравнение с традиционните OFDM. Сред тях UFMC прилага филтриране в сублентата и също така има слабо изтичане, а FBMC и f-OFDM имат най-високи нива на подтискане на спектъра извън честотната лента. GFDM, GI DFTs-OFDM и SP-OFDM, въпреки че не намаляват изтичането на спектъра толкова, колкото FBMC и f-OFDM, все още могат да постигнат много по-добри резултати от традиционния OFDM.



Фиг. 5. Спектрална плътност на мощността за методи за множествен достъп в 5G



Фиг. 6. BER във функция от SNR при а) $f_d = 0$ Hz и б) $f_d = 300$ Hz

На фиг. 6 са показани BER характеристиките във функция от отношението сигнал / шум (SNR) при доплерово разширение $f_d = 0$ и 300 Hz. От фиг. 6а) се вижда, че традиционният OFDM има най-добри показатели, когато $f_d = 0$ Hz тъй като междусимволната интерференция е напълно подтисната. FBMC е приблизително ортогонален в реалната област и постига добри BER характеристики. Производителността на UFMC, GFDM и SP-OFDM е подобна на тази на FBMC, която се влошава леко поради усилване на шума и прекодиране с ниска проекция. Въпреки това, f-OFDM въвежда допълнителна междусимволна интерференция, която не може да бъде напълно премахната и в резултат на това има малко по-лоши показатели, особено за високи стойности на SNR. Тъй като бързо затихващия канал е трудно да се оцени и проследи точно, производителността на повечето модулационни схеми деградира значително, както можем да се види от фиг. 6б). При OTFS все още може да по-

стигнат добри резултати поради специфичния метод за оценка на канала. Нещо повече, ефективността му в сценария за висока мобилност е дори по-добра от тази в сценария с нулево доплерово отместване.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В този доклад беше представено цялостно проучване, обхващащо основните перспективни кандидати за модулация и множествен достъп в мобилните мрежи от пето поколение (5G). Могат да бъдат приети нови модуляции за ортогонален множествен достъп с цел да се намали изтичането на спектъра извън честотната лента, като същевременно се отговори на различните изисквания на 5G мрежите.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] 3GPP TR 38.913: "Study on scenarios and requirements for next generation access technologies".
- [2] Recommendation ITU-R M.2083: IMT Vision - "Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond", Sep. 2015.
- [3] Y. (G.) Li and G. Stuber, OFDM for Wireless Communications (edited), Springer, Inc., Boston, MA, Jan. 2006.
- [4] V. Vakilian, T. Wild, F. Schaich, S. Brink, and J. F. Frigon, "Universal-filtered multi-carrier technique for wireless systems beyond LTE," in Proc. IEEE GLOBECOM Workshops (GC Wkshps), Atlanta, GA, USA, Dec. 2013, pp. 223–228.
- [5] F. Schaich, T. Wild, and Y. Chen, "Waveform contenders for 5G - suitability for short packet and low latency transmissions," in Proc. IEEE Veh. Technol. Conf. (VTC Spring), Seoul, Korea, May 2014, pp. 1–5.
- [6] J. Abdoli, M. Jia, and J. Ma, "Filtered OFDM: A new waveform for future wireless systems," in Proc. IEEE 16th Int. Workshop Signal Process. Adv. Wireless Commun. (SPAWC), Stockholm, Sweden, Jun. 2015, pp. 66–70.
- [7] X. Zhang, M. Jia, L. Chen, J. Ma, and J. Qiu, "Filtered-OFDM - enabler for flexible waveform in the 5th generation cellular networks," in Proc. IEEE Global Commun. Conf. (GLOBECOM), San Diego, CA, USA, Dec. 2015, pp. 1–6.
- [8] U. Kumar, C. Ibars, A. Bhorkar, and H. Jung, "A waveform for 5G: guard interval DFT-s-OFDM," in Proc. IEEE Globecom Workshops (GC Wkshps), San Diego, CA, USA, Dec. 2015, pp. 1–6.
- [9] C. D. Chung, "Spectrally precoded OFDM," IEEE Trans. Commun., vol. 54, no. 12, pp. 2173–2185, Dec. 2006.

УСТРОЙСТВО ЗА ПОДАВАНЕ НА ДЕТАЙЛИ В ЗОНАТА НА ОБРАБОТКА

TOOL FOR FEEDING OF DETAILS IN THE AREA OF PROCESSING

Милко Дочев

Технически колеж - Ловеч

Milko Dochev

Technical College - Lovech

Abstract

The tool shall of feeding of details in the area of processing shall be applicable in the machine building for automation of the manufacture processes.

Keywords: device, indicator, pressure.

ВЪВЕДЕНИЕ

Предлага се устройство за подаване на детайли в зоната на обработка, включващо еластична лента за транспортиране на детайлите. За стъпково задвижване на еластичната лента е предвиден малтийски механизъм, който превръща непрекъснатото въртливо движение на задвижващия електродвигател в прекъснато движение на еластичната лента, транспортираща обработваните детайли. За осигуряване на определен цикъл на движение на изпълнителния орган на обработващата глава нагоре и надолу, е предвидена гърбица, с която контактува лост, свързан съответно с изпълнителния орган.

Устройството е изградено от възли и елементи, които са известни и широко използвани в техниката. Това се отнася и до еластичната лента за придвижване на детайлите, която е неизменен елемент на всеки лентов транспортър, и до използваните малтийски и гърбичен механизъм. Малтийският механизъм е типичен цикличен механизъм за ротационни

делителни движения, е намерил широко разпространение при металорежещите автомати и други автоматични машини.

Гърбичният механизъм също е известен и широко известен за получаване на възвратни движение с разнообразни закони чрез подходящо профилиране на гърбицата.

Устройството представлява една комбинация от известни сами за себе си елементи, които са самостоятелни. Комбинацията води това че елементите са свързани по такъв начин, че тяхното съвместно действие довежда до нов технически ефект, който не може да се разложи на части, основаващи се на отделните елементи. Крайният технически ефект трябва да надвишава сумата от ефектите на влизащите в комбинацията отделни елементи.

При настоящия механизъм е налице един сумарен ефект, който е напълно разложим, тъй като еластичната лента транспортира обработваните детайли, малтийският механизъм я задвижва с прекъсване, преобразувайки непрекъснатото

въртеливо движение на изходящия вал на електродвигателя в прекъснато и гърбичния механизъм осигурява определен закон на движение на изпълнителния орган на обработващата глава.

Малтийските механизми са намерили широко разпространение при металорежещите автомати и другите автоматични машини, тъй като са сравнително прости и в технологично отношение, притежават висока износоустойчивост, допускат вариране с броя на деленията в широки граници и в някои случаи допускат деление на неравни части. Едно от важните предимства на малтийските механизми е липсата на твърди удари при потеглянето и спирането на кръста, което позволява да се завъртат големи маси за малки времена. (0.5-3 сек. при съществуващи металорежещи автомати).

Известно е устройство за подаване на изделия, съдържащо корпус с установена на него плоча, под която е разположена рейка и каретка, кинематически свързани помежду си чрез лостове, едните краища на които са свързани с каретката, а другите с рейката [1].

За намаляване на загубите на енергия устройството има допълнителна каретка извършваща възвратно постъпателно хоризонтално движение, свързана с рейката посредством два допълнителни лоста, едните краища на които са свързани с каретката, а другите с рейката и се намират на една ос с основните лостове. Задвижването се извършва от хидроцилиндър.

Основен недостатък на известни такива устройства за подаване на изделия е наличието на празен обратен ход на хидроцилиндъра и необходимост от захранващ хидроагрегат.

Анализът на литературни източници [2,3] позволи да се разработи и предложи устройство за подаване на детайли в зоната на обработка с приложение в машиностроенето за автоматизиране на производствените процеси.

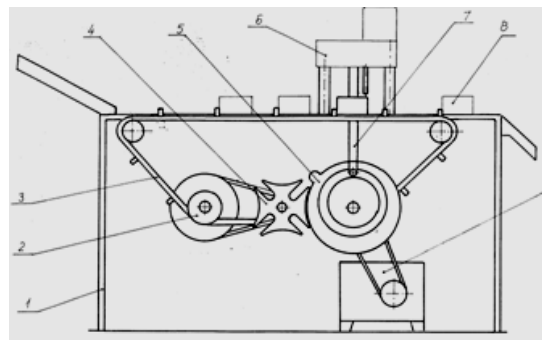
ИЗЛОЖЕНИЕ

Едно примерно изпълнение на устройството за подаване на детайли в зоната на обработка е показано на фигура 1. Устройството се състои от корпус 1 с монтирани на него вал 2, задвижен от малтийски механизъм 4, посредством вал гърбичен 5 и електрически двигател с редуктор 9, еластичен елемент 3, монтиран на вал 2 и подаващ детайлите 8 в зоната на обработващата глава 6, синхронизирана посредством лост 7.

Действието на устройството за подаване на детайлите в зоната за обработка е следното:

Вал 2 получава движението от електродвигателя с редуктор 9 и вал гърбичен 5 посредством малтийски механизъм 4 и задвижван еластичен елемент 3, подаващ заготовката 8 в зоната на обработващата глава 6, синхронизирана с твърда кинематична връзка чрез лост 7.

Предимство на устройството е, че еластичния елемент е непрекъснат и няма празен обратен ход, а подаването на заготовките в зоната на обработките е синхронизирано с работен ход на обработващата глава чрез твърда кинетично връзка.



Фиг. 1. Устройство за подаване на детайли в зоната на обработка

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлаганото устройство е с възможност за приложение в различни производствени системи.

Разработени са вариантни решения и е изработен образец, успешно апробиран в условията на малка фирма за изработка на машиностроителни детайли.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Къртунов С., Технология на машиностроенето и уредостроенето- Университетско издателство, ТУ- Габрово, 2006.
- [2] Жилевски М., Някои проблеми при модернизацията на един клас фрезови машини, Годишник на Технически университет - София, т. 63, №. 2, 99-106, София, 2013, ISSN 1311-0829.
- [3] Жилевски М., Жилевска М., Проблеми при модернизация на фрезови машини, Proceedings of the International Scientific Conference "Unitech – Gabrovo", т. 1, 383-386, 2015, ISSN 1313-230X.

РЕВЕРСИВЕН РЕДУКТОР ЗА АКУМУЛАТОРЕН ВИНТОВЕРТ И ГАЙКОВЕРТ

REVERSIBLE REDUCER FOR BATTERY SCREWDRIVER AND WRENCH

Милко Дочев

Технически колеж - Ловеч

Milko Dochev

Technical College - Lovech

Abstract

Provide a mechanical concept of reverse gear, designed for installation in manual and electric wrenches and screwdrivers. Advantages are simple structure, easy operation and increased reliability.

Keywords: reverse gear , electric wrenches and screwdrivers.

ВЪВЕДЕНИЕ

Обзор и основни изисквания към видовете винтоверти и гайковерти. Винтовертът е изключително практичен и удобен инструмент, подходящ както за домашна, така и за професионална работа. Използването на винтоверт значително улеснява дейността по всеки един ремонт, като съкращава времето на работа. В зависимост от начина на хранване винтовертите биват акумулаторни и с електрическо хранване (от мрежата).

Акумулаторният винтоверт е предпочитан заради някои предимства, основното от които е използването му на места, където липсва електрическо хранване. Освен това предоставя пълна свобода на движенията, поради липсата на ограничаващ кабел. Инструментът може да бъде комплектован с една или две батерии, а при правилна експлоатация батериите могат да издържат с години. Що се отнася до професионалните винтоверти от висок клас, те се предлагат с „бързи“ зарядни устройства, които могат да хранят изтощена батерия в рамките на 15 – 30 минути. Акумулаторният винто-

верт не отстъпва на мрежово хранване по отношение на параметри и функционалност.

Основни параметри на акумулаторния винтоверт. Съществен показател за тяхната работа е работното напрежение. Най-популярни са 9, 14.4 и 18 волтовите винтоверти. Колкото по-голямо е напрежението, толкова по-голяма е мощността на инструмента и той има възможност за извършване на по-голям диапазон от операции. Затова и 18 волтовият професионален винтоверт е предпочитан. Като недостатък на този винтоверт може да се посочи по-голямото му тегло, заради по-обемната батерия.

Поради гореспоменатите причини изборът на потребителите е ориентиран към използването на литиево-йонни (Li-ion) батерии. Те са с по-ниско тегло и са по-издържливи. Капацитетът на батериите е 1000-3000 мили амперчаса (mAh), като времето за зареждане на една батерия е пропорционално на нейния капацитет.

Друго предимство на акумулаторния винтоверт е възможността за регулиране

на оборотите (скоростта на въртене). Това се постига чрез плавно натискане на спусъка до различна степен. Максимална скорост се достига при напълно натиснат спусък – пусков бутон. Повечето модели разполагат с превключвател за бързи и бавни скорости, като плавно регулиране на скоростта отново се извършва чрез спусъка. Някои модели имат и вградено осветление (предимно то се осъществява чрез един или два светодиода) за осветяване на работното място.

При избора на винтоверт от значение са следните характеристики:

- работно напрежение; вида на батериите и зарядното; една или две работни скорости и плавен спусък за регулиране на скоростта; въртящ момент

– измерва се Nm (Нютон метри) и определя силовите характеристики на винтоверта; ударно действие – благодарение на него винтовертът може да има и пробивни функции; вид на патронника – има значение при смяната на битове и свредла. Максималният диаметър на патронника определя най-големия размер свредло, което може да се използва. Обикновено то е 10-12 mm. Винтовертите пък с мрежово хранване имат предимство по отношение на непрекъснатото хранване от електрическата мрежа. Те са по-мощни и имат по-висок въртящ момент. Професионалните винтоверти от този вид са снабдени с по-дълъг кабел, за осигуряване на по-голяма достъпност.

Гайковерти:

Този тип инструменти са идеално средство, чрез което се осигурява необходим въртящ момент за завиване/отвиване на гайки и болтове, при много малко усилие от страна на работника.

Според начина на задвижване и осигуряване на нужния въртящ момент, гайковертите биват с електрично, хидравлично и пневматично хранване.

Електрическите гайковерти се задвижват от електромотор, вграден в корпуса на инструмента. Напрежението, при което работят е 110 и 220 волта. Хранват се от електрическата мрежа.

Хидравличният гайковерт е инструмент, при който съответния въртящ момент за затягане или разхлабване, се генерира чрез хидравлични системи. За първи път е представен на пазара през 1960г. ,като първоначалният му вид доста се е различавал от познатите днес гайковерти. През годините е претърпял развитие и множество подобрения, повечето от които следващи тенденция за нови сплави, за по-лек корпус, както и гнездо за представките с по-малък радиус за по-тесни и недостъпни работни пространства. Хидравличните гайковерти са по-тихи, по-леки и осигуряват по-прецизна работа. При пневматичните гайковерти хранването на инструмента се извършва чрез сгъстен въздух. Този вид гайковерт предлага най-доброто съотношение мощност/тегло. Стойностите на въртящия момент зависят от промяната на налягането на въздуха. Предимство на този инструмент са по-малкото вибрации, което е предпоставка за по-точна работа. Въртящият момент на пневматичните гайковерти варира от 118Nm до 47600Nm [2,5] .

ИЗЛОЖЕНИЕ

Едностъпалните реверсивни редуктори с малка мощност се използват в машиностроенето и уредостроенето [3,4], а също и при вграждането им в ръчно електрически резбонарезни машини или гайковерти. У нас основен производител на ръчни електроинструменти е фирма "СПАРКИ ЕЛТОС" АД. Разработена е богата гама от ръчни бормашини на база универсални колекторни електродвигатели с подходящо подбрани скорости, които удовлетворяват високи технически показатели, основните от които са:

- Мощност - посочената в табелката е номиналната мощност и се отнася за продължителна работа;

- Работно напрежение - 230 V;

- Честота на тока - предвидени са за задвижване с постоянен или с променлив ток с честота 50Hz или 60 Hz;

- Сигурност - съгласно DIN 57740;
- Защитна изолация - за защита срещу удар от електрически ток съгласно VDE 0740 и СЕЕ.

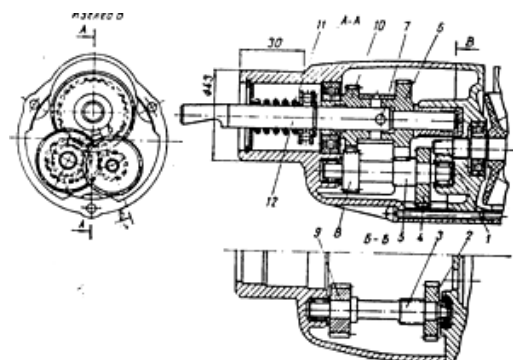
Захранващият шнур със шприцван щепсел без предпазен проводник, дава възможност за присъединяване към всички двуполусни контакти. Машините, снабдени с електронно регулиране и управление имат възможност да поддържат работа с постоянна честота на въртене при различно натоварване, съобразено с диаметъра на свредлото, естеството на обработвания материал и др.

Недостатъците на известните редуктори се състоят в големите габарити, сложна кинематика и нетехнологични конструкции. Изброените недостатъци са премахнати в предлагания редуктор за ръчна резбонарезна машина [1] (фиг.1.). Движението на работното вретено се предава в двете посоки по следния начин: щифтът 7 на палцовия съединител се зацепва със зъбното колело 6 (работното вретено се върти надясно) или със зъбното колело 10 (работното вретено се върти наляво). При работа на машината на празен ход и при упражняване на осова сила върху нея по посока на нарязваната резба, работното вретено 12 се намира в положение, при което щифтът 7 е зацепен с челните палци на зъбното колело 6. Това положение на работното вретено се поддържа от пружината 11.

Движението от вала на котвата се предава на работното вретено посредством зъбните колела 1, 2, 3, 4, 5 и 6, а зъбното колело 10 се върти свободно. При упражняване на осова сила на машината в обратна посока (при изваждане на метчика от нарязвания отвор), работното вретено се измества наляво и свива пружината 11, а щифтът 7 се зацепва с палците на зъбно колело 10. Движението от вала на котвата се предава на работното вретено през зъбните колела 1, 2, 3, 4, 8, 9 и 10, а зъбното колело 6 се върти свободно. Предавателното отношение на редуктора при нарязване на резбата е 37,7, а при изваждане на метчика - 25,4; че-

стотата на въртене на работното вретено е съответно 370 min^{-1} и 650 min^{-1} . С ръчната резбонарезна машина с предлагания редуктор могат да се нарязват резби в стомана до М8 и в алуминий до М10.

Едно примерно изпълнение на устройството за подаване на детайли в зоната на обработка е показано на фигура 1. Устройството се състои от корпус 1 с монтирани на него вал 2, задвижен от малтийски механизъм 4, посредством вал гърбичен 5 и електрически двигател с редуктор 9, еластичен елемент 3, монтиран на вал 2 и подаващ детайлите 8 в зоната на обработващата глава 6, синхронизирана посредством лост 7.



Фиг. 1. Реверсивен редуктор за ръчен електроинструмент

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработеният редуктор позволява вграждането му в електрически винтоверти, гайковерти и резбонарезни машини, захранвани от мрежа или акумулатор, като не е необходимо задвижващият електродвигател да е реверсивен. Това облекчава технологията на производството му и отпада необходимостта от използването на прекъсвач с реверсатор, което води до снижена цена на изделието като цяло.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кочевски, В., Авторско свидетелство № 87964-РБ.

- [2] Сп. „Строители“, година V, брой 3, юни 2011.
- [3] Стойчев С., Определяне коефициента на полезно действие на скоростна кутия zomax D1, Unitex 2015, vol III, стр.98-101, ISSN 1313-230X.
- [4] Стойчев С., Найденов Ц., Шум и вибрации, фактор на работната среда, TEXCO 19, том I, стр.162-167, ISSN 2535-079X.
- [5] Фирмени материали: Sparky-Eltos, Bosch, Makita, Kress.

УЧЕБЕН СТЕНД ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА АСИНХРОНЕН ЕЛЕКТРОДВИГАТЕЛ ЧРЕЗ МИКРОКОНТРОЛЕР ARDUINO NANO

TRAINING STAND FOR INVESTIGATION OF AN ASYNCHRONOUS MOTOR WITH ARDUINO NANO MICROCONTROLLER

Милко Дочев

Технически колеж - Ловеч

Milko Dochev

Technical College - Lovech

Abstract

A stand for the study of adjustable asynchronous electric drive through a transistor frequency regulator has been made. The stand is realized as an engine-generator group. It allows to study asynchronous motors with short-circuited rotors and to work out different ways of control. A microcontroller is used to measure and indicate the main electrical quantities in obtaining the characteristics of the motor

Keywords: microcontroller, adjustable electric drive, frequency regulator, asynchronous electric motor .

ВЪВЕДЕНИЕ

Известно е, че асинхронния двигател има неоспорими преимущества пред другите видове двигатели, като особено важна инженерна задача представлява въпроса за регулиране на скоростта му, изборът на правилен начин за това и адаптирането към конкретния вид механизъм. Регулирането трябва да е възможно най-ефективно, надеждно и изпълнено с минимални средства. Едновременно с това е необходимо да се контролират и измерват параметрите на двигателя с помощта на съвременна контролно-измервателна апаратура и стендово оборудване.

Обучението на студенти по силнотокви специалности изисква придобиването на знания и умения за работа в лабораторни и заводски условия с такива стендове.

За тая цел е необходимо да се разработи и реализира учебен лабораторен стенд за изследване и управление на

асинхронен двигател чрез микроконтролер Arduino nano.

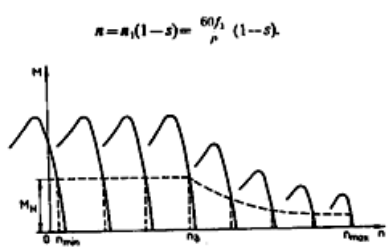
Електрозадвижването представлява енергосилово устройство, привеждащо в движение машина или механизъм. Основни елементи на електрозадвижването са източник на енергия, предавателен механизъм и апаратура за управление [2,6]. Съвременните регулируеми електрозадвижвания (ASD - adjustable speed drives) са известни с наименованието честотни инвертори (variable-frequency inverters). Най-използваните в момента честотни инвертори (ЧИ) са за напрежение 3x380 V. За двигатели с мощност до 2.2 kW се използва 1x200 - 240 V. ЧИ работят с толеранс на захранващото напрежение -15/+10% от номиналното. Възможността за регулиране на оборотите (n) на асинхронния двигател се предопределя от функционалната зависимост между тях и честотата на мрежата (f) и чифтовете полюси (p) [3]:

$$n=60f/p. \quad (1)$$

Проучванията показват [2], че около 65% от електроенергията в промишлеността се изразходва от асинхронни задвижвания на вентилатори и помпи с постоянни обороти. Използването на честотните инвертори води до енергоспестяване, повишаване на рентабилността и конкурентоспособността, както и до подобряване на екологията. Когато трифазен асинхронен електродвигател работи с честотен инвертор, той се захранва с променлива честота и напрежение. Зависимостта между честотата (оборотите) на електрическия двигател (ЕД) и напрежението му се описва с U/f графика. Според формулата на Костенко [3]:

$$U_H/U_{CT} = (f_H/f_{CT}) \cdot \sqrt{M_H/M_{CT}} \quad (2)$$

където индексите "н" и "ст" означават съответно нови и стари стойности на преминаване от една мрежова честота на друга. В опростен вид формулата има вида $U/f = \text{const}$. Този алгоритъм е характерен за вентилаторен тип регулиране. Вследствие на все по-високите изисквания към съвременните електрозадвижвания, претърпя развитие и технологията на управлението им. Предлаганите в момента евтини трифазни асинхронни двигатели (АД) отговарят с известни условия на високите изисквания към управлението им. Примерна гама от механични характеристики, получени чрез използване на ЧИ е показана на фиг. 1.

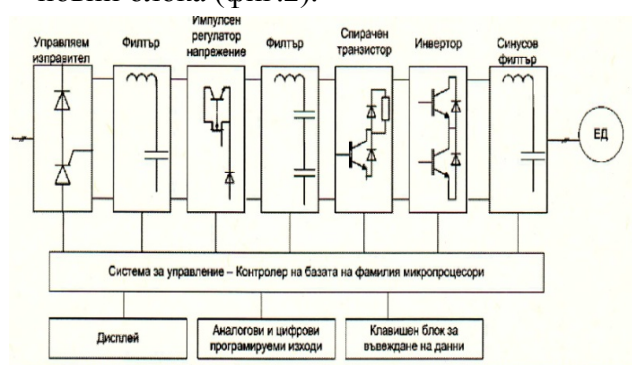


Фиг. 1. Механична характеристика на АД при ЧР

ИЗЛОЖЕНИЕ

Принципи на регулируемите електрозадвижвания с асинхронен и синхронен двигател (АД, СД) [1].

Всички съвременни честотни преобразуватели (ЧП) включват няколко основни блока (фиг.2).



Фиг. 2. Блок-схема на честотен регулатор

За ЧП, използвани за трифазни електродвигатели (ЕД), се създават три напрежения, изместени електрически на 120° . Два са принципите на регулируемите електрозадвижвания:

- **Честотно импулсно преобразуване** - ЧИП. Както се вижда на фиг. 2, постоянното напрежение се преобразува в симетрични правоъгълни импулси с променлива честота. От фигурата ясно се вижда, че импулсите, формиращи синусоида, са еднакви по големина и време. Те се съгъстват към върха на квазисинусоида и се разреждат в основата ѝ. Методът за момента се използва ограничено.

- **Широчинно-импулсно модулиране** - ШИМ (Pulse-width modulation). При ШИМ постоянното напрежение се преобразува в симетрични правоъгълни импулси с различна продължителност. За разлика от ЧИП, при широчинно-импулсното модулиране честотата на следване на импулсите е фиксирана и се движи за различните режими на работа от 2 до 16 kHz. Ширината на импулса се разширява към върха на квазисинусоида и се стеснява в основата. Аналогично е и с отрицателната част на синусоида, променя се само полярността на напрежението. Регулирането на оборотите е най-икономичният начин за плавно управление на асинхронните двигатели. ЧИ могат да захранят ЕД с честота 0,5 до 4000 Hz, а в някои случаи и до 16 000 Hz. Процесорът регулира времето за подава-

не на напрежение в намотката на ЕД (осъществява се ШИМ). По този начин се образува въртящо се магнитно поле, въртящ момент, ускорение и забавяне. ЧИ формират квазисинусоидален ток в асинхронните двигатели със сумарни нелинейни изкривявания (total harmonic distortion) THD J 5 - 6%.

Критерии за избор на честотен инвертор

Напълно логично в процеса на избор на честотния инвертор следва на първо място да се отчете конкретната инженерна задача, която ще изпълнява електрозадвижването. Основни критерии при избора на честотен инвертор са:

- тип и мощност на ЕД;
- точност на регулиране в диапазона на скоростта;
- точност на поддържане на въртящия момент на вала на ЕД, както и други характеристики на честотния инвертор.

При работа на честотните инвертори със специални електрически двигатели, например с вградена спирачка, потопяеми, синхронни, високоскоростни и други, водещи при избора им са номиналният ток и неговите параметри.

За да се увеличи точността на поддържане на момента и скоростта при променлив товар без датчици за обратна връзка, трябва точно да се контролира моментът на вала на ЕД. Съществуват различни методи за регулиране, сред които са:

- *Честотен метод на регулиране* - ефективен е, когато товарът на двигателя е известен и практически не се променя при една и съща стойност на оборотите. Условие за използването на този метод на регулиране е ниската граница на въртене да не е по-малка от 5-10 Hz.

- *Честотен с обратна връзка по скорост на въртене* - прилага се при прецизно регулиране (използва се енкодер) с известна зависимост от оборотите на ЕД. Този метод намира приложение за управление на двигателите в предачни машини.

Честотните инвертори за асинхронни двигатели без сензор за скорост се превърнаха в рутинна технология през изминалите години. Показват недобри характеристики при много ниска скорост. Главните причини за това са в ограничената точност на напрежението на статора, наличието на офсет (отместване) и пасивни компоненти в променливия ток - изкривени сигнали на напрежение, тесния им обхват, дисбаланса в текущите сигнали и увеличената чувствителност, водещи до промени в параметричния модел.

Посочените проблеми понижават точността на измерване при ниска скорост. Продължителното измерване при много ниска скорост става невъзможно, тъй като скоростта започва да се колебае и това рано или късно води до нестабилност на системата ЧИ/АД.

Новите техники за идентификация са конструирани с оглед решаването на тези проблеми. Чист интегратор е вграден в статора, което позволява по-широка и точна оценка. Компенсират се пасивните компоненти, за да се идентифицира отместването. Нелинейните изкривявания на напрежението се коригират посредством самоприспособяващ се инверторен модел.

Метод за регулиране, използван от честотните инвертори, е и *векторен метод с обратна връзка по скорост на въртене*, който се използва при необходимост от прецизно регулиране на оборотите и при големи въртящи се маси. Използва се *енкодер*, т.е. датчик на оборотите, монтиран на вала на ЕД, и съответна платка за обратна връзка в ЧИ. Приложната му област включва промени в товара при една и съща честота и отсъствие на зависимост между момента на товара и оборотите (скокообразно изменение на товара на вала на ЕД). Също така, се използва и при голям диапазон и динамика на регулиране и моменти, близки до номиналния. Фактически се осъществява *амплитудно-фазово регулиране*. Електрическият двигател се отличава с

висок пусков момент, който не се изменя до номиналните обороти. Мощността на ЕД съответства на зададените обороти. Икономията на електроенергия при този метод на регулиране от порядъка на 30%, а в някои случаи би могла да достигне 60%. Когато се говори за методи за регулиране, не бива да се пропуска т.нар. *ПИД регулатор* или пропорционално интегрално диференциален регулатор. При този метод честотният инвертор променя честотата с оглед поддържането на определен параметър на системата, например разход, скорост, налягане, температура и др., постъпили от преобразуватели със стандартен аналогов изход 0-10 V, 4-20 mA. Наличието на ПИД регулатор позволява да се опрости управлението и да отпаднат външните регулатори [4,5].

Предимства на честотните инвертори:

Основните предимства от използването на честотни инвертори биха могли да се систематизират в шест основни групи, а именно: Енергоспестяване; Удължен живот на механичното оборудване; Намаляване на пусковия ток; Елиминиране на пулсациите в напрежението; По-висок пусков момент, вместо старт с понижено напрежение; Висок КПД 96,5 - 98,5%.

Недостатъци на честотните инвертори:

Както всяко техническо решение и използването на честотни инвертори е свързано с редица проблеми. Сред тях е създаването на електромагнитни смущения, т.е. стръмни импулси, подавани към ЕД и това налага поставянето на филтри. Друг проблем е скъсяването на живота на изолацията на електрическия двигател и др.

В [6] е представена реализация на стенд за ЧР на АД.

Предлаганото ново решение е следното:

Приема се стенда да се реализира на основата на микрочип ATmega328p, база на платформа Arduino nano.

За захранване на микроконтролера се използва външен 5 волта източник на захранване. Два от аналоговите извода са входове към контролера, който се използва за измерване на напрежение 220 волта и ток до 4 ампера, други два извода са дигитални, определят като изходи чрез който ще се инициализира измерената информация на дисплей с размери 16x2 см. Токовото натоварване ще се измерва с модул ACS712, който работи на принципа на датчик на Хол (фиг.3). Чрез него ще се измерва токовото натоварване на консуматора, които е към него. Показанията от аналоговият вход се дели на 150.0, за да се получи средна стойност, тази получена стойност се умножава по произведението $5/1024$, за да се получи стойности от 0-5 волта след това дели на 0,185 mA (чувствителност на определеният сензор). Напрежението на входа без консуматор е 2,5 волта, от тук следва че формулата, която се получава е: $(2.5 - (\text{средна стойност} * (5.0 / 1024.0))) / 0.185$.

Изчисленията и калибрирането на този модул, става посредством специална библиотека, която се записва на платформата Arduino nano чрез програма Arduino IDE.

Напрежението, което трябва да се измери, се понижава чрез трансформатор 220/10 AC. За да може да се измерва стойностите чрез платформата, съм добавил към трансформатора делител на напрежение, който разделя вторичното напрежение на 5 волта и ги преобразува в право напрежение. Това е нужно да се направи заради ограничението на изходите на Arduino NANO (фиг.4).

Формулата за изчислението се формира като измерената стойност на аналоговият вход се раздели на измереното напрежение, от делителят на напрежение тази образувала се формула, се добавя в програмният код за самият микроконтролер.

Мощността, която ще се изобразява на дисплея, се образува с изчисления от закона на Ом за мощност $P = V \cdot I$

Програмният код който ще използвам е: за променлива

$U = \text{analogRead}(A2) / 4.24;$

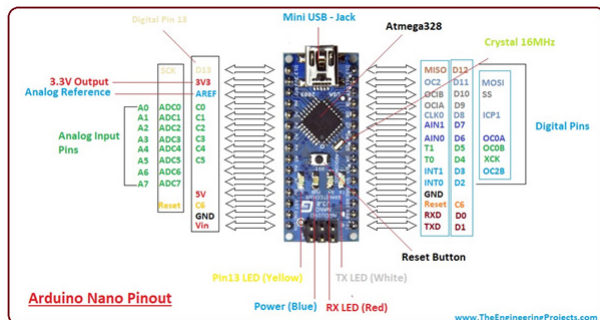
за променлива

$I = \text{sensor.getCurrentAC}();$

за променлива $P = U \cdot I;$



Фиг.3 Токъв сензор ACS715 5A

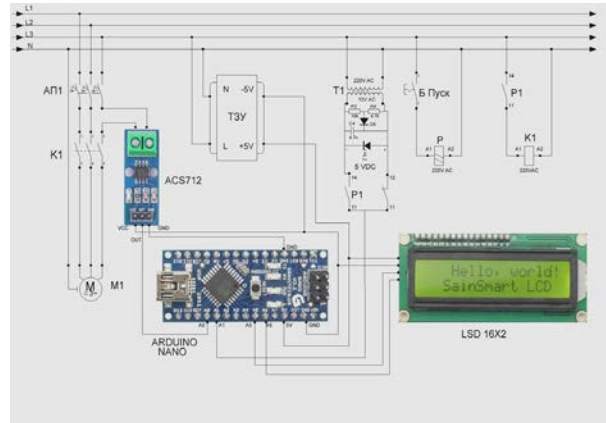


Фиг.4 Микроконтролер (ATmega328p) на Arduino

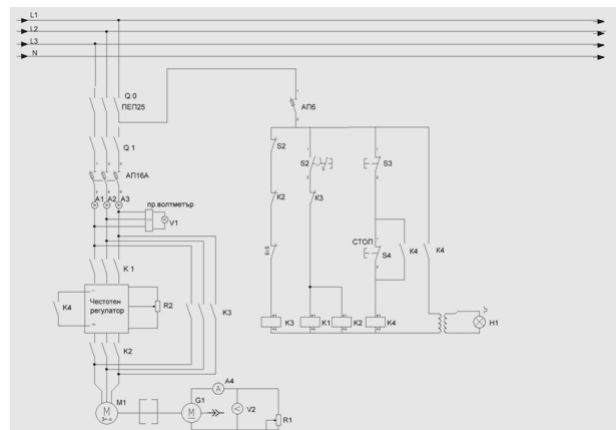
Предимството му е неговият малък размер, така че той може да бъде интегриран в различни проекти, където компонентното пространство е много важно. Програмирането на устройствата се осъществява чрез мини USB кабел, а платформата за разработка също се предлага с буутлоудър.

Разработени са вариантни решения на схемата на стенда. На фиг.5 и фиг.6 е показан основният вариант на система за управление и изследване на асинхронен

електродвигател с кафезен ротор, а на фиг. 7 и фиг. 8 са показани снимки от реализацията на управлението на стенда.



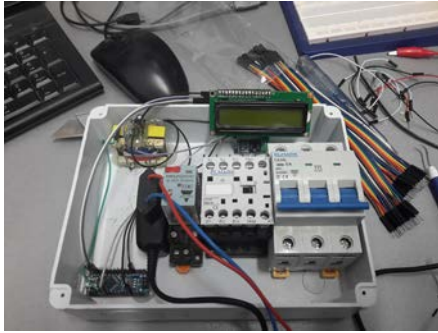
Фиг. 5 Електрическа схема за управление и изследване на асинхронен електродвигател с микроконтролер – директно пускане



Фиг. 6 Електрическа схема за управление и изследване на асинхронен електродвигател с честотен регулатор и микроконтролер



Фиг.7 Стенд за изследване на асинхронен двигател



Фиг.8 Ел. табло на стенд за изследване на асинхронен двигател

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработен е и изработен стенд за изследване на АД с кафезен ротор чрез на-товарване с механична спирачка, при използване или не, на честотен регулатор. Измерването и индикацията на основните параметри е с помощта на микроконтролер и платформа Arduino nano.

Стендът позволява провеждането на различни изследователски изследвания, отворен е за доработка и разширяване на възможностите.

Внедрен е в научната и учебна дейност на колежа.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гама транзисторни честотни преобразуватели-ELDI „Електроинвент”
- [2] Инженеринг ревю, брой 3, 2008 год.
- [3] Минчев Д., Основи на електрозадвигването, С. Техника, 1973.
- [4] Жилевски, М., М. Жилевска, Сравнителен анализ между постоянно и променливо-токови електрозадвигвания, приложими в металорежещите машини, Научна конференция „TechCo 2018“- Ловеч, Технически колеж - Ловеч, 103-109, 2018, ISSN 2535-079X.
- [5] Жилевски, М., Избор на подавателни задвигвания за пробивни машини с цифрово-програмно управление, XV International Scientific Congress Machines. Technologies. Materials., Vol. 2 (5), 186-189, 2018, ISSN 2535-0021.
- [6] Dochev M., A TEST STUDY STAND FOR AN ADJUSTABLE ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE, XXV МНК „АДП 2016“, Созопол, 23-24.06.2016 г., Сборник „Научни известия“, година XXIV, бр.14/2016, стр. 275-280. ISSN 1310-3946.

ОСНОВНИ ЕТАПИ ПРИ РАЗРАБОТВАНЕТО НА ЖЕЛЕЗОПЪТНО-ПРЕЛЕЗНИТЕ СИСТЕМИ

BASIC STAGES IN THE DEVELOPMENT OF THE RAILWAY-CROSSING SYSTEMS

Marin Zhilevski

Technical University of Sofia

Abstract

This article presents the basic stages and directions in the development of railway crossing systems. The main requirements are formulated and the elements that make up these devices are shown. Complex programmable logic devices (CPLD and FPGA) like CoolRunner II of Xilinx' company can be implemented like practical realization. The control program is based on the hardware description languages, such as Verilog HDL or VHDL.

Keywords: railway automation; level crossing, complex programmable logic devices.

ВЪВЕДЕНИЕ

Железопътният транспорт е сред най-енергийно ефективните средства за механизирани наземни транспорт в съвременния свят. Но инцидентите свързани с този вид транспорт са изключително тежки, което и налага проектирането, разработването и внедряването на автоматизирани железопътно-прелезни системи [1, 2, 3].

Железопътно-прелезни системи са част от железопътната автоматика, която обхваща подсистемите за автоматизирано управление на процесите в железопътния транспорт, чрез които се осигурява безопасността на движение на влаковете, увеличава пропускателната и преработвателна способност на гарите и железопътните участъци [4, 5].

Железопътният прелез се определя като "устройство, което позволява безопасно пресичане на едно ниво на железопътна линия с шосейни и други автотранспортни пътища, трамвайни и тролейбусни линии, както и с други железопътни линии чрез автоматично регулиране" [5].

Обезопасяването на движението през прелезите, както за железопътния, така и за автомобилния транспорт се постига чрез автоматични прелезни устройства. Те осигуряват максимална пропускателна способност за двата вида транспорт при минимално време за затваряне на прелеза преди пристигане на железопътното возило и отварянето му веднага след освобождаване зоната на прелеза от последната колоос [6].

Докато самостоятелният железопътен прелез е просто електромеханично устройство с бариерни механизми, то железопътно-прелезната система може да се състои от множество самостоятелни прелезни единици [6].

Автоматизираните железопътни прелези се управляват на базата на микропроцесорни системи, които са значително скъпи. Контролерът за управление на железопътната-прелезната система е устройство, използвано за управление на бариерните механизми и сигнализиациите подавани към МПС и други. Като вариант за практическа реализация при разработване на железопътно-прелезните системи се явяват сложните програми-

руеми логически устройства. Те са широко използвани, поради тяхната гъвкавост за конструиране и проектиране, като могат многократно да се препрограмират, дори и в областта на функционалността на системата [7, 8, 9]. Проектиране на цифровите схеми за управление осигурява голямо бързодействие на програмируемата логика [9].

В тази статия са показани основните етапи, които трябва да бъдат отчетени при разработването на железопътните прелезни системи. Формулирани са основните изисквания и са представени основните елементи. Като възможност за практическа реализация може да се използва контролера CoolRunner II.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Железопътните прелезни системи са в основата на железопътната автоматика и те са основната форма за обезопасяването на пътищата при наличие на железопътен прелез. На фиг.1 са дадени основните етапи и направления при разработването на такъв тип системи.



Фиг. 1. Основни етапи при разработване на железопътно-прелезни системи.

Основните изисквания към железопътно-прелезните системи може да се формулират по следния начин:

- оптимален избор на изпълнителни механизми и елементи;
- да удовлетворяват определена техническа спецификация;
- захранващото напрежение да бъде със следните параметри: 220V +20% - 30%, 50Hz;
- осигуряване на определено ниво на безопасност;
- време за включване на червена мигаща след команда за затваряне на прелеза - 1 секунда;
- време за подаване на командата за затваряне на гредите – 6 ÷ 9 секунди;
- разработка на подходяща апаратура;
- време за заемане хоризонтално положение на гредите - 16 секунди;
- създавана на диагностична система – табло за далечна информация, на което се подава информация за състоянието на прелеза в една от съседните гари.

Автоматичните прелезни устройства (АПУ), които осигуряват охрана на прелеза по автоматичен път в зависимост от разстоянието или времето за приближаване на влака към прелеза са в основата при проектирането и разработването на управлението на железопътната-прелезната система. Основните елементи на тези устройства са:

- блок участъци (БУ);
- бариерни механизми (БМ);
- кабинка за местна апаратура (КМА);
- сигнали прелезни шосейни (СПШ).

В КМА се разполагат статива за апаратурата на АПУ, която включва релета, предпазители, токоизправител, преобразуватели, касета за броячите на оси и други.

На фиг.2 са представени един вид на СПШ, които могат да бъдат използвани при реалното разработване и внедряване на системата. При предстоящо преминаване на железопътно возило през прелез светофарите трябва да светят последователно с червена мигаща светлина с 60 ± 5 мигания в минута и се задейства звуковата сигнализация [10].



Фиг. 2. Сигнал прелезен шосеен (СПШ).

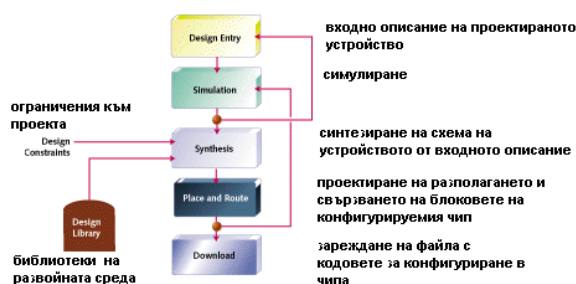
Информацията за движението на влака към използвания контролер ще се получава от четири броя пътни датчици (броячи на оси), като на фиг. 3 са показани един вариант на тяхното изпълнение [11]. Железопътното возило задейства АПУ най-малко 30 секунди преди навлизане в зоната на прелеза.



Фиг. 3. Брояч на оси със захранваща кутия.

Барьерните механизми (БМ) са два броя, като гредите на автоматичните баристри преграждат само дясната половина на път с двупосочно движение (като краят на барьерата може да не достига средата на пътното платно най-много с 1,00 м). При включване на червените светлини на СПШ гредите започват да падат и максимум до 16 секунди заемат хоризонтално положение.

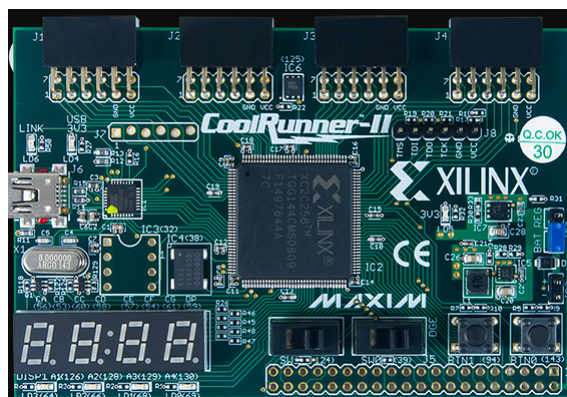
Като възможност за практическа реализация може да се използват сложни програмируеми устройства (CPLD и FPGA). Опростена диаграма на процесите на конфигуриране (програмиране) на CPLD и FPGA чиповете е показана на фигура 4 [12].



Фиг. 4. Диаграма на процесите на конфигуриране на CPLD и FPGA.

Най-често CPLD и FPGA – чиповете са реконфигурируеми, което означава, че конфигурирането им с различни цифрови устройства или различни (подобряващи се) версии на едно и също устройство може да се извършва многократно.

Като вариант на CPLD може да бъде използван контролера CoolRunner II на фирмата Xilinx, даден на фиг. 5 [12].



Фиг. 5. Контролер CoolRunner – II на фирмата Xilinx.

Синтезирането, имплементацията и симулацията на програмата за управление се осъществява на базата на хардуерен език за програмиране, синтезиращ цифрови схеми за управление, такива като Verilog HDL или VHDL. Основното предимство на тези езици е, че позволява системата да бъде описана (моделирана) и проверена (симулирана) преди реализацията. Те много приличат на програмни езици, но са специфично ориентирани за описание на структурата на хардуера

и неговото поведение. Хардуерните езици може да се използват за представяне на логически диаграми, булеви изрази и други по-сложни цифрови схеми. Като език за документиране, HDL се използва за представяне и документиране на цифрови системи във форма, която може да бъде прочетена както от компютрите, така и от хората. Съдържанието на езика може да бъде съхранявано и извеждано лесно, и обработвано от компютърни програми по ефикасен начин [7].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящата статия са представени основните етапи и са формулирани изискванията при проектирането, синтезирането и разработването на железопътната-прелезните системи, които са в основата на железопътната автоматика. Отчетени и показани са изграждащите елементи на тази система.

Като възможност за практическа реализация могат да бъдат избрани и използвани сложните програмируеми логически устройства (CPLD или FPGA), които намират широко приложение при управлението на различни електромеханични системи. Един такъв вариант е контролера CoolRunner II на фирмата Xilinx.

Благодарности

Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са финансирани от Научноизследователски проект „Перспективни ръководители“ на Технически университет – София № 201ПР0003-08/2020.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Enokela, J, K. L. Oladejo, An Automated Railway Traffic Station Control System, Nigerian Journal of Technology (NIJOTECH), Volume 36, No. 1, pp. 138 – 147, 2017.
- [2] Al-Zuhairi, A. S. M., Automatic Railway Gate and Crossing Control based Sensors & Microcontroller, International Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT), Volume 4, Issue 7, pp. 2135-2140, 2013.
- [3] Krishna, S. Yadav, Nidhi, Automatic Railway Gate Control Using Microcontroller, Oriental Journal Of Computer Science & Technology, Volume 6, Issue 4, pp. 435-440, 2013.
- [4] <https://bg.wikipedia.org/wiki/>.
- [5] Пелтеков И., Автоматично регулиране движението на влаковете, София, 1985.
- [6] Техническа спецификация - ЖИ 002-2005 „Автоматични прелезни устройства“ ДП Национална компания, Железопътна инфраструктура.
- [7] Павлитов, К. „Логическо управление на електромеханични системи“, София, 2007, издателство Технически университет София.
- [8] К. Филипова, „Логическо управление на процеси и системи“, София, 2014, издателство Технически университет.
- [9] Христов, В., М. Жилевски, Разширяване на възможностите за програмиране на програмируеми логически устройства чрез Матлаб, *Годишник на Технически университет - София*, т. 68, №. 2, 79-88, Созопол, 2018, ISSN 1311-0829.
- [10] <https://www.bsast.com/index.php/2017-02-15-20-18-39/33> .
- [11] https://www.balkantel.bg/portfolio_category/%D0%B6%D0%BF-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8/ .
- [12] <https://www.xilinx.com/products/silicon-devices/cpld/cpld.html>.

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНАТА КОНСУМАЦИЯ НА КЛАС ВЕРТИКАЛНИ ОБРАБОТВАЩИ ЦЕНТРИ С ЦПУ

STUDY OF THE ENERGY CONSUMPTION OF A CLASS OF MACHINING CENTER WITH CNC

Marin Zhilevski

Technical of University of Sofia

Abstract

In this article the basic requirements for the machine tools are formulated. The generalized block diagram of the drive system for vertical machining center with CNC is shown. This system is the main energy consumer in the machine tools. The possibilities for calculating the energy consumption of the studied class of vertical machining centers are described and some guidelines for its reduction are defined.

Keywords: vertical center; drives, CNC.

ВЪВЕДЕНИЕ

Обработващите центри са сред най-широко използваните в практиката металообработващи машини. Използват се предимно за обработка на призматично-корпусни детайли чрез автоматична смяна на инструмента. Те изпълняват операциите: фрезование на повърхнини с произволни контури, както и обработване на отвори - пробиване, разстъргване, zenкерование, райберование, нарязване на резби. Цялостното обработване на детайла при едно установяване върху машината води до повишаване на нейната точност и производителност [1, 2, 3, 4, 5].

Наличието на система за цифрово-програмно управление (ЦПУ) дава следните предимства: позволява обработване на сложни профилни повърхнини чрез контурно фрезование по три оси; дава възможност за обработка с голям набор автоматично сменящи се инструменти; при наличие на палетни станции може да се извърши бърза смяна на детайла [1, 6].

Все по-високите изисквания по отношение на точността, производителността, гъвкавостта, диапазона на регулиране

и енергийната ефективност от една страна, както и бързото развитие на елементарната база от друга, налагат постоянно подобряване на използваните системи за задвижване и на средствата за тяхното предварително програмиране, симулиране и изследване [7, 8].

При модернизация на клас вертикални обработващи центри са въведени две допълнителни въртящи се оси, устройствата за твърдо ъглово позициониране на детайла и такова за обработка на шпонкови канали. Една машина от изследвания клас е дадена в [9].

Основните елементи, които изграждат вертикалните центри са електрозадвижванията, които обслужват координатните оси, шпиндела и другите спомагателни системи.

Търсенето на оптимална енергийна консумация е един от основните критерии, който се поставя при проектирането и разработването на машините и задвижванията в различни сфери на промишлеността [10, 11].

В статията са формулирани основните изисквания към металорежещите маши-

ни с ЦПУ и е показана обобщена блокова схема на системата за задвижване, която е основния енергиен консуматор. Описани са възможностите за изчисляване на енергийната консумация на изследвания клас вертикални обработващи центри и са формулирани някои насоки за нейното намаляване. Представените изследвания и получените резултати могат да се използват при проектирането и разработването на вертикални обработващи центри с ЦПУ.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Основните изисквания към вертикалните центри с ЦПУ може да се обобщят по следния начин: точност, производителност, сигурност, икономичност, оптимална енергийната консумация, обработка на детайлите с определена гладкост, автоматизация на технологичния процес и режими на работа и други.

На фиг. 1 е представена обобщена блокова схема на системата за задвижване на металорежещите машини с ЦПУ и в частност на вертикалните центри. Тази система е основният енергиен консуматор в машините.



Фиг. 1. Обобщена блокова схема на системата за задвижване.

Подавателните задвижвания се използват за позициониране на детайла и инструмента, като за изследвания клас вертикални центри включват линейните координати x , y и z , както и въртящите се оси a и s .

Главното движение или шпиндела участва в процеса на механична обработ-

ка, като това електрозадвижване е с най-висока степен на консумация на енергия.

Спомагателните задвижвания включват системите за: автоматична смяна на инструментите; охлаждащата; дозиращата; хидравличната и устройството за твърдо ъглово позициониране на детайла.

Енергийната консумация във металорежещите машини и в частност на обработващите центри може да се раздели на постоянна и променлива. Постоянната консумация на енергия се определя за периода, в който машината е включена, независимо, дали се извършва механична обработка, като тя е значително по-малка от променливата. Постоянната консумация зависи от внедрените главни и подавателни задвижвания, както и от тяхната оптимална настройка, използването на компенсации при вертикалните оси [12], разработени ладер диаграми и други фактори.

Променливата консумация на енергия зависи от обработвания детайл, типа механична обработка, режими на рязане, материал, брой използвани инструменти, необходимост от охлаждане и други.

Общата изразходвана енергия за обработващия център от изследвания клас (E_{vc}) се определя със следното уравнение [13]:

$$(1) \quad E_{vc} = E_{sp} + E_{feeds} + E_{tool} + E_{hyd} + E_{cool} + E_{dos} + E_{cnc} + E_{dfp}$$

където E_{sp} , E_{feeds} , E_{tool} , E_{hyd} , E_{cool} , E_{dos} , E_{dfp} , E_{cnc} са съответно необходимите енергии за: главното движение; подавателните оси; системата за смяна на инструментите; хидравличната система; охлаждащата система; дозиращата система; системата за цифрово-програмното управление; допълнително въведеното устройство за твърдото ъглово позициониране на детайла.

Необходимата енергия за главното движение или шпиндела се разпределя

на две части при оптимална настройка на електрозадвижването [13]:

$$(2) \quad E_{sp} = E_m + E_c ,$$

където E_m - необходима енергия за механичната предавка, E_c - необходима енергия за извършване на съответната обработка.

Изследвания клас машини дава възможност за извършване на процесите: пробиване, разстъргване, фрезование, зенкерование, райберование, нарязване на резби и щосване. Методики за изчисляване на мощностите на рязане при различните видове обработки са дадени в [14, 15].

Необходимата енергия за подавателните задвижвания зависи при оптимална настройка и компенсация на вертикалните оси, се изчислява с уравнение [13]:

$$(3) \quad E_{feeds} = \sum_{i=1}^m \int_{t_{fsi}}^{t_{fe_i}} P_i \cdot dt ,$$

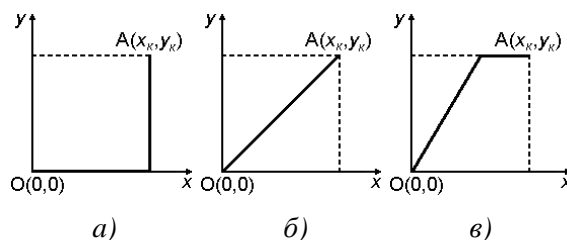
където P_i , t_{fsi} , t_{fe_i} са съответно мощността, началното и крайното време на работа за i -та ос.

Мощността на подавателните движения при обработка на реален детайл се разделя на две части: движение на бърз ход (при позициониране) и движение при отнемане на материал. За намаляване на времето за позициониране и респективно консумираната енергия, се прилагат следните алгоритми, дадени на фиг. 2, където използваните означения са следните: $O(0, 0)$ – начална точка; $A(x_k, y_k)$ – крайна точка на зададения позиционен цикъл.

На фиг. 2а е показана траектория, която се получава при последователно движение по координатни оси x и y . Общото време за позициониране е сума от времената за движение по двете оси:

$$(4) \quad t_n = t_{nx} + t_{ny} ,$$

където: t_{nx} е времето за движение по координатната ос x ; t_{ny} – времето за движение по координатната ос y .



Фиг. 2. Алгоритми за позициониране при подавателните задвижвания.

На фиг. 2б е дадена траектория, която се получава при едновременно движение по двете координатни оси, като времето за позициониране е следното:

$$(5) \quad t_n = t_{nx} = t_{ny} .$$

На фиг. 2в е представена траектория, която се получава при комбинирано движение по двете координатни оси. Ако двете задвижвания работят с еднакви скорости, общото време за позициониране е равно на времето, което е необходимо на задвижването с по-голямото зададено преместване:

$$(6) \quad t_n = t_{nx} .$$

Енергията за извършване на механичната обработка ($E_{c_{spf}}$, [kWh]), може да се определи с уравнение [16]:

$$(7) \quad E_{c_{spf}} = \frac{P_c \times t_c \times 6}{100} ,$$

където P_c - мощност на рязане в зависимост от обработката, като тя се разпределя между подавателното и главното движение; t_c - време на рязане.

Автоматичната смяна на инструментите и хидравличната система са взаимосвързани за изследвания клас вертикални центри, като подробно описание на механичната система, принцип на ра-

бота и предложени управления са дадени в [17].

Необходимата енергия на двигателя за завъртане на инструменталния магазин се определя с уравнение [13]:

$$(8) \quad E_{tool} = P_{tool} \times t_{tool},$$

където P_{tool} - мощност на двигателя за системата за смяна на инструменти, която е постоянна величина; t_{tool} - време за достигане между зададената и реалната позиция.

Необходимата енергия за хидравличната система при избор на инструмент се определя с уравнение:

$$(9) \quad E_{hyd} = P_{hyd} \times (t_{tool} + 1s),$$

където P_{hyd} - мощност на двигателя за хидравличната система, която е постоянна величина.

С разработена ладер диаграма е намалена енергийната консумация на инструменталния магазин чрез:

- активиране на хидравличната система само при реално завъртане на инструменталния магазин;

- търсене на най-краткия път за достигане на зададената позиция.

Необходимата енергия за охлаждащата система се изчислява с израза [13]:

$$(10) \quad E_{cool} = P_{cool} \times t_{cool},$$

където P_{cool} и t_{cool} са съответно мощността на помпата за охлаждане, която е постоянна величина, времето на работа на помпата.

Системата за дозаторно мазане се използва за мазане на направляващите с масло през определен интервал от време, като тя е автоматизирана чрез разработена ладер диаграма. Необходимата енергия за тази система се определя със следното уравнение:

$$(11) \quad E_{dos} = P_{dos} \times t_{dos},$$

където P_{dos} и t_{dos} са съответно мощността на помпата за дозаторно мазане, която е постоянна величина и времето на работа на помпата, определено от разработената ладер диаграма.

Консумираната енергия от системата за ЦПУ е значително по-ниска в сравнение с другите системи и не оказва съществено влияние върху общата консумирана енергия на машината.

Необходимата енергия на двигателя за завъртане на устройството за твърдо ъглово позициониране на детайла се изчислява с уравнение:

$$(12) \quad E_{dfp} = P_{dfp} \times t_{dfp},$$

където P_{dfp} - мощност на двигателя за завъртане на устройството за твърдо ъглово позициониране на детайла, която е постоянна величина; t_{dfp} - време за достигане между зададената и реалната позиция, като завъртането е в една посока.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящата статия са формулирани изискванията към металорежещите машини с ЦПУ. Представена е обобщена блокова схема на системата за задвижване като основен енергиен консуматор. Описани са възможностите за изчисляване на задвижванията, които изграждат клас вертикални обработващи центри.

Посочени са някои възможности за намаляване на енергийната консумация на машината.

Проведените изследвания и получените резултати могат да се използват при проектирането, разработването и изчисляването на енергийната консумация на обработващи центри с ЦПУ.

Благодарности

Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са финансирани от Научноизследователски проект „Перспективни ръководители“ на Технически университет – София № 201ПР0003-08/2020.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Попов, Г., *Металорежещи машини, част I: Приложимост, устройство и управление, Книга втора*, Технически университет - София, София, 2010, ISBN 978-954-438-766-2.
- [2] Колева, С., Замфиров, И., Енчев, М., Метод за зъбофрезование на цилиндрични колела с прави зъби на център МЦ032, „*Механика на машините*”, 2009, брой 80, стр. 76-79, ISSN 0861-9727.
- [3] Колева, С., Енчев, М., Машиностроителното производство у нас – белези, изисквания, ефективност, *Научни Трудове на Русенския университет*, Русе, 2015.
- [4] <https://www.engineering-review.bg/bg/obrabotvashti-centri/2/1768/>
- [5] C. Obrea, M. Pascu, L. Mihaila, and M. Funaru, “Design of an automatic tool changer system for milling machining centers,” *Annals of DAAAM for 2012 & Proceedings of the 23rd International DAAAM Symposium*, Volume 23, No. 1, pp. 1139-1142, 2012.
- [6] Жилевска, М., М. Дочев, А. Хинова, Основни направления при проектирането на металорежещи машини с ЦПУ, *International Scientific Conference: Engineering. Technologies. Education. Security*, Vol. 1, Issue 1(7), pp. 40-42, 2019, ISSN 2535-0315.
- [7] Михов, М., *Системи за електрозадвигване*, Технически университет – София, София, 2011, ISBN 978-954-438-922-2.
- [8] Bratovanov, N., Robot Modeling, Motion Simulation and Off-line Programming Based on SolidWorks API. *The Third IEEE International Conference on Robotic Computing*, pp. 574-579, 2019.
- [9] Zhilevski, M., Increasing of the Opportunities for a Class of Machine Tools with Digital Program Control, *International Scientific Journal “Machines. Technologies. Materials.”*, Vol. 13, Issue 12, pp. 538-541, 2019, ISSN 1313-0226.
- [10] Дочев, М., Стойчев, С., Ефективност от използване на честотно-регулируемо задвижване на шевни машини, *UNITEX 2008 –ТУ Габрово*, том 2, стр.192-194;
- [11] Спиров, Д., Дочев, М., Мониторинг система за определяне на енергийните характеристики на инверторно електрозадвигване с еднофазен колекторен двигател, *UNITEX 2015 , ТУ – Габрово*, 20-21, 2015, т.1 , стр.124-128, ISSN 1313-230-X.
- [12] Жилевски, М., М. Михов, Подавателно електрозадвигване за шпиндела на фрезови машини, *Научни известия на ИТС по машиностроене*, т. 23, №. 3, 50-53, 2015, ISSN 1310-396.
- [13] He, Y., F. Liu, T. Wu, F. Zhong, B. Peng Analysis and estimation of energy consumption for numerical machining, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part B Journal of Engineering Manufacture*, DOI: 10.1177/0954405411417673, 2012.
- [14] Zhilevski, M., Mikhov M., Optimization of the Drive System Choice for a Class of Drilling Machines, *EJECE, European Journal of Electrical and Computer Engineering*, Vol. 2, Issue 6, pp. 12-16, 2018, ISSN: 2506-9853, DOI: <http://dx.doi.org/10.24018/ejece.2018.2.6.42>.
- [15] Zhilevski, M., M. Mikhov, T., Optimal selection of feed electric drives for boring machines, *8th International Scientific Conference “TechSys 2019” - Engineering, Technologies and Systems, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 618, 2019, ISSN: 1757-8981, doi:10.1088/1757-899X/618/1/012003.
- [16] Tao, P., X. Xu, Energy-efficient machining systems: A critical review, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, DOI: 10.1007/s00170-014-5756-0, 2014.
- [17] Жилевски, М., Управление на система за избор на инструменти при клас металорежещи машини, *Годишник на Технически университет - София*, т. 69, №. 3, 9-16, София, 2019, ISSN 1311-0829.

**МУЛТИФУНКЦИОНАЛЕН УЧЕБЕН СТЕНД ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА
ЕЛЕКТРОМАГНИТНИ СПИРАЧКИ****MULTIFUNCTIONAL TRAINING STAND FOR INVESTIGATION OF
ELECTROMAGNETIC****Милко Дочев***Технически колеж - Ловеч***Milko Dochev***Technical College - Lovech***Abstract**

The results of the development and implementation of a multifunctional stand for testing electromagnetic and eddy current brakes and electric drives are presented.

Keywords: .stand, electromagnetic brake, electric drive.

ВЪВЕДЕНИЕ

В много случаи се налага въртящите се изпълнителни звена на работните машини да бъдат бързо спирани. За целта се използват различни видове спирачки, при които кинетичната енергия на движещите се части, най-често чрез триене, се преобразува в топлина. В електрозадвижванията [2,3,4] най-масово се използват електромеханичните спирачки за бързо спиране и позициониране на работния орган на машината. Изучаването им изисква да се направи обзор на видовете спирачни устройства, техните конструктивни особености и характеристики, да се изяснят основните им технически изисквания към тях и методологията на проектирането, изработката и изпитването им. Последното в учебни условия е възможно при наличието на демонстрационен стенд за изследване на електромагнитни спирачки.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Известно е [1], че асинхронния двигател може да бъде изследван с помощта на заместващата си схема, ако са известни параметрите η . Експериментално те

се определят чрез опитите на празен ход и късо съединение. Следователно режимите, определящи възможностите на един електродвигател са три: празен ход, късо съединение и работен режим (натоварване). Първият и вторият са преходни, могат да се разглеждат също и като експериментални. Работния режим е основният режим и за него двигателят е проектиран да работи при номинално натоварване.

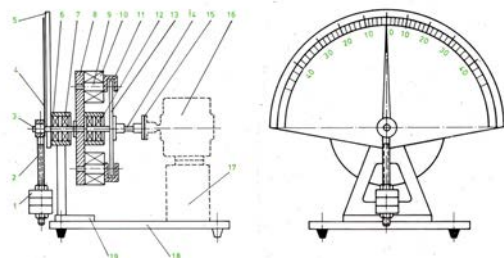
Известно е, че, работните характеристики представляват зависимостите на хлъзгането s , респ. честотата на въртене на ротора n , на полезния момент M_2 , на к.п.д. η , на коефициента на мощността $\cos\phi_1$ и на консумираната мощност P_1 от полезната мощност P_2 , при постоянни напрежения U_1 и честота f_1 :

$s, n, M_2, \eta, \cos\phi_1, P_1 = f(P_2)$ при $U_1 = \text{const}, f_1 = \text{const}$.

Натоварването може да се осъществи със индукционна спирачка, тариран генератор или динамометър. За машини с относително малка мощност (до 3,0kW), най-удачно е изпитването да е със спирачка поради сравнително ниската ѝ цена и леснината при използването и упра-

влението ѝ (регулирането на възбудителния ѝ ток става най-често потенциометрично).

На фиг.1. е показана конструкцията на такава спирачка [1].



Фиг.1. Електромагнитна индукционна спирачка като натоварващо устройство

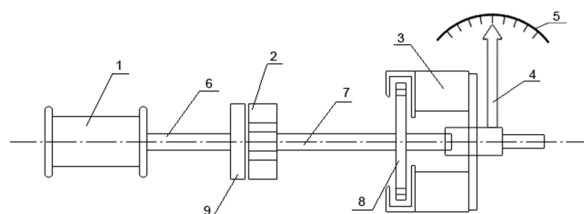
Спирачката има две основни части: индуктор и ротор. Индукторът възбужда магнитно поле, в което се върти роторът (дискът) на спирачката, задвижван от изпитвания двигател. Индукторът се състои от носещ диск 8 и 6 или 8 полюса, закрепени към него. Носещият диск е набит на вала на индуктора 3, който е лагериран в лаг те 7, поставени в главината 6. Главината се носи от стойка 19, закрепена към основата 18. Всеки електромагнитен полюс се състои от сърцевина 9, намотка 10 и полюсен крайник 11. Намотките на полюсите са свързани последователно и по този начин се образува възбудителната намотка на електромагнитната спирачка. Изводите на възбудителната намотка са свързани към букси посредством гъвкави проводници. Полюсните намотки се свързват помежду си така, че полюсите да се получат с редуващ се поляритет. Роторът 13 на спирачката представлява стоманен, меден или алуминиев диск, набит на вала на ротора 14, който може да се върти свободно в лагерите 12. Към предната част на вала на индуктора 3 са закрепени стрелката 4 и махало, състоящо се от стебло 2 и противотежест 1. Стрелката е разположена пред неподвижната скала 5. Системата, образувана от индуктора, ма-

халото и стрелката, закрепени към вала на индуктора 3, не е твърдо фиксирана, а може да се люлее около равновесното си положение.

Изпитваният двигател 16 е закрепен на подходяща стойка 17 и чрез еластичен съединител 15 е куплиран с вала на ротора на електромагнитната спирачка. При някои конструкции дискът на спирачката няма собствен вал, а се поставя непосредствено на вала на изпитвания двигател.

В ТК – Ловеч е изработен стенд, позволяващ да се демонстрира получаването на работните характеристики на асинхронен двигател с кафезен ротор чрез натоварване с такава спирачка. Стендът е реализиран като мултифункционална система, едновременно позволяваща и изследване на дискова постоянно токова фрикционна спирачка, електродвигател и променливотокова индукционна спирачка. Т.е. съсно куплираните трите изброени електромеханични устройства съставят една електромеханична система.

Структурната схема на изпитателния стенд е показана на фигура 2.



Фиг. 2. Схема на опитната постановка

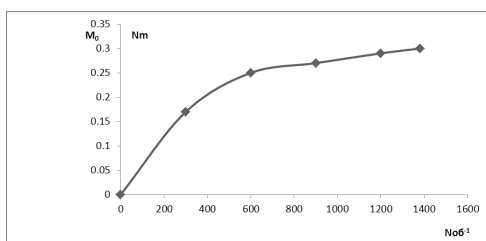
Където:

1 – електродвигател; 2 – електромагнитна фрикционна спирачка; 3 – електромагнитна индукционна (вихровотокова) спирачка; 4 – отчитаща стрелка; 5 – неподвижна скала; 6 – водещ вал; 7 – водим вал; 8 – спирачен диск; 9 – електромагнитна шайба.

Съпротивителния момент на спирачката зависи от скоростта на въртене и се регулира чрез изменение на възбудителния ток на спирачните електромагнити.

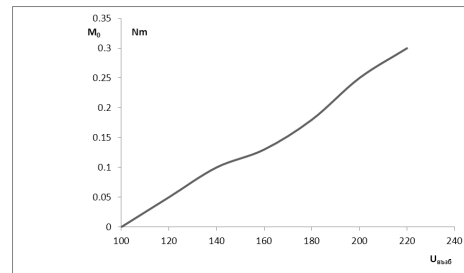
Основните елементи на електромагнитната спирачка са: феромагнитен диск, който се съединява с водимия вал съединителя и система от електромагнити за променлив ток закрепени на една обща основа. Основата е лагерирана и има възможност да се завърти независимо от диска по посока на въртенето му. Към основата има тежест с рамо чиято дължина може да се променя, и стрелка която показва на неподвижна скала ъгъла на който се отклонява рамото с тежестта. Спираният момент, който се създава от вихровите токове, се предава на основата с електромагнитите, като завърта основата до тогава докато моментът създаден от тежестта и рамото се уравни с момента предаден от съединителя. По ъгъла на отклонение на рамото може да се съди за предадения момент. В конкретния случай спираният момент ще бъде създаден от четири електромагнита с по 1100 навивки и диаметър на проводника $d = 0,11\text{mm}$. Тези електромагнити ще действат върху алуминиев диск с дебелина $\Delta = 2\text{mm}$.

Получена е характеристиката, даваща зависимостта между $M_{\text{сп}}$ и n т.е. $M=f(n)$, т.н. механична характеристика – фиг. 3.



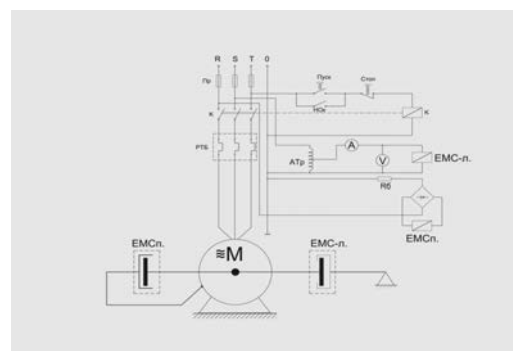
Фиг. 3. Механична характеристика

Втората характеристика дава зависимостта между M_c и $U_{\text{вЪЗб}}$ т.е. $M_c=f(U_{\text{вЪЗб}})$, т.н. регулировъчна характеристика, която е показана на фиг. 4.



Фиг. 4. Регулировъчна характеристика

На фиг. 5 е показана електрическата схема на стенда, а на фиг. 6 и фиг. 7 – снимки на изработения лабораторен образец.



Фиг. 5. Електрическа схема на стенда



Фиг. 6. Поглед отпред на стенда



Фиг. 7. Реализация на стенда

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. От получените резултати става ясно, че електромагнитната индукционна спирачка има по-голям спирателен момент при по-високи обороти на въртящия се диск, по-точно при обороти близки до максималните.

2. Максимален спирателен момент се достига при напрежения на електромагнитните спирачни бобини, близки до максимални (в границите от 180÷220V).

3. При увеличаване броя на спирачните електромагнити ще се намали времето за спиране и ще се увеличи спирателният момент на електромагнитната спирачка.

4. Изработеният стенд ще послужи за обогатяване на материалната база на колежа и е в помощ на практическите занятия по дисциплините „Електрически машини“, „Електрически апарати“ и „Електромеханични устройства“.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ваклев И., Лабораторна практика по електрически машини и апарати, С., Техника, 1992.

[2] Жилевски М., „Изследване и модернизация на стругови машини с цифрово-програмно управление“, Монография, ISBN: 978-619-7442-26-7.

[3] Жилевски, М., М. Жилевска, Сравнителен анализ между постоянно и променливотокови електрозадвижвания, приложими в металорежещите машини, Научна конференция „TechCo 2018“ - Ловеч, Технически колеж - Ловеч, 103-109, 2018, ISSN 2535-079X.

[4] Dochev M., A TEST STUDY STAND FOR AN ADJUSTABLE ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE, XXV МНК „АДП 2016“, Созопол, 23-24.06.2016 г., Сборник „Научни известия“, година XXIV, бр.14/2016, стр. 275-280. ISSN 1310-3946.

ЕЛЕКТРОНЕН МОДУЛ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ПОДГРЕВНИ СВЕЩИ

GLOW PLUG ELECTRONIC CONTROL MODULE

Antoan Petkov

Technical University of Gabrovo, Department of Electronics

Abstract

One of the main components for starting engines at low temperatures is glow plugs. At temperatures below freezing, the spark plugs provide easy starting for the engine and environmentally friendly combustion of the fuel. They guarantee optimum conditions for the injected fuel through the heat input into the combustion chamber.

Keywords: glow plugs, heating, glow plug control.

ВЪВЕДЕНИЕ

Впръсканото гориво при дизеловите двигатели се samozапалва, без да е необходима запалваща искра. Топлината, която се отделя при сгъстяване на впръсканото гориво предизвиква неговото запалване. За запалване на двигателя при ниски температури е необходим допълнителен източник на топлинна енергия. Затова при ниски температури на околната среда дизеловите двигатели трудно стартират без подгревни устройства. Основен проблем при тези условия е недостатъчната енергия от сгъстяването на сместа в цилиндъра, необходима за samozапалването и задвижването на двигателя.

Освен подгреване на горивото, за полесното му възпламеняване, подгревни системи се използват и за подгреване на охладителната течност, двигателното и трансмисионното масло. Те се реализират с различни алгоритми на управление, които осигуряват необходимите за студения старт условия за стартиране на двигателя. Естествено, за правилната работа на този тип устройства се грижат различни видове сензори, които непрекъснато следят състоянието на двигателя и температураите на околната среда и на постъпващото гориво [1, 2, 3, 4, 5].

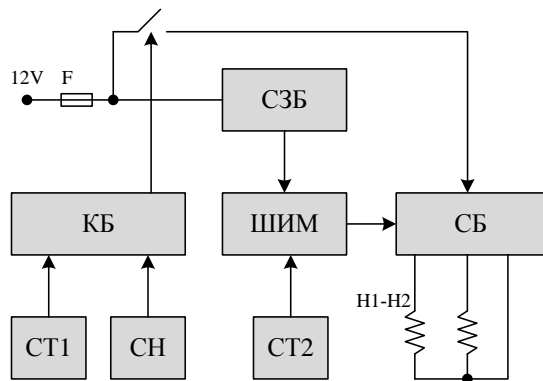
Целта на настоящата разработка е да се реализира електронно устройство, позволяващо подгреване на охладителната течност на двигатели с вътрешно горене при условия на стартиране при ниски температури. Предложеното устройство е абсолютно съвместимо с охладителните системи на всички автомобили.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Управлението на устройството е реализирано с широчинна модулация на захранващия ток, което повишава ефективността при нагриване, а ограничаването на тока в „студено“ състояние удължава живота на подгревните свещи [6, 7, 8].

Блоквата схема на реализираното устройство е представена на фиг. 1. Основен блок в нея е широчинно-импулсия регулатор (ШИМ). Той се захранва от стабилизиран захранващ блок (СЗБ). Последният осигурява необходимото захранващо напрежение за коректната работа на устройството. Работата на цялото устройство се следи от контролен блок КБ. Който следи два основни параметъра – температурата на околната среда и напрежението на захранващия източник (акумулатора). Измерването на

тези параметри се реализира с блоковете за следене на температурата СТ1 и за следене на захранващото напрежение (СН). Тяхната работа е да формират управляващ сигнал за включване или изключване на устройството при условие, че един от следените параметри е извън зададените предварително стойности. Така, например, при температура на околната среда над зададената от блок СТ1, контролният блок няма да разреши включване на силовия блок (СБ), управляващ подгревните свещи. Също, ако захранващото напрежение на акумулатора е под зададеното блокът за следене на напрежението ще генерира сигнал към КБ, който да забрани включването на устройството.



Фиг. 1. Блокова схема на устройство за управление на подгревни свещи

Блок ШИМ се управлява и от сензор за температура (СТ2). Той отчита температурата на течността в охладителната система. Ако температурата ѝ е по-ниска от тази на околната среда, блок ШИМ генерира управляващ сигнал и силовия блок стартира подгревните свещи.

На фиг. 2 е показана принципна електрическа схема на разработения електронен модул за управление на подгревни свещи.

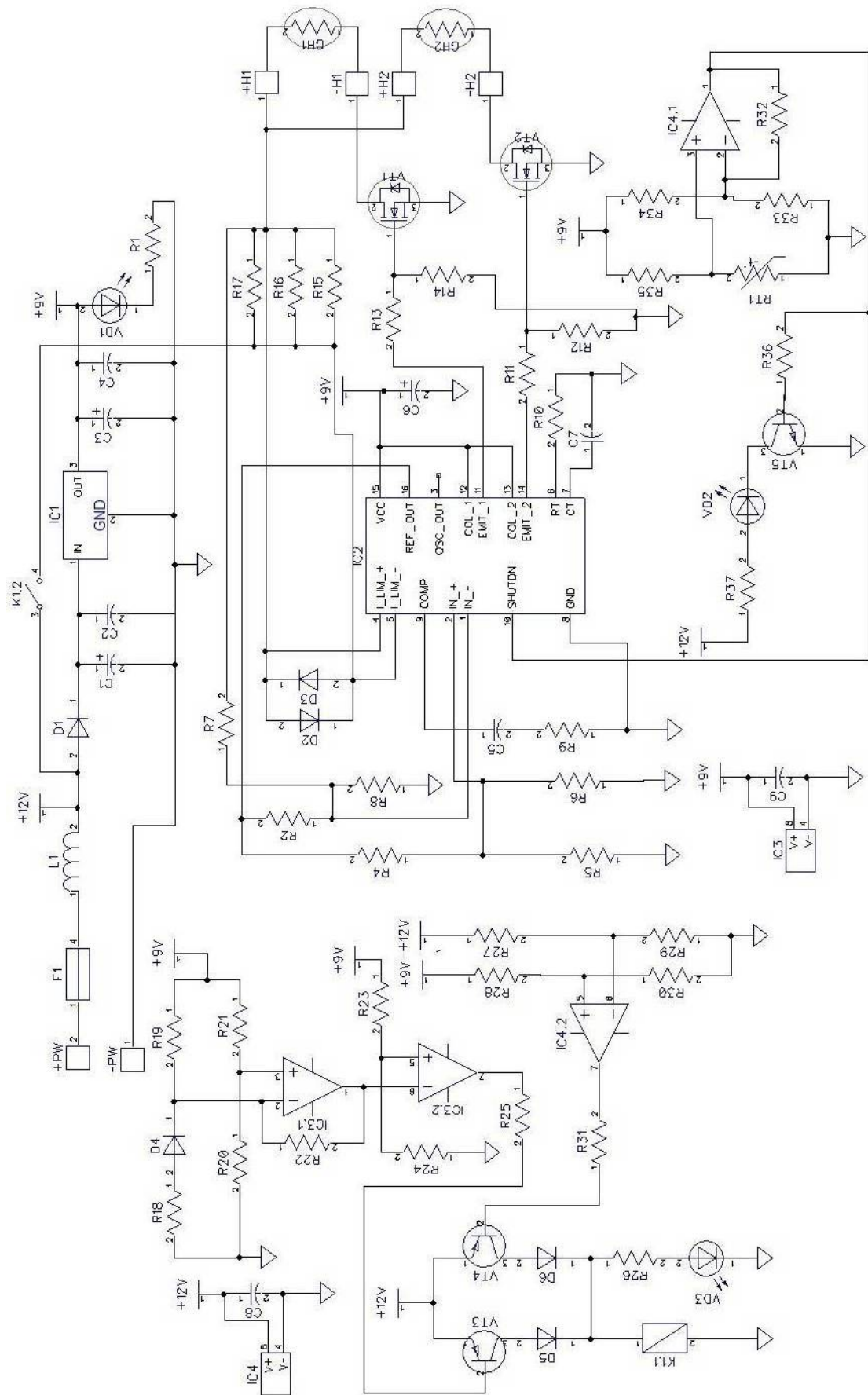
Основният блок в схемата е широчинноимпулсния регулатор. Той се из-

ползва за „меко“ комутиране на тока към подгревните свещи. По този начин не само се запазва техният дълготраен живот, но и се намалява началния ток при студено включване. Когато се използва мекото регулиране, управляващите токове се ограничават естествено, тъй като те се подават на малки порции към товара (подгревните свещи).

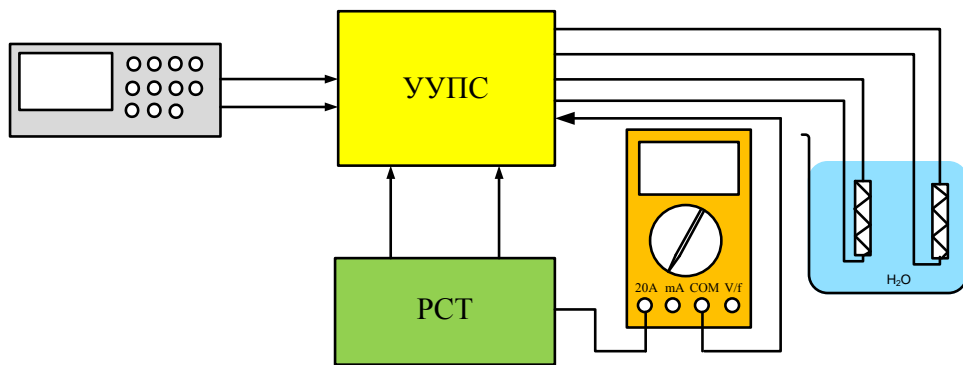
Широчинно-импулсния регулатор е изграден на базата на интегрална схема IC2. Използвана е SG2524, представляваща импулсен регулатор на фирмата Texas Instruments [9]. За да може тя да генерира правоъгълни импулси с определена продължителност и да управлява подгревните свещи за определено време и при определени електрически и температурни условия е необходимо да бъдат изпълнени няколко условия – температура на околната среда и на подгриваната течност ($T_O = T_C \leq 1^\circ\text{C}$), и напрежението на акумулатора ($U_A \geq 12\text{V}$), следени от схемите на контролния блок.

Температурата на околната среда се следи от блок СТ1. Той е изграден от интегралната схема IC3, операционен усилвател LM358 [9], диода D4, резистори R18 – R24. Измерването на температурата се извършва от диода D4, включен в мостовата схема с резисторите R18 – R21. Изходното напрежение от мостовата схема се усилва от усилвателя IC3.1 и се подава на компаратора IC3.2, който чрез резистори R23 и R24 определя температурата на сработване – $T_O \leq 1^\circ\text{C}$.

По аналогичен начин се измерва и напрежението на акумулатора от блок СН. Към входовете на компаратора IC4.2 се подават две напрежения образувани от два делителя. Първият е от резистори R29 и R27. Той задава захранващото напрежение и е включен директно към захранващия източник. Вторият, от резистори R28 и R30, задаващ напрежението за сравняване.



Фиг. 2. Принципна електрическа схема на електронен модул за подгревни свещи



Фиг. 3. Блок схема на опитната постанова

Той е включен след стабилизатора IC1, т.е. към 9V. При разлика в тези напрежения, т. е. когато напрежението на инвертиращия вход е по-малко от това на неинвертиращия, компараторът изработва ниско ниво, непозволяващо включването на устройството.

И две схеми на блокове СТ1 и СН управляват релето К1 чрез елементите VT1, VT2, D5, D6, R25 и R31 и не му позволява да се включи при неизпълнение на едно от условията – температура под зададената ($T_O \leq 1^\circ\text{C}$) и захранващо напрежение над зададеното ($U_A \geq 12\text{V}$).

Температурата на подгриваната течност се следи от втори сензор за температура RT1. Той директно контактува с течността. Неговата схема е аналогична на тази на блок СТ1. Реализирана е с елементи R32–R35, RT1 и усилвателя IC4.1, чийто изход разрешава работата на IC2 чрез високо ниво към нейният вход 10. Тази схема позволява на устройството да се включва или не, дори след предварителен подгрев.

За да може да се осигури управлението на подгривните свещи с необходимият управляващ ток, изходния блок е реализиран с два мощни N-MOS транзистора VT1 и VT2 (IRF840) в дрейновите вериги на които са включени подгривните свещи. Съпротивлението на използваните подгривни свещи в студено състояние е $R_H = 0,7\Omega$, а при захранване и загряване достига 5Ω . Токът през свещите се

определя от управлението.

$$I_H = \frac{U_{3AXP}}{R_H}, \quad (1)$$

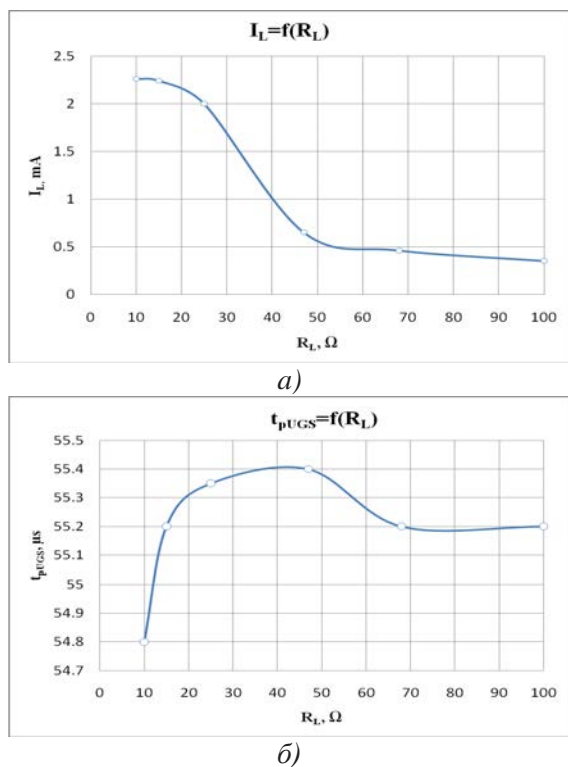
Токът през една подгривна свещ е $I_H = 17,14\text{A}$.

Мощността, която ще консумира свещта в статичен режим ще бъде:

$$P_{CB} = I_{CB} \cdot U_{3AXP}, \quad (2)$$

Следователно максималният ток през управляващия транзистор не трябва да бъде по-малък от този на едната свещ – $I_{CB} = 17,14\text{A}$. За да може да се следи процеса на подгрев са изградени две обратни връзки спрямо товара, едната е по ток към входове 4 и 5 на IC2, а втората е по напрежение, към входове 1 и 2 на IC2. Обратната връзка по ток се осъществява чрез измерване на пада на напрежение върху нискоомовите мощни резистори R16, R17 и R18, включени последователно на товара (подгривните свещи). Ако токът превиши определена стойност, в следствие на късо съединение в изходната верига или пробив в някоя от подгривните свещи, широчината на импулсите ще бъде ограничена до определени граници.

Разработеният работещ експериментален модел на устройство е изследван, като са заснети неговите характеристики и осцилограми в отделните контролни точки.



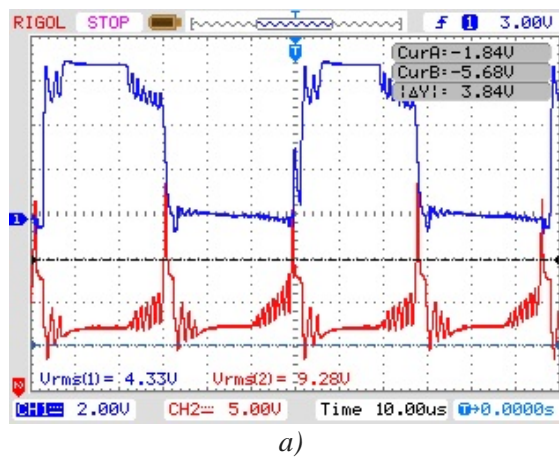
Фиг. 4. Експериментални характеристики:
а) $I_L=f(R_L)$; б) $t_p=f(R_L)$

Схемата на опитната постановка за експериментално изследване на разработеното устройство е представена на фиг. 3. Тя се състои от разработеното устройство за управление на подгревните свещи (УУПС), регулируем стабилизирани токоизправител (РСТ), амперметър, измерващ консумираният ток на устройството по време на управление и електронен осцилоскоп.

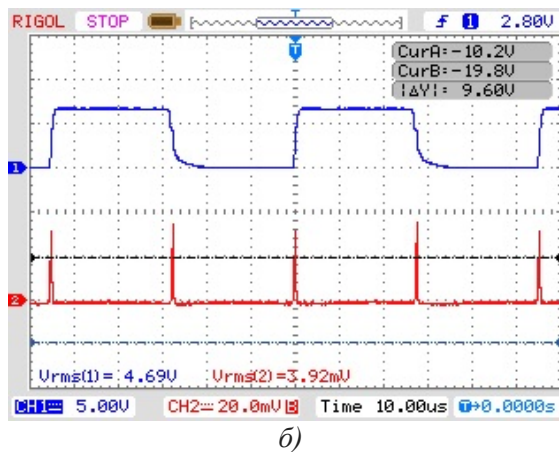
Проведени са експериментални изследвания на тока през товара от захранващото напрежение на стабилизирания токоизправител.

При увеличаване на съпротивлението на товара (фиг. 4), токът през устройството достига максимална стойност от $I_L=2,26\text{mA}$ при съпротивление на товара $R_L = 10\Omega$, а минималната стойност на тока от $I_L=0,35\text{mA}$ се получава при товар $R_L = 100\Omega$, което означава, че изходният ток при достигане на работен режим на подгревните свещи ще бъде около $I_L \approx 2\text{mA}$. Тъй като съпротивлението на подгревните свещи се изменя със 100Ω от $0,07\Omega$. Тези резултати експериментално

доказват токовата натовареност на устройството в целия обхват на работа от включване до загряване. По този начин се доказва и посочения избор на стойностите на електронните елементи.



а)



б)

Фиг. 5. Осцилограми в отделните контролни точки: а) U_{T2GS} , U_{TIDS} ;
б) U_{TIGS} , U_{TIDS}

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработеното устройство позволява динамично управление на подгревни свещи, като следи не само техният електрически и топлинен режим, но и параметрите на обекта и околната среда. То се отличава със следните функционални възможности:

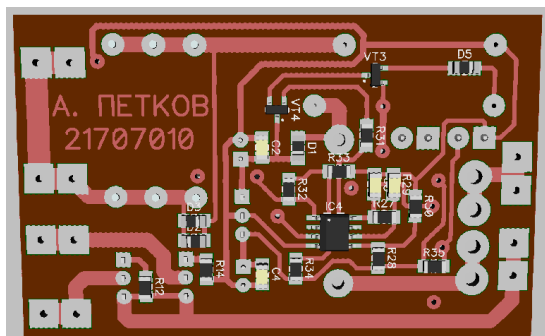
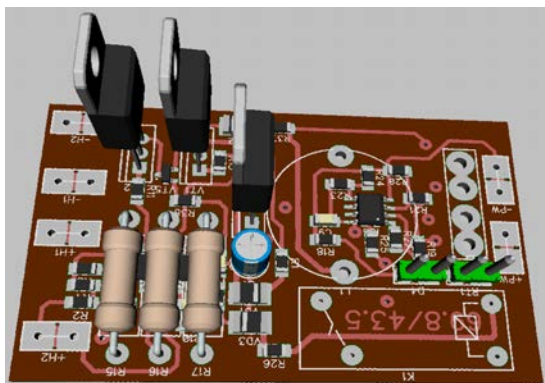
- Възможност за управление на две до четири подгревни свещи, поради динамичния характер на подаване на електрическата енергия.

- Универсалност от гледна точка на управляващата температура. Тя може да

бъде променяна в широки граници – от 20°C до 150°C, само чрез промяна на стойностите на два резистора R33 и R24, според изискванията на потребителя.

- Възможност за следене на напрежението на захранващия източник. Това е от изключително значение при акумулаторно или друг вид батерийно захранване.

- Компактни габарити (фиг. 6), което позволява вграждането на устройството в различен по тип автоматизирани системи и дори автомобилни системи.



Фиг. 6. 3D модел на разработеният модул за управление на подгревни свещи

- Реализирана е енергоспестяваща функция, чрез динамично широчинно-импулсно управление на товара (фиг. 4). Тази функция позволява запазване на енергията на източника за по-дълго време, разтоварване на електрическата инсталация на автомобила и подобряване на режима на работа на подгревните елементи.

Като недостатък може да се отбележи различието в захранващите терминали спрямо аналогични устройства, разработени от водещи компании. Тези различия се изразяват в осигуряване на изход с отворен дрейн, а не директен релеен изход. Но този недостатък се компенсира с възможността с обратна връзка по ток и защита от късо съединение.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Драганов, Н. Индуктивен сензор за оценка на дебелината и качеството на покритието на автомобилното купе. Научна конференция TechKo-Lovech, 20-21 Април, Ловеч, 2018, ISSN 2535-079X, стр. 123-129
- [2] Спасов Л., Н. Драганов. Интелигентно устройство за управление на температура в инкубаторна камера. Научна конференция TechKo-Lovech, 20-21 Април, Ловеч, 2018, ISSN 2535-079X, стр. 96-102
- [3] Драганов Н. Сензори. Принципи, устройство, технологии, характеристики параметри приложения. Трета част. Издателство ЕКС-ПРЕС Габрово, 2017, ISBN 978-954-490-550-7
- [4] Драганов, Н. Индуктивен сензор за оценка на дебелината и качеството на покритието на автомобилното купе. Научна конференция TechKo-Lovech, 20-21 Април, Ловеч, 2018, ISSN 2535-079X, стр. 123-129
- [5] Draganov, N. Experimental Digital Three-Phase Check Electrical Energy Meter Part 1. Proceedings of papers ICEST-14, Nish, Serbia, 25-27 Juny, 2014
- [6] Draganov N. Development and research of laboratory model of thermoelectrical generator. Journal of Mechanical and Electrical Engineering. ISSUE 10-11/2016, Year LXV, Sofia, ISSN 0025-455X, p-p. 34-41
- [7] Draganov, N. Galvanomagnetic sensor unit for electric current masurement. Proceedings of papers conference UNITECH-15, Vol. 1, 20-21. Nov. 2015, Gabrvo, pp. 260-264, ISSN 1313-230X
- [8] <https://bg.bosch-automotive.com/bg/>
- [9] <http://www.ti.com/>

БИОМЕТРИЧНИ СИСТЕМИ ЗА ИДЕНТИФИКАЦИЯ. ПРИМЕР ЗА ЕЛЕКТРОННА БИОМЕТРИЧНА ЗАЩИТА С SMS ОПОВЕСТЯВАНЕ

BIOMETRIC IDENTIFICATION SYSTEMS. EXAMPLE OF ELECTRONIC BIOMETRIC PROTECTION SYSTEM WITH SMS NOTIFICATION

Nikola Draganov

Technical University of Gabrovo

Yanislav Yankov

Technical University of Gabrovo

Abstract

Access protection in some applications is extremely important. One of the safest protections is through the use of biometric indicators. Various methods for recognizing biometric parameters are known. They provide different levels of accessibility and security.

The article describes some of the most commonly used methods for biometric parameterization. An example device is proposed, which allows fingerprint recognition and notification for access via SMS to a pre-set subscriber number.

Keywords: biometric protection; biometric sensors; security system; biometric controllers.

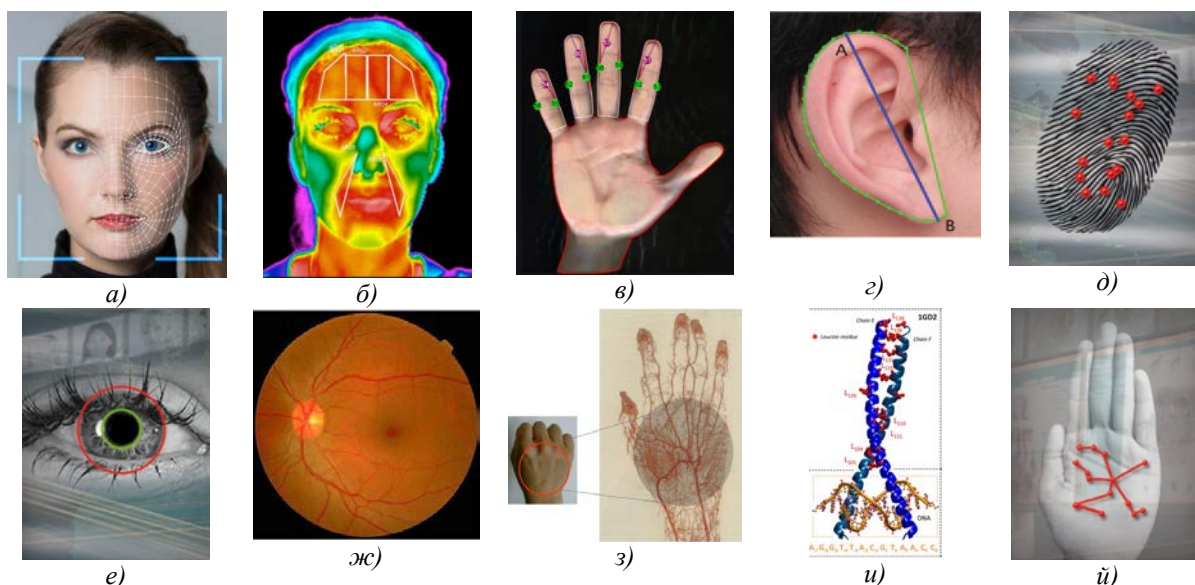
ВЪВЕДЕНИЕ

Биометрията се занимава с идентифициране на самоличността на даден индивид чрез детектиране на негови биометрични параметри. Съществуват различни биометрични технологии и системи за разпознаване. По-голямата част от биометрични технологии включват физиологични измервания, за които се счита, че са постоянни и неизменими през сравнително голям интервал от време.

Съществуват различни биометрични параметри, но всички те се разделят на две основни групи – физиологични (лицето, ретината и ирисът на окото, пръстов отпечатък, термография на лицето, геометрия на ушната мида, геометрия на дланта, разположение на кръвоносните съдове по дланта, ДНК, показани на фиг. 1) и поведенчески (походка, работа с клавиатура и мишка, работа с тъчпад и тъчскрийн, кимане с глава, мигане с очи, подпис, глас и др., показани на фиг. 2).

Последните се основават на получаване на данни от измервания, получени от действия. Така индиректно се измерват характеристиките на човешкото тяло. Измерваната поведенческа характеристика е обвързана с действия, като например, изговорена или написана поредица от думи, изминато разстояние, жест, кимане, които траят определено време. Затова трябва да се има предвид, че физиологичните и поведенческите параметри имат различна производителност и поверителност. Често между двата вида биометрични данни възниква разлика, тъй като в повечето случаи поведенческата биометрия е базирана от части на физиологията. Например, формата на гласните струни оказва въздействие при гласово сканиране или сръчността на ръцете и пръстите, при сканиране на подписа.

Естествено, за осъществяване биометричното разпознаване са необходими подходящите апаратни и софтуерни ре-



Фиг. 1. Физиологични биометрични параметри: а – лицево разпознаване; б – лицева термография; в – геометрия на длан; г – геометрия на ушна мида; д – пръстов отпечатък; е – ирисово разпознаване; ж – ретинално разпознаване; з – разпознаване на кръвоносни съдове; и – ДНК разпознаване

сурси. Добре познати и подробно са описани в [1] различни видове сензори и сензорни технологии, позволяващи преобразуването на споменатите биометрични параметри в електрически сигнали с определени характеристики – амплитуда, честота, време на продължение, електрически ток и др.

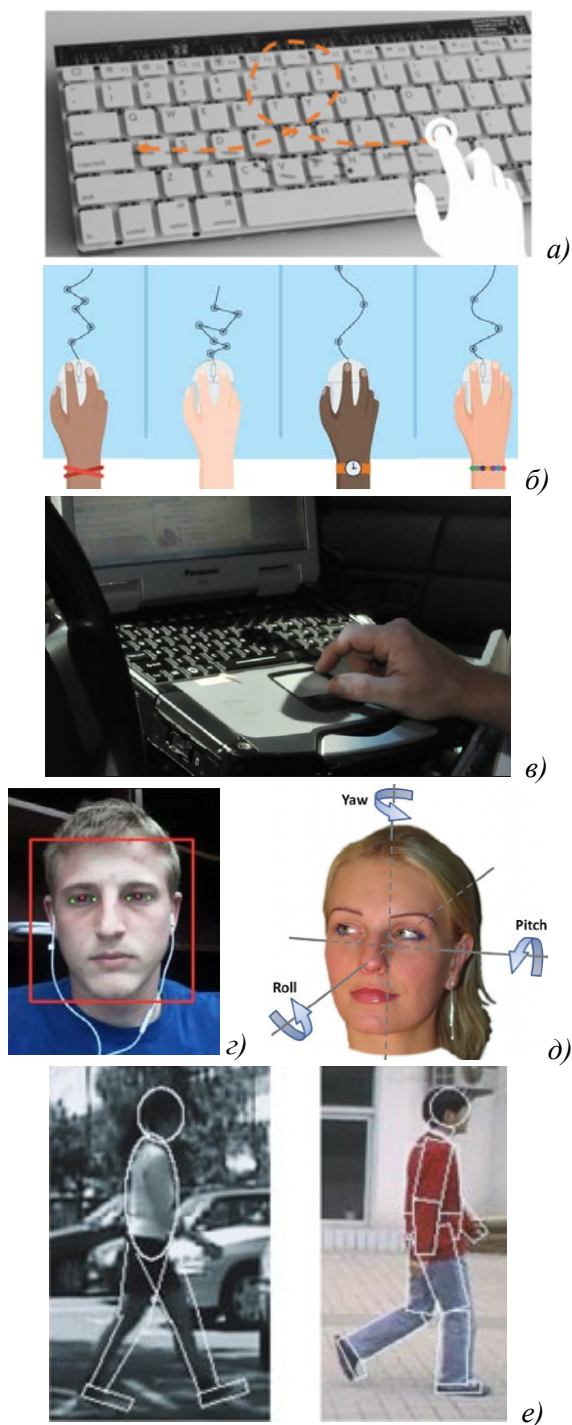
Разбира се самото преобразуване на детектирания биометричен параметър и получения, от съответния сензорен преобразувател, електрически сигнал не е достатъчно за да се направи анализ и дори идентификация на изследвания обект. Мощен дял в биометричната параметризация заемат съвременните микроконтролери и съпътстващите ги софтуерни приложения и интелигентни алгоритми [2, 8]. Развитието на микроелектрониката позволи да се разработят специализирани микроконтролери [6], предназначени конкретно за работа с биометрични системи [10, 11]. Все по –популярни стават развойните микропроцесорни системи, на водещи фирми производители на микроконтролери [9]. Те позволяват не само обучение на млади специалисти [7], но и гъвкаво проектиране на електронни микропроцесорни системи [8] за охрана

и контрол на достъпа чрез биометрия с безжична комуникация с регистриращ блок [11].

Целта на настоящата статия е да направи един обзор на основните биометрични параметри и да представи на кратко една примерна практическа разработка на електронно устройство, разработено на базата на микроконтролер на фирмата Microchip, сензорен модул за пръстов отпечатък, GSM комуникатор и управляващ модул, което позволява разпознаване на биометричен показател и оповестяване на оператор чрез SMS съобщение.

БИОМЕТРИЧНИ СИСТЕМИ ЗА ИДЕНТИФИКАЦИЯ

Най-стария и най-популярен за изследване е пръстовия отпечатък, като биометричен показател, фиг.1д. Идентифицирането му още е известно като дактилоскопия. Това е метод за идентификация (опознаване) на човека само по отпечатъците от пръстите, основан на уникалната за всеки човек рисунка на повърхността на кожата [3, 5].



Фиг. 2. Поведенчески биометрични показатели: работа с клавиатура (а), мишка (б), тъчпад (в), мигане (г), кимане с глава (д), походка (е)

Днес тази технология се прилага в различни електронни устройства като лаптопи, мобилни телефони, лични електронни асистенти и др.. Принципът на сканиране при конвенционалните сензори за пръстови отпечатъци се базира на

докосване или преместване на пръст върху повърхност с чувствителен елемент. Най-популярните сензорни технологии в тази насока са заснемане на отпечатъка чрез отражение (*RTFI – Reflection-Based Touchless Finger Imaging*) и чрез осветяване (*TTFI – Transmission-Based Touchless Finger Imaging*) [4, 12].

Лицевото разпознаване е също стар метод за идентифициране, фиг.1а. Разпознаването на лица е компютърно приложение, което автоматично идентифицира или проверява човек с помощта на цифрово изображение или кадър от видео източник. Основното предимство на тази технология е надеждно измерване и съпоставяне на информацията без взаимодействие, а дори в някои случаи без знание, от страна на изследвания. Като недостатък на метода може да се отбележи промяната на лицето с времето. Промените могат да са дългосрочни и краткосрочни. Първите се отнасят до стареене, поява на бръчки или/и други белези, които трайно променят лицето. Вторите са свързани с отслабване или напълняване на човек, което предизвиква промяна в лицевия вид. И в двата случая е необходимо периодично заснемане и записване на образ за идентификация. Разновидност на лицевото разпознаване е сканиране на геометрията на ушната мида (фиг. 1г) и изображението на линиите от вътрешната част на дланта (фиг.1й).

При по-ниска осветеност лицевото разпознаване се заменя с лицева термография, фиг.1б. В този случай се извършва сканиране на топлинния поток, излъчван от лицето. Проблем при този метод е влиянието му както от температурата на околната среда, така и от психофизиологичното състояние на човека. Тези фактори допринасят за промяна на термографския образ и грешка при опит за регистрация на образа.

Изследването на молекулата на ДНК (фиг.1и) е с най-голяма повторяемост и дава най-висока степен на идентификация. За целта се използва генетичен ма-

териал от изследвания човек – коса, част от кожа или др. Обаче, този тип изследване е много бавен и поради това се използва само за удостоверяване на самоличност. Приложението е по-използвано в криминалистиката от колкото в системите за достъп.

Сканирането на геометрията на ръцете (фиг.1в) е бил модерен метод в системите за достъп, използван дълго време преди 2010г. Той се основава на факта, че всеки човек притежава уникална структура на ръцете. Но, основен проблем и при този метод е краткотрайността на записания модел, поради промяната на антропологията на ръцете с възрастта на човек и ограниченото му приложение при нараняване или други трайни травми.

Ирисът е тънка кръгла диафрагма, която се намира между роговицата и лещата на човешкото око. Той е най-еластичната пигментирана съединителна тъкан, която заобикаля зеницата на окото и е уникален за всеки човек, притежава различен модел за лявото и дясното око. Повърхността на ириса е разделена на два набора от данни: папиларни зони и цилиарна зона. Информацията от тези зони се използва за създаване на идентификационния модел. При удостоверяване, биометричната система търси специфичните му цветни модели. Този метод е неприложим при наличие на контактни лещи, психическа и физическа умора и болестно състояние, поради възникване на разлики между модела и сканирания образ за идентификация. Въпреки това разпознаването на ириса е най-надеждният вид биометрична идентификация (фиг.1е).

За да се получат изображения на ретината (фиг.1ж), се използва инфрачервена камера за улавяне на уникалните вени, разположени в задната част на окото. Неудобство е, че този подход изисква сложен и скъп специализиран хардуер, което прави това решение да бъде ограничено до приложения с много високи изисквания за сигурност. От по-

ложителна страна, за разлика от лицевата, ирисната и отпечатъчната биометрия, моделите на ретината са много трудни за подправяне.

Сканирането на съдов модел (фиг. 1з) е метод, който позволява заснемане на подкожните кръвоносни съдове, разположени от горната страна на дланта. Сканирането се извършва чрез заснемане на отразения образ от дланта при осветяването и с инфрачервена светлина. Поради наличието на хемоглобин в кръвта, вените изглеждат като тъмни области и са ясно различими.

Поведенческата биометрия обикновено измерва поведението на потребителя във времето. Този биометричен тип обикновено не изисква изрично подчинение на потребителя за извършване на сканирането. От друга страна, поведенческата биометрия има слаба уникалност и постоянство, в сравнение с физическата. Точността при удостоверяване е доста по-ниска и е по-подходяща повече за проверка.

Разпознаването на походката (фиг.2г) е метод за идентификация, който се прилага без физически контакт и придобива данни за продължително време с ниска разрешаваща способност. В този метод се анализират повече моделите за движение. Изображенията се записват, докато отделните лица се разхождат в равнина, нормална за изгледа на камерата повърхност. Системите от този тип си влияят от външни фактори, като например обувките, дрехите или други аксесоари, характерни за физическото поведение.

Гласът поведенчески биометричен параметър, който се използва за биометрично разпознаване. Той е с уникални характеристики за всеки човек. Отнема доста време за да се анализират гласовите данни и да се идентифицира дадения потребител. В биометрията гласът се представя като числов модел на звука. Например, типично преобразуване на гласа е в ред на Фурие, заедно с допълнителна информация за тон, каданс или

форма на ларинкса, може да се изгради богат на данни модел за идентификация. Сред поведенческите биометрични системи разпознаването на гласа е най-точният метод. Въпреки това, гласът може да бъде променен от различни фактори, като болест, емоционално или психическо състояние или дори с възрастта, което води до неточни резултати.

Натискането на клавиш на компютърна клавиатура е част от поведението на човека, което означава, че различните хора имат различни техники за натискане на клавиши (фиг.2а). Проверката може да се извърши в статичен (преписване на непознат текст) или в динамичен (писане на свой текст) режим. Характеристиките обикновено се определят от времето между последователните натискания на клавиши, закъснението между ходовете, продължителността на времето между натисканията на клавишите, времето на задържане на клавиш, общата скорост на въвеждане, честотата на грешките (използване на Backspace), използването на цифровия панел и т.н. За широко мащабно приложение тези характеристики не са уникални сред твърде многото потребители.

Поведенчески модел може да се изгради и с помощта на работа на потребителя с компютърната мишка. Извлечените от мишката функции са лесни за работа, без знанието на потребителя. Функциите на мишката включват общи движения, влачене и пускане, неподвижност, действия с точки и щракване (единични или двойни). При използване на лаптоп с тъчпад или таблет, тактилните сензори помагат да се извличат параметрите за модела, фиг. 2б, в.

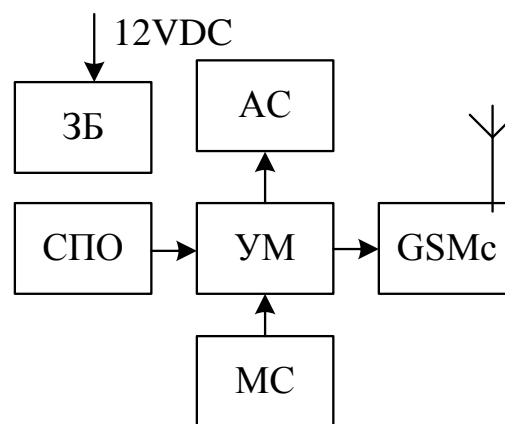
Анализът на подписа също е биометричен метод за удостоверяване. При него потребителят се подписва със специален писец върху сензорен екран. Параметрите, които се изчисляват за удостоверяването, са формата на подписа, времето, необходимо за извършването му, реда на хода, натискът и наклона на писеца. С изчисляването на тези параметри систе-

мата предоставя уникален метод за удостоверяване на самоличността.

Интерес в последните години представляват изследванията на жестове като кимане с глава, мигане с очи и др., които успешно се използват за управление на различни компютърни и мобилни приложения. Тенденция е тези жестонимични модели да се използва и за идентифициране на лица, въпреки, че те също са атакуеми от гледна точка на слабата повтораемост и изменение в поведението на човек при разстроено психофизиологично състояние и с възрастта.

БИОМЕТРИЧНА ЗАЩИТА С SMS ОПОВЕСТЯВАНЕ

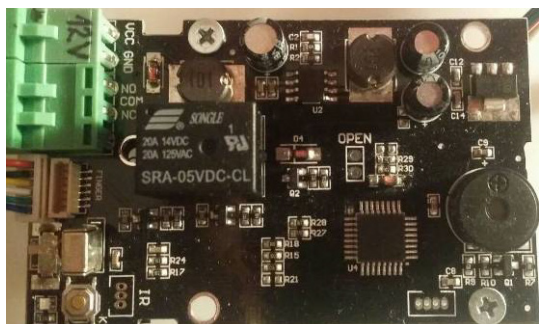
Блоковата схема на разработеното устройство е показана на фиг. 2. Тя се състои от управляващ модул (УМ), който получава сигнали от магнитен сензор (МС) и сензора за пръстов отпечатък (СПО). В случая МС се поставя на охраняван обект (врата). По желание този сензор може да се замени с друг, подходящ за конкретното приложение (инфракчервен, ултразвуков, акустичен и т.н.).



Фиг. 3. Блокова схема на устройството

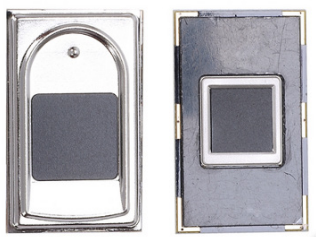
След задействане на сензора УМ чака информация за биометрична идентификация от СПО. Ако не бъде направена такава УМ подава сигнал към алармената система (АС) и в същото време към модула за комуникация GSMc. Последният изпраща SMS със съобщение за неправомерен достъп до охранявания обект. Ако след задействане на МС се

постави пръст, чийто пръстов отпечатък е предварително сканиран и записан, УМ изпраща чрез GSM съобщение за правомерен достъп. За правилната работа на устройството се грижи захранващия блок ЗБ, осигуряващ необходимото захранване на всички модули.



Фиг. 4. Модул SISIO2343

УМ е специално разработен за обработка на информация от скенер за пръстови отпечатъци. Той е от типа SISIO2343, фиг. 4. Представява микропроцесорен модул, разработен специално за развойни приложения. Модулът позволява запомняне на над 300 модела на пръстови отпечатъци, като комуникира с периферните модули (СПО и GSM) чрез USART интерфейс.



Фиг. 5. Модул за сканиране на пръстови отпечатъци GE4056

Към специално предназначения конектор на SISIO2343 се включва скенера за пръстови отпечатъци. Последният е от типа GE4056 (фиг. 5), също специално разработен за развойна работа по проектиране на биометрични системи. Сензорът, който е използван е от кондензаторен тип с висока разрешаваща способност.



Фиг. 6. GSM комуникатор

Обработката на пръстови отпечатъци с тази система включва две части: въвеждане и запис на пръстов отпечатък и сравняване на пръстовите отпечатъци. Съвпадението при сравняване може да бъде 1:1 или 1:N. При записване на отпечатък е необходимо той да се въведе два пъти. Системата ще обработи двете изображения и ще генерира шаблон (модел) на пръста. Резултатите от обработката се съхраняват в шаблона. При съвпадение след сканиране, получения шаблон на пръста се сравнява с шаблоните на пръсти, запазени в библиотеката. При съвпадение 1:1 системата ще сравни живия пръст с конкретен шаблон, генериран в модула. При съвпадение 1:N, системата ще претърси цялата библиотека за съответстващия пръст. И при двата случая система ще даде сигнал, за съвпадение или за грешка.

GSM комуникаторът е разработка на българска фирма, фиг.6. Той е изработен на базата на микроконтролер на фирмата Microchip, тип PIC18F2520. Комуникаторът е снабден със SIM карта, в която са записани номерата на които трябва да се подаде съобщението при възникване на събитие.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Биометрията намира приложение не само в системите за ограничен достъп и криминалистиката, в които се използва конкретен тип биометричен модел или комбинация от няколко такива, но и дава успешна възможност за пълно биометрично параметризиране и изграждане на

психологически профили на множество потребители, в отделни общности (фирми, предприятия, университети, транспортни гари, затвори и др.). Получените модели могат да се използват за непрекъснато идентифициране, психологическо анализиране и диагностициране на поведението на служители, работници и др., като това спомага за превантивно ограничаване на злополуки, наранявания в процеса на работа, агресивни въздействия, психологични състояния на работното място и дори терористични намерения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Драганов, Н. Сензори. Принципи, устройство, технологии, характеристики параметри приложения. Монография. Издателство ЕКС-ПРЕС, Габрово, под печат.
- [2] Ранковска, В. Отворени апаратни платформи, базирани на микроконтролери. Сборник доклади на Международна научна конференция Унитех 2017 – том I, Габрово: УИ „Васил Априлов”, 2017, стр. I-244 – I-249. ISSN: 1313-230X
- [3] Kisku, D. R. Advances in Biometrics for Secure Human Authentication and Recognition. CRC Press, UK, 2020, ISBN-13: 978-1466582422
- [4] Petkovich, J. Ch. A Fingerprint Identification System, November 2011
- [5] Ratha, K.Nalini, V. Govindaraju. Advances in Biometrics. Sensors, Algorithms and Systems. Springer, London, ISBN: 978-1-84628-920-0
- [6] Rankovska, V. A Case-Study Approach in Microcontroller Education. ICEST 2014 Conference Proceedings, vol. 2, Nish, Serbia, ISBN: 978-86-6125-109-2. pp.299-302.
- [7] Rankovska, V. On Cloud Computing in Engineering Education. ICEST 2015 Conference Proceedings. Sofia, Bulgaria. ISBN: 978-619-167-182-3. pp. 325-328.
- [8] Rankovska, V. Using Wireless Interfaces in a Smart Home Model. ICEST 2016 Conference Proceedings, Ohrid, Macedonia. ISBN-10 9989-786-78-X, ISBN-13 978-9989-786-78-5, EAN 9789989786785. pp. 325-328.
- [9] Rankovska, V., S. Rankovski. A Short Survey on Wireless Interfaces in Embedded Systems. ICEST 2017 Conference Proceedings, Nish, Serbia, 2017, pp. 443-446. ISSN: 2603-3259
- [10] Rankovska, V., S. Rankovski. Multifunctional Demo Module for Microprocessor Development Systems for Educational Purposes. Proc. XXVII International Scientific Conference Electronics - ET2018, September 13 - 15, 2018, Sozopol, Bulgaria, pp. 55-58. ISBN: 978-1-5386-6691-3. IEEE Catalog Number CFP18H39-CDR
- [11] Rankovska, V., S. Rankovski. Microprocessor Development System Applying a Multifunctional Demonstration Board. ICEST 2019 Conference Proceedings, Ohrid, North Macedonia. 2019. pp. 414-417. ISSN: 2603-3259
- [12] Uludag, U. Secure Biometric Systems. Computer Science & Engineering, USA 2006.

НАПРАВЛЕНИЕ 2

**МАШИНОСТРОЕНЕ И
УРЕДОСТРОЕНЕ**

ТЕРМОЦИКЛИЧНО ОБРАБОТВАНЕ НА СТОМАНА C45

THERMOCYCLING TREATMENT OF STEEL C45

Ivan Ivanov^{1,2}¹University "Prof. D-r Asen Zlatarov" Burgas, Department of Manufacturing Engineering and Transport; ²ZANGADOR RESEARCH INSTITUTE

Todor Marinov

Todor Naydenov

University "Prof. D-r Asen Zlatarov" Burgas,
Bachelor student in specialty "Mechanical engineering and equipment"**Abstract**

The present study presents the results of an experimental study to obtain a sorbite structure in steel C45 by thermocycling. The study shows an increase in plasticity and impact strength of steel, while maintaining good strength characteristics.

Keywords: thermocycling treatment; sorbite; steel C45

ВЪВЕДЕНИЕ

Съществено подобряване на механичните характеристики на стоманите може да се постигне чрез издребняване на елементите, изграждащи структурата им. Това обикновено се получава чрез класическото термично обработване подобряване – закаляване и високо-температурно отвързване. Един от вариантите, който може да се приложи при подевтектоидните конструкционни стомани е термоциклично обработване за получаване на дребнозърнеста сорбитна или трооститна структура с подобрени якостни характеристики в цялото сечение на стоманата независимо от нейната прокалиемост. Методът позволява да се извършва нагряване в двуфазната ферито-аустенитна област от желязо-въглеродната диаграма, което при класическото термично обработване е недопустимо. Това дава възможност този вид термично обработване да се прилага върху едрогабаритни детайли, работещи при циклични и ударни натоварвания без да се нагря-

ват до високите температури над линия Ac1. Изборът на оптимален режим на термоциклично обработване се обуславя основно от стойността на най-чувствителната характеристика – ударната жилавост.

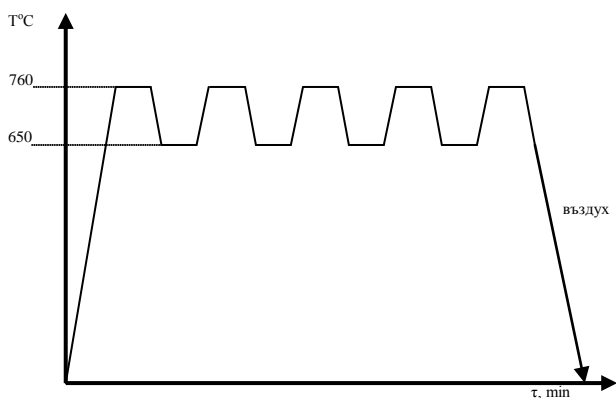
Целта на настоящото изследване е да се установи промяната на ударната жилавост на стомана C45 при различен брой цикли на термоциклично обработване.

ЕКСПЕРИМЕНТ

Експерименталните изследвания са проведени върху подевтектоидна стомана C45. Режимите на проведените термоциклични обработки са дадени в табл. 1. Микроструктурните изследвания са проведени на микроскоп Neophot 2, като образците са последователно шлифова-ни, полирани и разядени с 2%-ен разтвор на HNO₃. Изпитването на удар с чук на Charpy се извършва съгласно стандарт БДС EN ISO 148-1:2017.

№	Температура на нагриване, °С	Температура на охлаждане, °С	Брой цикли	Охлаждаща среда	Температура на откряване, °С
1	760	650	2	въздух	-
2	760	650	3	въздух	-
3	760	650	4	въздух	-
4	760	650	5	въздух	-
5	830	-	0	вода	450

Табл. 1. Режим на термоциклично и термично обработване на стомана С45



Фигура 1. Циклограма на термоциклично обработване на стомана С45

РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗ

Поставената цел на експерименталното изследване за получаване на сорбитна структура в стомана С45 при термоциклично обработване се постига чрез активно вмешателство в процеса на разпадане на аустенита в перлит съгласно фиг. 1. Нагриването на стоманата се извършва до двуфазната ферито-аустенитна област, при което фазовите промени протичат само в бившите перлитни колонии, като феритът остава непревърнат до аустенит, поради неговата стабилност при тази температура. Насищането на новите аустенитни зърна с въглерод се извършва по дифузионен път до 0,8%С,

каквото е съдържанието на перлитните колонии. Фазовите промени, които настъпват, предизвикват поява на микропластични деформации, поради разликите в обемите и различните фази, които увеличават плътността на дислокациите, а това уякчава материала [1,2]. Появата на термичен фазов наклеп облекчава протичането на фазовата прекристализация, с формирането на множество микрообемни енергетично изгодни за зараждане на новата фаза.

Според [6] формирането на новите аустенитни зърна може да се извърши както по дифузионен, таки и по бездифузионен механизъм. Независимо от това по кой начин се образуват, формирането на новата фаз при нагриване е динамичен процес, като увеличаването броя зародиши на аустенита способства за формирането на издребнен перлит при охлаждането и за намаляването на броя на циклите на термично обработване. След всеки цикъл на нагриване и охлаждане броят на възможните кристализационни центрове нараства, като с намаляването на времето на задържане при нагриване се постига намаляване на тяхната големина. Възпрепятстването на процесите на коагулация и коалиценция на аустенита позволява да се формира по дифузионен път дребозърнеста структура, като при 5 цикъла цементитът сфероидизира и продължаването на термичното обработване става излишно. Формирането на остатъчен аустенит, какъвто се наблюдава във високолегираните стомани при термоциклиране [3,5,6,7], не може да се наблюдава в настоящия случай, т.к. количеството на въглерода в стоманата е малко и липсват легиращи елементи.

Проведените изпитвания на ударна жилавост по метода на Шарпи показват, че с увеличаване на броя на циклите нараства ударната жилавост от 74 J/sm² при два цикъла до 128 J/sm² при 5 цикъла, като се наблюдава леко намаляване на якостта на опън.



Фиг. 2. Стомана С45 след термоциклично обработване, $\times 250$



Фиг. 3. Мартензито-трооститна структура след закаляване на стомана С45, $\times 250$

От гледна точка на температурните интервали и необходимостта от пълно прогриване на стоманата за извършване на термоциклирането може да се каже, че термичното обработване се извършва в пълния обем на детайлите, независимо от тяхната големина. Класическото термично обработване за сферодизация на цементита е свързано с процес на закаляване, което от своя страна поставя въпроса за прокаляемостта на стоманата. При термоциклиране този проблем не стои, поради протичането на фазовите промени в целия обем. По този начин формирането на зърнест перлит с различна дисперсност може да се осъществи без закаляване.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведеното експериментално изследване за термоциклично обработване на стомана С45 показва възможност за

подобряване на ударната жилавост в целия обем на материала, чрез формиране на сорбитна структура чрез последователно нагриване и охлаждане в температурен интервал около температурата на начало на фазови промени.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Биронт В., Крушенко Г., Влияние термической и термоциклической обработки на структуру и свойства мартенситно-стабилизирующей стали, *Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies* 3 (2008 1) 247-255
- [2] Чейлях А., Использование термоциклической обработки для регулирования метастабильности аустенита и повышение свойств сталей и чугунов, *Вісник приазовського державного технічного університету*, 2000, вып. 10, 88-93
- [3] Иващенко В., Чейлях А., Использование термоциклирования для обработки штампов, *Вісник приазовського державного технічного університету*, 2011, вып. 22, 108-112
- [4] Редькина Н., Разработка схем термоциклической обработки на примере сплава 44НХТЮ, *Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева*, 2013, № 5, 358-361
- [5] Малинен П., Казачков О., Термоциклическая обработка деталей гусеничных тракторов, *Труды лесоинженерного факультета ПетрГУ*, 1996, 51- 55
- [6] Федюкин В., Смагоринский М., Термоциклическая обработка металлов и деталей машин, Ленинград, изд. Машиностроение, 1989
- [7] Свеклин А., Горшкова Т., Хлыбов А., Термоциклическая обработка как метод повышения механических свойств инструментальных сталей, *Modern problems and ways of their solution I science, transport, production and education* 2014, <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/june-2014>
- [8] Гурьев А., Хараев Ю., Гурьева О., Лыгденов Б., Исследование процессов диффузии в стали при циклическом тепловом воздействии, *Современные проблемы науки и образования*, 2006, №3, стр. 65-66

**РАЗРАБОТВАНЕ НА СТЕНД ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЗЪБНИ
ВАРИАТОРИ С АСИМЕТРИЧЕН ПРОФИЛ НА ЗЪБИТЕ****DEVELOPMENT OF A STAND FOR STUDY OF GEAR VARIATORS
WITH ASYMMETRICAL TOOTH PROFILE****Ivan Georgiev***Technical college of Lovech
Lovech, Bulgaria***Abstract**

A relatively large number of drives can be performed with gear variators. For the constructed block-module system it can be considered that the connection of the modules in series is possible only with typing of the connection and observance of the condition for the values of the torques $M_{in1} > M_{out2}$.

Keywords: gear variators, stand, asymmetrical profile

ВЪВЕДЕНИЕ

Вариаторите [1] се класифицират в зависимост от типа на предавката, която извършва плавното изменение на предавателното отношение и по този показател те биват електрически, хидрообемни, хидродинамични, вариаторни и комбинирани. Със зъбните вариатори може да се извършват сравнително голям брой задвижвания. За изградената блок – модулна система може да бъде отчетено, че свързването последователно на модулите е възможно само при типизиране на присъединителните размери и спазване на условието за стойностите на въртящите моменти $M_{изх2} > M_{вх1}$.

Безстепенното регулиране на честотата на въртене позволява да се изменя скоростният режим без спиране на работната машина.

Целта на настоящият доклад е да се разработи стенд за изследване на зъбни вариатори с асиметричен профил на зъбите.

За реализиране на поставената цел в настоящият доклад, са поставени следните задачи:

- Изработване на стенд за експериментално определяне на въртящият момент на зъбен вариатор с асиметричен [2] профил на зъбите $\alpha=30/20^\circ$.

- Извеждане на основните математически зависимости за аналитично пресмятане на получените стойности.

ИЗЛОЖЕНИЕ

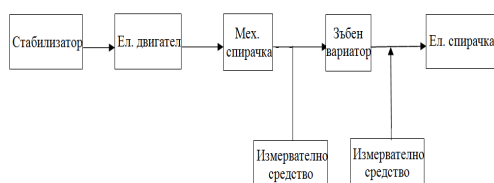
Преди започване на измерване е необходимо предварително да се знае точността, с която то трябва да бъде проведено. Указание за това, от една страна, е видът на измерването, а от друга важността на измерването. В противен случай изводите, които ще се направят след измерването, не са точни, а понякога и противоречиви.

Когато изискванията, които се поставят при дадено измерване, са известни, уредите които трябва да се изберат с оглед на обективните условия, при които ще се извърши измерването.

Трябва да бъде отбелязано, че точността на получените резултати при измерването зависи не само от качеството

на измервателният уред но и от това в коя част на измервателната скала на уреда става отчитането.

Имайки предвид изследваните зъбни вариатори експерименталните изследвания могат да бъдат реализирани по следната блок схема от отворен тип показана на фиг. 1.



Фиг. 1. Принципна блок схема на изработеният стенд

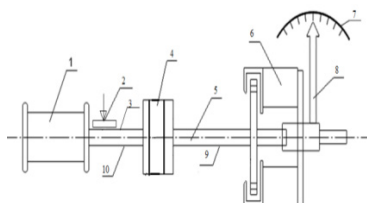
Блок схемата показана на фиг. 1 е универсална, защото тя е подходяща за изследване на различни типове вариатори, при използването на едни и същи измервателни уреди, също така блок схемата е с ниска себестойност.

Следвайки блок схемата от фиг. 1. натоварването на зъбните вариатори се осъществява посредством механична спиратка и електромеханична спиратка, а измерването на честотата на въртене се извършва посредством дигитален тахометър.

Определят се параметрите на електродвигателя:

$$n_{дв} = n_1 (rpm), N_{дв} (kW) \quad (1)$$

На фиг. 2 е дадена схемата на опитната постановка по която са извършени експерименталните измервания.



Фиг.2. Схема на опитната постановка

Където 1 – електродвигател, 2 – механична спиратка, 3 – измервателна точка за входящите обороти на вариатора, 4 – зъбен вариатор, 5 – изходящ вал на вариатора,

6 – електромеханична спиратка, 7 – скала на спиратката, 8 – стрелка на скалата, 9 – точка за контрол на изходящите обороти на вариатора, 10 – входящ вал на вариатора.

Съпротивителния момент на спиратката зависи от скоростта на въртене и се регулира чрез изменение на възбудителния ток на спиратните електромагнити [3,4].

На рамото на механичната спиратка се поставят различни калибрирани тежести, за да може да бъде измерен входящият въртящ момент, той се пресмята по следната формула:

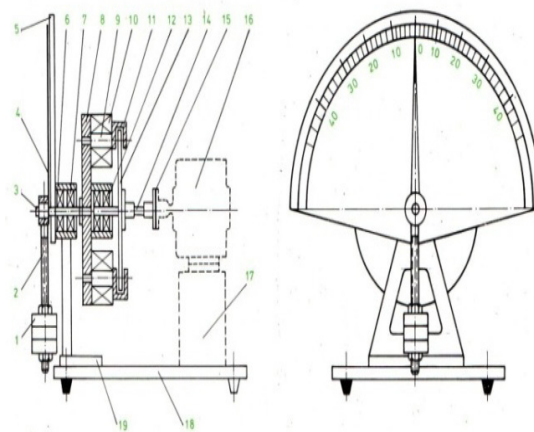
$$M_{вх1} = 9550 \frac{N}{n} N.m \quad (2)$$

Където:

N – мощност на електродвигателя [kW];

n – честота на въртене [min^{-1}].

На фиг. 3. е показана конструкцията на електромагнитна спиратка.



Фиг. 3. Електромагнитна индукционна спиратка като натоварващо устройство на зъбен вариатор с асиметричен профил на зъбите

Регулирането на тока на електромагнитната спиратка става най-често с потенциометър. Спиратката има две основни части: индуктор и ротор. Индукторът възбужда магнитно поле, в което се върти дискът на спиратката, задвижван от изпитвания зъбен вариатор.

Индукторът се състои от носещ диск 8 и 6 или 8 полюса, закрепени към него. Носещият диск е набит на вала на индуктора 3, който е лагеруван в лагерните гнезда 7, поставени в главината 6. Главината е закрепена за стойка 19, закрепена към основата 18. Всеки електромагнитен полюс се състои от сърцевина 9, намотка 10 и полюсен крайник 11. Намотките на полюсите са свързани последователно и по този начин се образува възбудителната намотка на електромагнитната спирачка. Изводите на възбудителната намотка са свързани към букси посредством гъвкави проводници. Полюсните намотки се свързват помежду си така, че полюсите да се получат с редуващ се поляритет. Роторът 13 на спирачката представлява стоманен, меден или алуминиев диск, набит на вала на ротора 14, който може да се върти свободно в лагерите 12. Към предната част на вала на индуктора 3 са закрепени стрелката 4 и махало, състоящо се от стебло 2 и противотежест 1. Стрелката е разположена пред неподвижната скала 5. Системата, образувана от индуктора, махалото и стрелката, закрепени към вала на индуктора 3 не са твърдо закрепени, а могат да се движат около равновесното си положение [5].

Изпитваният вариатор 16 е закрепен на стойка 17 чрез еластичен съединител 15 и е съединен с вала на ротора на електромагнитната спирачка. При някои конструкции дискът на спирачката няма собствен вал, а се поставя непосредствено на вала на изпитвания зъбен вариатор.

Спираният момент, който се създава от вихровите токове, се предава на основата, като завърта основата до тогава докато моментът създаден от тежестта и рамото се уравни с момента предаден от съединителя. По ъгъла на отклонение на рамото може да се съди за предадения момент.

Въртящият момент на изхода на зъбния вариатор се пресмята по следната формула:

$$M_{изх2} = G \cdot l \text{ [N.m]} \quad (3)$$

където:

G – силата, отчетена от теглилката;

l – рамото на електромеханичната спирачка.

Коефициентът на полезно действие се пресмята по следната формула:

$$\eta = \frac{M_{изх2}}{M_{вх1}} \cdot 100\% \quad (4)$$

На фиг. 4 е показан разработеният стенд за изпитване на зъбен вариатор.



фиг. 4. Изглед на разработеният стенд за изпитване на зъбен вариатор

За свързване между отделните звена на стенда са използвани еластични съединители.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработена е принципна блок схема на стенда за изследване на зъбен вариатор.

Изработен е стенд за изследване и определяне на въртящият момент на зъбен вариатор.

Стенда е изработен от три главни модула, които включват:

- Двигател
- Зъбен вариатор;
- Спирачки – механична и електромеханична.

Дадени са основните математически зависимости, предназначени за аналитично пресмятане на получените стойности от измервания.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Симеонов С., Г Цветанов, М. Ненчева Малкомодулните зъбни предавки с асиметричен профил на зъбите като устройства в мехатрониката, Unitech'08 Габрово, сб. доклади, том II, 21–22.11.2008, ISSN 1313-230X.
- [2] Цветанов, Г. Изследване на малкомодулни зъбни предавки с асиметричен профил. Реферат на Дисертация за получаване на образователна и научна степен: доктор, Габрово 2004.
- [3] Дочев М., Разработка на интердисциплинарни учебно-тренировъчни стендове по електромеханични устройства МНТК „АДП 2018“, сп. Машиностроене, Научни известия, година XXVI, брой 3/224, юни 2018, ISSN -1310-3946, стр.224-226.
- [4] Дочев М., Кочевски В. Хибриден електромагнитен съединител - спирачка Сборник с научни трудове “Тенденции в развитието на индустриалните системи и технологии”, ЮУ-Благоевград, 2011, стр.126-129, ISSN 1314-0183. 2011.
- [5] Дочев М., Кочевски В., Тонкова Св. Й. Изследване на задвижващ мехатрон за промишлени шевни машини Сборник с научни трудове “Тенденции в развитието на индустриалните системи и технологии, ЮУ-Благоевград, 2011, стр.120-125, ISSN 1314-0183.

ИЗБОР НА РАЦИОНАЛЕН МЕТОД ЗА ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА МАШИНИ ДETAЙЛИ

CHOOSING A RATIONAL METHOD FOR RECOVERING MACHINE PARTS

Stefan Vasilev Stoychev
TK-Lovech

Abstract

When choosing a rational method for restoration of worn parts, it is necessary to approach in a complex way, according to the specific features and structural characteristics of the parts to be restored. In order to obtain a certain restoration coating with pre-set parameters, it is possible to use different variants with an appropriate combination of their technological modes.

Keywords: worn parts, rational method for restoration, specific features and structural characteristics of the parts, combination of technological modes .

ВЪВЕДЕНИЕ

С развитието и усъвършенстването на техниката и технологиите, постигането на по-високи скорости, олекотяването и опростяването на конструкциите, подобряването на комфорта и надеждността, особено актуални стават и проблемите за възстановяване работоспособността на отделните части, възли и агрегати на машините.

Трайността на ремонтираното оборудване зависи до голяма степен от това как се възстановяват частите и как е организирана дейността. Използването на най-ефективни методи осигурява дълъг експлоатационен живот на частите, намалява консумацията на резервни части, материали, разходи за труд и др. При избор на рационален метод за възстановяване на износените детайли е необходимо да се подхожда комплексно, съобразно специфичните особености и структурните характеристики на детайлите, подлежащи на възстановяване. За получаването на определено възстановително покритие с предварително зададени параметри е възможно използването на раз-

лични варианти с подходящо съчетаване на технологичните им режими [3].

Целта е да се предложи комплексна методика за избор на рационален метод за възстановяване на машинни детайли

ИЗЛОЖЕНИЕ

За да се отстрани дефект, група или комплекс от сродни дефекти, се избира рационален метод за ремонт на части. Рационалният метод се избира с помощта на три критерия: технологичен (приложимост), технически (трайност) и технико-икономически (обобщаващ).

Технологичният критерий характеризира фундаменталната възможност за използване на няколко метода за възстановяване в съответствие със структурните и техническите характеристики на част или група части. Структурни и технически характеристики са: геометрична форма, размери, материал на детайла, вид повърхностна обработка, твърдост, грапавост на повърхността и точност на изработка на детайла, характер на натоварването, вид на триене и износване, стойности на износване, [2]. Методите за

възстановяване, подбрани според техно-логичния критерий, осигуряват възста-новяване на размера и формата на изно-сената част.

Техническият критерий оценява всеки избран метод от технологичния крите-рий от гледна точка на възстановяване (или подобряване) на свойствата на по-върхностите на детайла.

Избраният метод дава изчерпателна оценка на коефициента на дълговечност K_d (вземайки предвид коефициентите на износоустойчивостта $K_{изн.}$, издръжливостта $K_{изд.}$, сцеплението $K_{сц.}$ и реал-ната работоспособност на покритието на възстановената част K_k).

$$K_d = K_{изн.} \cdot K_{изд.} \cdot K_{сц.} \cdot K_k \quad (1)$$

Данни за $K_{изн.}$, $K_{изд.}$, $K_{сц.}$ са показани в таблица 1.

K_k - корекционен коефициент, който отчита действителната работоспособност на възстановената част в експлоатацион-ни условия, $K_k = 0,8 \dots 0,9$.

Избират се онези методи за възстано-вяване, за които коефициентът на дълго-вечност има най-високи стойности, $K_d \rightarrow \max$.

Таблица 1. Характеристики на методите за възстановяване

Оценяван показател	Ръчно наваряване		Механизирано наваряване			Електролити и покрития		Електромеханично възстановяване	Пластично деформиране	Електроконтактно наваряване с лента	Плазмена метализация
	Електродъгово	Газово	В среда на CO ₂	Под слой флюс	Вибродъгово	Хромиране	Железен слой				
Коефициенти											
Износоустойчи вост	0,7	0,7	1,15	0,91	0,85	1,67	0,95	1,10	1	1,3	1,3
Издръжливост	0,6	0,7	0,9	0,87	0,62	0,97	0,82	1	0,9	0,9	1,3
Сцепляемост	1	1	1	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9	0,5
Дебелина на покритието, [mm]	1,5..6	1..3	0,8..3	1,5..5	0,3..3	до 0,3	до 2	до 0,3	до номинала	0,1..1,5	0,3..15
Микротвърдост, [N/mm ²]	4.10 ^o	3.10 ^o	5.10 ^o	6.10 ^o	5.10 ^o	12.10 ^o	6,8.10 ^o	6,5.10 ^o	номинална	8.10 ^o	4.10 ^o
Себестойност на възстановяване то, лв./mm ² *	0,2	0,24	0,21	0,36	0,30	0,36	0,18	0,05	0,04	0,24	0,15

* Условен индикатор, използван за образователни цели.

Най-често използваните технически методи за възстановяване, доказали се в

практиката са: ръчно наваряване (електродъгово и газово), механизано нава-

ряване (под слой флюс, в среда на CO₂, вибродъгово), чрез електролити и покрития (хромиране и пожелезяване), електромеханично възстановяване, пластично деформиране, електроконтактно наваряване с лента, плазмена метализация.

Наред с гореизложеното е необходимо да се осигурят еднакви качества на детайлите работещи съвместно, а ресурсите на частите трябва да представляват поредица от числа, които са кратни на ресурса на машината. Ако първото условие не бъде изпълнено, по-твърдата част ще износва другата част като абразив поради висока твърдост. Спазването на второто условие може значително да намали броя на ремонтите на машините.

Технико-икономическият критерий K_m свързва разходите за възстановяване на детайла и продължителността на работа след отстраняването на дефекта [1].

$$K_m = \frac{C_e}{K_d}, \quad (2)$$

Където C_e е себестойността за възстановяване на 1 mm² износена повърхност.

Рационален е методът за възстановяване, който има минималната стойност на технико-икономическия критерий, $K_m \rightarrow \min$.

Окончателният избор на методи за възстановяване на износени повърхности на дадена част се прави при анализ на различни комбинации от методи. Анализът започва с минимален брой методи, а основният метод е този, който е оптимален за повърхност, при която повторемостта на дефекта е най-голяма.

Добър вариант е ако избраният метод е приложим по технологични и технически критерии за всички износени повърхности на детайла. Ако детайла не може да бъде възстановен по един метод, за различните износени повърхно-

сти се избират различни оптимални методи за възстановяване. Характеристики на методите за възстановяване са показани в таблица 1.

Анализът се извършва чрез определяне на минималната стойност на съотношението на разходите за възстановяване на детайла по оптимален начин за всяка от износените му повърхности и коефициента на издръжливост

$$\frac{C_{взмj}}{K_{dj}} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{взmi} \cdot S_i}{K_{dj}} \rightarrow \min \quad (3)$$

където $C_{взмj}$ - разходите за възстановяване на износени повърхности на част от j-та комбинация от методи, лв.;

$C_{взmi}$ - единична цена за възстановяване на i-тата възстановена повърхност лв./ mm²;

S_i е площта на i-тата възстановена повърхност, mm²;

K_{dj} - коефициентът на издръжливост на частта, възстановена чрез j-та комбинация от методи;

n е броят на износените повърхности (дефекти).

$$K_{dj} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i \cdot K_{dij}}{\sum K_i}, \quad (4)$$

където K_i е коефициентът на повторемост на i-тия дефект. За определяне на коефициентите на повторемост на дефектите е достатъчно да се анализират 50 ... 100 еднакви детайли.

$$K_i = \frac{M_i}{N} \quad (5)$$

където M_i е броят на детайли имащи i -ти дефект, N общият брой детайли.

K_{dij} - коефициентът на издръжливост на i -тата повърхност, възстановен по j -ти начин.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложена е методика за избор на рационален метод за възстановяване на машинни детайли включваща: технологичен критерии (приложимост), технически критерии (трайност) и технико-икономически критерии (обобщаващ).

Избор на метод за възстановяване на износени повърхности на даден детайл

се прави при анализ на различни комбинации от методи. Представени са подробни характеристики на методите за възстановяване.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Иванов, В., А. Савич, В. Ярошевич, Ремонт автомобилей, Минск, Высшая школа, 2014 г.

[2] Жилевска, М., М. Жилевски, Изследване надеждността на работа за клас фрезови машини, Сборник доклади от международна научна конференция „Унитех - Габрово”, т.3, 70-73, 2017, ISSN 1313-230X.

[3] Дочев М., Кочевска В., Определяне на икономически надеждности показатели при електродвигатели за ръчни електроинструменти, УНИТЕХ 05-Габрово, 2005 г., т. III, стр. 125-127.

АНАЛИЗ НА ТРУДОВИТЕ РАЗХОДИ ЗА РЕМОНТ И ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА ИЗНОСЕНИ ЧАСТИ

ANALYSIS OF LABOR COSTS REPAIR AND RESTORATION OF WORN PARTS

Stefan Vasilev Stoychev
TK-Lovech

Abstract

The analysis of the cost of repair and restoration expresses the technical part of choosing a rational way of restoring the details, while being able to consider the economic feasibility of one or the other method of recovery. Recovery methods are assessed in terms of the cost of repairing the parts.

Keywords: Recovery methods, cost of repair and restoration, economic feasibility

ВЪВЕДЕНИЕ

Трайността на ремонтираното оборудване зависи до голяма степен от това как се възстановяват частите и как е организирана дейността. Използването на най-ефективни методи осигурява дълъг експлоатационен живот на частите, намалява консумацията на резервни части, материали, разходи за труд и др. Освен използването на рационални начини за висококачествено възстановяване на части с най-нисък труд и средства, организацията на производството е от голямо значение, а именно централизирано възстановяване на части в специализирани цехове оборудване, устройства, инструменти.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Изборът на това как да се извърши възстановяването зависи от конструктивно-технологичните особености, условията на работа, размера на износването, очакваната трайност на ремонтираните части, и цената за възстановяване.

Конструктивно-технологичните особености на детайлите се определят от:

1) техните структурни характеристики - геометрична форма и размер, материали и термична обработка, повърхностна

твърдост, точност на производството и грапавост на повърхността;

2) естеството на сдвояването на детайлите в машинния възел;

3) условия на труд - естеството на натоварването, вида на триенето и износването през работния период.

Познавайки структурните характеристики на частите, условията на работа и експлоатационните свойства които гарантират методите на възстановяване позволява да се избере определен метод за възстановяване на отделен детайл. Този анализ позволява да се определи кои детайли могат да бъдат възстановени по различни методи и кой според структурните си характеристики се възстановяват само по един начин. Анализът изразява техническата част от избора на рационален начин за възстановяване на детайлите, без да се отчита икономическата целесъобразност на един или друг метод за възстановяване. Необходимо да се оценят методите за възстановяване, от гледна точка на разходите за възстановяване на частите.

Изборът на рационален начин за ремонт се решава чрез технико-икономически анализ обвързващ трайността (дълговечността) на възстановената част с цената на нейното възстановяване.

Себестойността на възстановения детайл отнесена към времето за работа след ремонта се явява основен критерии при оценката на целесъобразността за възстановяване на детайла и изборът на метод за възстановяване.

Възстановяването на машинната част е икономически ефективно, ако относителните разходи за възстановяване са пониски или равни на относителните разходи за изработване на нова част:

$$(1) \quad \frac{C_B}{T_B} \leq \frac{C_H}{T_H}$$

където C_B е цената за възстановяване на частта в лева;

C_H - цената за произвеждане на нова част, в лева;

T_B – средната продължителност на работа на възстановената част, h;

T_H - средна продължителност на работа на новата част, h.

Ако в горната формулата въведем фактор на дълголетие K , равен на отношението на средния живот на работа на възстановената част към средния живот на работа на новата част, формулата ще приеме формата:

$$(2) \quad C_B \leq K C_H$$

Ако $K = 1$, т.е. с еднаква дълготрайност на нови и възстановени части, рационалността на използването на някой от методите ще зависи само от цената на възстановяването.

Колкото факторът на дълголетие е по-малък от единица, толкова по-малка ще бъде стойността за възстановяване. Обратно при коефициенти на дълголетие, по-големи от единица, рационалния начини за възстановяване може да се окаже с висока цена. По този начин, трайността на части, възстановени по различни начини, обикновено може да бъде равна, по-малка или по-голяма от трайността на новите части. Всичко зависи от експлоатационните свойства използвания метод за възстановяване.

При определяне на ефективността на разходите на възстановяване бързо износващи се части, които работят, докато бъдат напълно износени, трябва да се вземат предвид разходите за разглобяване и сглобяване на монтажния блок:

$$(3) \quad C_B \leq K C_H + C_{PC} (K - 1)$$

където C_{PC} са разходите за демонтаж и монтаж на сборната единица с износен детайл, лева.

Ефективността на възстановяването на износената част на при избора на начин за възстановяване и оценка на осъществимостта на нейния ремонт се определя от връзката:

$$(3) \quad K_E = \frac{C_H K_B}{C_B} \text{ или}$$

$$(4) \quad K_E = \frac{C_H K + C_{PC} (K - 1)}{C_B}$$

Ефективността трябва да е равна или по-голяма от единица, т.е. $K_E \geq 1$.

При оценката на икономическата ефективност на ремонта на износена част следва да се вземе предвид, че възстановяването на частта може да бъде рентабилно, дори когато разходите за възстановяването ѝ са по-големи от разходите за създаване на нова такава част, например когато производството на нов детайл е свързано с дългия престой на машината, което причинява повече загуби от себестойността на частта.

За определяне на икономическата ефективност от възстановяването на частите в сравнение с тяхното производство се използва технологична себестойност. Технологична себестойност за възстановяване на детайла това са част от разходите за производство на един детайл. Технологичните разходи включват разходи, които варират в зависимост от метода на възстановяване, който е избран.

Ако възстановяването на детайла не изисква допълнителна инвестиция, раз-

ходите за възстановяване се сравняват със себестойността на детайла.

Технологичните разходи за възстановяване на частта, състояща се от разходите за материала и разходите за индивидуални операции по възстановяване, се формират от следната зависимост:

$$(5) \quad C_B = M + \sum_{i=1}^n C_{Bi},$$

където C_B - технологичната себестойност на един детайл, в лева;

M - цената на материала на възстановеният детайл, в лева;

C_{Bi} - цената на операциите по възстановяване, лева.

Цената на основните материали за възстановеният детайл M , в лева, се определя от формулата:

$$(6) \quad M = M_B + M_D$$

където :

M_B - цената на материала, изразходван за възстановяване, в лева;

M_D - цената на материала на износената част на във вид на метален скрап, лева.

За да се определи цената на основните материали при производството на нов детайл M_H , в лева, се използва следната формула:

$$(7) \quad M_H = M_3 - (M_O + M_D),$$

Където:

M_3 - цената на материала на заготовката, лева;

M_O - цената на отпадъците под формата на стружки, лева.

В технологичните разходи за възстановяване или производство на детайла, в допълнение към разходите за материал се включват следните други разходи:

$$(8) \quad \sum_{i=1}^n C_i = C_3 + C_E + C_A + C_{BM} + C_{II} + C_{II} + C_{AZ} + C_O$$

където:

C_i - цената за възстановяване или изготвяне на детайла, лева;

C_3 - заплати на основните работници изготвящи детайла, лева;

C_E - цената на използваната енергия, лева;

C_A - амортизационни отчисления за оборудване, лева;

C_{BM} - разходи за помощни материали, лева;

C_{II} - цената на използваните приспособления при производството на детайла, лева;

C_{II} - цената за работни инструменти, лева;

C_{AZ} - разходи за наем и поддръжка на работните помещения, лева;

C_O - разходите за ремонт на оборудването в периода на неговата експлоатация при възстановяването на детайла, лева.

Разходите за възстановяване на партида от детайли са равни на

$$(9) \quad C'_B = C_O N + C_n,$$

Където C'_B - разходите за възстановяване на партида детайли, лева;

C_O - променливи разходи на един детайл, лева;

N - брой детайли в партидата;

C_n - разходите за партида детайли, независещи от броя на детайлите в партидата, лева.

Следователно, разходите за възстановяване на един детайл C_E в лева е:

$$(10) \quad C_E = C_O + \frac{C_n}{N}$$

От уравнението следва, че разходите за възстановяване на един детайл са по-малки при по-голям размер на партидата.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Поради агресивността на външната среда и налагането на редица условия от пазарните отношения, организациите имат непрекъсната потребност от обезпечаване на висока производителност на труда и минимизиране на разходите с цел непрекъснато осигуряване на иконо-

мическа ефективност в производствените процеси [2].

Анализа на разходите за ремонт и възстановяване изразява техническата част от избора на рационален начин за възстановяване на детайлите, като има възможност да се отчита икономическата целесъобразност на един или друг метод за възстановяване. Оценяват се методите за възстановяване, от гледна точка на разходите за възстановяване на частите.

Изборът на рационален начин за ремонт се решава чрез технико-икономически анализ, обвързващ трайността (дълговечността) на възстановената част с цената на нейното възстановяване.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Эксплуатация, ремонт и монтаж технологического оборудования: методические указания и контрольные задания для студентов специальности 1-36 08 01, специализации 1-36 08 01 01 «Машины и аппараты легкой промышленности» заочной формы обучения. Министерство образования Республики Беларусь, Витебск, УО «ВГТУ», 2008г. Составитель: доц. Бувич А.Э., доц. Бувич Т.
- [2] Златева-Петкова, Цанка. Актуални аспекти в управлението на организациите. МНК „Интелигентна специализация на България”, София, 2014 г., стр. 691-699, ISBN 978-954-9432-61-9 (CD)

УПРАВЛЕНИЕ НА СИСТЕМА ЗА ОХЛАЖДАНЕ НА КЛАС МЕТАЛОРЕЖЕЩИ МАШИНИ С ЦПУ

CONTROL OF COOLING SYSTEM OF A CLASS OF MACHINE TOOLS WITH CNC

Madlena Zhilevska
Technical College Lovech

Abstract

This paper described the control of cooling system in a class of machine tools with CNC through developed ladder diagrams. This system is extremely important to ensure the high requirements for parts and tools such as accuracy, smoothness, reliability and long service life. The studies can be used in design, develop and practical implementations in such systems in the machine tools.

Keywords: machine tools; cooling system, ladder diagram.

ВЪВЕДЕНИЕ

В основата на всички електромеханични системи са електрозадвижванията, като те намират широко приложение в различни области на индустрията, транспорта, селското стопанство, металообработващите машини и роботиката [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Металорежещите машини се използват за механична обработка на детайли с различни геометрични форми и сложност. Те се характеризират с голямо разнообразие и могат да се класифицират по различни признаци [8]. Към тези машини се поставят високи изисквания по отношение на точността, бързодействието, производителността и други изисквания [9, 10].

Металорежещите машини са изградени от подавателни, главни и спомагателни задвижвания, които могат да се различават по конфигурация и структура в зависимост от класа машини [10].

Оптималния избор на подавателните и главни задвижвания се осъществява по методики като се дефинират на тежките режими на рязане, особеностите на

технологичния процес и обработвания материал [10, 11, 12].

Спомагателните системи, които изграждат металорежещите машини могат да бъдат различни, но охлаждащата система участва във всички класове автоматизирани машини с цифрово-програмно управление (ЦПУ). Тази система е с изключителна важност за осигуряване на високите изисквания към детайлите и инструментите като точност, гладкост, надеждност и дълъг експлоатационен живот [13].

Основните функции на системата за охлаждане са свързани с подаване на мажещо-охлаждаща течност към зоната на рязане и да се отведат стружките от работната зона [13].

За управление на спомагателните задвижвания и в частност охлаждащата система се използват ладер диаграми, които се въвеждат в програмируемия контролер на системата за ЦПУ. Елементите, които се използват при разработката на ладер диаграмите са дадени в [14].

В тази статия са формулирани основните изисквания към системата за

охлаждане в металорежещите машини. На тази база е представено управление на тази система на базата на разработени ладер диаграми, като са дефинирани входните, изходните сигнали и междинните условия. Изследванията могат да бъдат приложени при проектирането, разработването и практическото внедряване на охлаждащи системи в различни класове металорежещи машини с ЦПУ.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Основните възли и механизми, които изграждат система за охлаждане са: помпа, филтър, маслопроекти, разпределители и почистващи устройства за стружките, които са оформени като мрежи [13].

Изискванията към тази система може да се формулират по следния начин: автоматизирано управление, както и възможност за работа в ръчен режим.

Сумарният дебит на охлаждащата система се определя със следното уравнение [13]:

$$(1) V_{\tau} = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot P_{об} \cdot \eta}{\rho_{мот} \cdot C_{мот} \cdot \Delta t_{мот}}, \text{ dm}^3 / \text{ min},$$

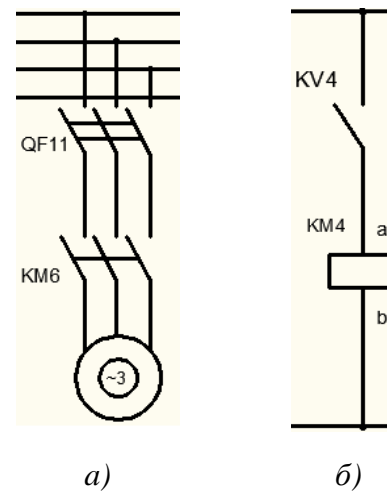
където използваните означения са: $P_{об}$ - общата номинална мощност на машината; η - общият КПД на машината; $\rho_{мот}$ - плътност на охлаждащата система; $C_{мот}$ - специфичен топлинен капацитет на охлаждащата система; $\Delta t_{мот}$ - разликата в температурата между изхода и входа в зоната на рязане.

Ладер диаграмата на системата за охлаждане, дадена на следващите фигури, се отнася за клас фрезови машини с ЦПУ.

Системата за охлаждане се реализира чрез включване на трифазен асинхронен двигател, даден на фиг. 1а. Използвани означения са: QF11 – термична защита за претоварване по ток; КМ6 – отворен контакт на контактора за системата за дозаторно мазане.

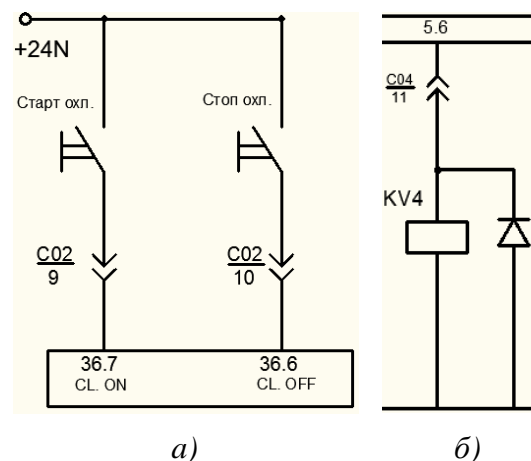
На фиг. 1б е дадена електрическа

схема за захранване на бобината на контактора, като KV4 е контакт на релето за включване на системата за дозаторно мазане.



Фиг. 1. Електрически схеми, свързани с охлаждащата система.

Въведени са допълнителни команди в ладер диаграмата, с които се осъществява автоматизирано управление и ръчно включване и спиране работата на охлаждащата система при необходимост от пулта за управление.



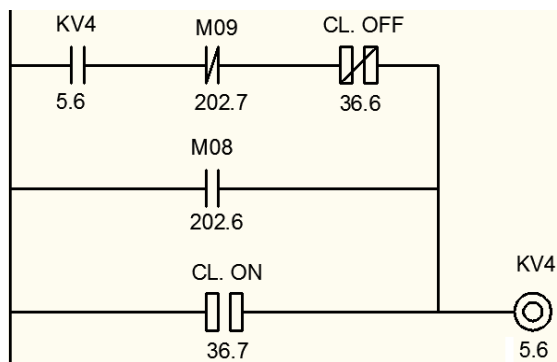
Фиг. 2. Входни и изходни сигнали на охлаждащата система.

Някои от входните сигнали, които се използват в системата за охлаждане се активират със съответни бутони (CL. ON, CL. OFF), дадени на фиг.2а.

Изходният сигнал, свързан с тази система се използва за активиране на помпата (KV4).

Някои от междинните условия са свързани с декодиране на съответните команди за активиране и изключване на охлаждането от пулта за управление на системата за ЦПУ (M08 и M09).

На фиг. 3 е дадена част от разработената ладер диаграма за охлаждащата система.



Фиг. 3. Ладер диаграма за охлаждащата система.

За включване на охлаждащата система се активира изходния сигнал KV4, като се отчитат следните условия:

- да бъде зададена команда за включване M08 или да се натисни бутон от пулта за управление, който активира сигнала CL. ON;

- да не бъде зададена команда M09 или да е натиснат бутон за изключване на охлаждането, които активира сигнала – CL. OFF.

Ладер диаграмата е внедрена и тествана в един клас фрезови машини.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящата статия са формулирани изискванията към охлаждащата система при металорежещите машини с ЦПУ. На тази база са разработени ладер диаграми за управление като са отчетени входните, изходните сигнали и междинните условия.

Получените резултати могат да се използват при такива металорежещи машини с цифрово-програмно управление.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Спиров, Д., Дочев, М., Мониторинг система за определяне на енергийните характеристики на инверторно електрозадвижване с еднофазен колекторен двигател, УНИТЕХ 2015, ТУ – Габрово, 20-21 XI 2015, т.1, стр.124-128, ISSN 1313-230-X.
- [2] Жилевски, М., Съгласуване на задвижванията при пробивни машини с цифрово-програмно управление, *Годишник на Технически университет - София*, т. 69, №. 2, 81-90, Созопол, 2019, ISSN 1311-0829.
- [3] Колева С. М.Енчев. Машиностроителното производство у нас – белези, изисквания, ефективност. В: НАУЧНИ ТРУДОВЕ НА РУСЕНСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ - 2015, Русе, 2015.
- [4] Жилевски, М., Е. Димитрова, Задвижване на роботизирана кола чрез микроконтролер Ардуино, *Научна конференция TechCo-Ловеч, Технически колеж - Ловеч*, 58-63, 2017, ISSN 2535-079X.
- [5] Стойчев, С., Дочев, М., Бакърджиев Х., Сравнителен анализ на електрозадвижвания при шевни машини, МНК "Смолян 2006", стр.103-111.
- [6] Дочев, М., Високоэффективни електрозадвижвания за електроинструменти, Монография, ISBN: 978-619-7442-35-9, Издателство: Инфовижън – Ловеч, 2019.
- [7] Бакърджиев, Д., Стойчев, С., Дочев, М., Оптимално електрозадвижване на шевни машини, УНИТЕХ 2004, Габрово, част 1, стр.395-400.
- [8] Жилевска М., Дочев М., Хинова А., Основни направления при проектирането на металорежещи машини с ЦПУ, VII МНК „ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИИ. ОБРАЗОВАНИЕ. СИГУРНОСТ“ 2019, 29 МАЙ - 1 ЮНИ 2019, ВЕЛИКО ТЪРНОВО, VII INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE „ETES 2019“, PROCEEDING, V.1, s.40-42, ISSN 2525-0315 (Print), ISSN 2532-0323 (Online).
- [9] Попов, Г., *Металорежещи машини, част I: Приложимост, устройство и управление, Книга втора*, Технически университет – София, София, ISBN 978-954-438-766-2 (2010).

- [10] Zhilevski, M., M. Mikhov, T., Optimal selection of feed electric drives for boring machines, *8th International Scientific Conference "TechSys 2019" - Engineering, Technologies and Systems, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 618, 2019, Online ISSN: 1757-899X, Print ISSN: 1757-8981, doi:10.1088/1757-899X/618/1/012003 (Scopus).
- [11] Zhilevski, M., Mikhov M., Optimization of the Drive System Choice for a Class of Drilling Machines, *EJECE, European Journal of Electrical and Computer Engineering*, Vol. 2, Issue 6, pp. 12-16, 2018, ISSN: 2506-9853, DOI: <http://dx.doi.org/10.24018/ejece.2018.2.6.42>
- [12] Zhilevski M., Mikhov M., Methodology for Selection of Spindle Drives for Turning Machines, *International Journal Of Engineering Research And Development*, Vol. 14, Issue 5, Version 2, pp. 42-48, 2018,e- ISSN:2278-067X; p- ISSN:2278-800X.
- [13] Попов, Г., *Металорежещи машини, част II: Конструирани и пресмятане, Книга първа*, Технически университет – София, София, 2010, ISBN 978-954-438-756-3.
- [14] Жилевска, М., Модернизация на клас фрезови машини, *Технически университет – Габрово*, Дисертация, 2017.

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА РАЗХОДА НА ШЕВЕН КОНЕЦ DETERMINATION SEWING THREAD CONSUMPTION

Стефан Василев Стойчев
Технически колеж-Ловеч

Stefan Vasilev Stoychev
Technical College - Lovech

Abstract

The consumption of sewing thread must be known and agreed with the norms for the consumption of thread in the manufacture of clothing. A methodology for determining the amount of sewing thread used in sewing class 309 is presented. A mathematical formula for calculating the length of the sewing thread is derived, including the main indicators of the sewing stitch.

Keywords: consumption of sewing thread , manufacture of clothing, calculating the length of the sewing thread sewing stitch

ВЪВЕДЕНИЕ

На днешния конкурентен пазар има нужда от строг контрол върху производствените разходи. Потреблението на шевен конец трябва да бъде известно и съгласувано с нормите за потребление на конци при производството на дрехи. Реалната оценка на потенциалната консумация на шевни конци ще помогне да се намалят разходите за производство и ще позволи използването на по-качествени конци, като същевременно ще запази общите разходи на същото ниво, което означава, че с този подход качеството на продуктите няма да бъде променено.

Целта е да се определи количеството използван шевен конец при шев клас 309 и предложи математическа формула за изчисляване, включваща основните показатели на шевния бод.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Консумацията на конец за шиене на който и да е продукт зависи от няколко

фактора: тип бод, тип шев, дебелина на тъканта, брой тъкани на слоя, стил на продукта и плътност на шева (SPI-брой бримки на инч).

Реалната стойност на дължината на шевния конец в различните видове шевове силно зависи от гъстотата на шева и дължината на шевния бод и се увеличава значително при някои шевове с кръстообразно преплитане на нишките (покриващи и зигзагообразни шевове).

Дебелината на тъканта също оказва влияние върху консумацията на шевен конец. С промяна на дебелината на тъканта съотношението на дължината на горния и долния конец се променя, т.е. при обработка на дебели тъкани консумацията на конец леко се увеличава. Например, при двуконечен верижен шев, консумацията на иглен конец ще се увеличи, докато консумацията на долен конец остава същата.

Не на последно място върху разхода на шевен конец оказва влияние и самата шевна машина, с нейните конструктивни

и динамични показатели. Според [3], големината на ускорението на някои звена на работните механизми на шевната машина влияе пряко върху динамичните натоварвания на механизма, амплитудите на напречните и надлъжните трептения на шевния конец, а от там и върху късливостта и производителността.

Данните се изчисляват за шевове с правилна настройка за опъването на шевните конци, гарантиращо правилното зашиване.

Има два начина за определяне на консумацията на шевен конец: експериментален и изчислен, [2].

1. Експериментален метод, прилага се в следните разновидности:

- изпълнява се шев с определена дължина (1 m), след това се разшива и се измерва дължината на използваните конци;

- измерва се дължината на шевния конец преди да се изпълни шева, след което се навива на макара и след завършване на 1 m шев се измерва останалата част от конца върху макарата и се изважда от първоначалното общо количество;

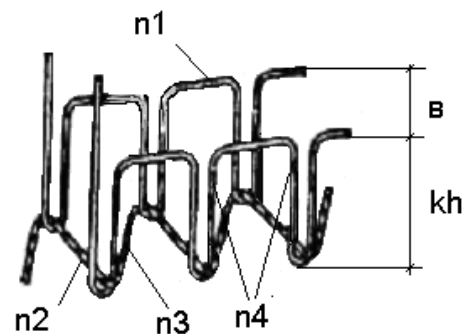
- използва се специален оборотен брояч, чиято ролка се движи от шевния конец и измерва дължината на използвания конец.

2. Изчислителен метод.

Бодът може да се представи във вид на два отрязъка от конца: единият е при огъването на единия конец с другия при тяхното преплитане и вторият отрязък е конца между двете преплитания (фиг.1). Размерите на първите отрязъци са малки и могат да бъдат пренебрегвани. Вторият вид отрязъци в шевния бод при леките материали имат форма на елипса, а при тежките – на правоъгълник със заоблени ъгли. Трудно е да се опишат математически тази форми, затова се използва приблизителен метод, който се основава на следното: формите на шева могат да бъдат представени като правоъгълници ако приемем, че имаме равномерно компресиране на материалите в равнината на бода по дължината на

шева. Тогава нишките на бода ще се състоят от няколко правоъгълни части, дължината на които се определя чрез използване на следните означения:

- n -еднакви отрязъци в едно направление;
- дължината на един бод $-1/m$;
- широчина на шева – b ;
- дебелина на уплътнения материал в зоната на шева- kh .



Фиг. 1. Структура на шев клас 309

Тези части се описват по следния начин:

- част n_1 е разположена по протежение на линията на шева;

- част n_2 - разположена напречно на линията на шева;

- част n_3 - намира се под ъгъл спрямо линията на шева;

- част n_4 - разположена по протежение на дебелината на материала;

Отрязъци, разположени по линията на шева n_1 :

Ако " m " е честотата (броят на бодовете на 1 см шев), тогава дължината е:

$$l_1 = \frac{1cm}{m} \quad (1)$$

Ако $n_1 > 1$ в един бод от шева то:

$$\sum l_1 = n_1 * \frac{1}{m} \quad (2)$$

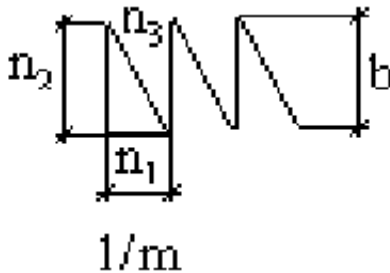
Отрязъци, разположени перпендикулярно на линията на шева n_2 :

$$l_2 = b \quad (3)$$

Ако $n_2 > 1$ в един бод от шева то:

$$\sum l_2 = n_2 * b \quad (4)$$

Отрязъци, разположени под ъгъл на линията на шева n_3



Фиг.2. Разположение на отрязъците.

n_3 се явява страна на правоъгълен триъгълник, (фиг.2) т.е. при $n_3=1$,

$$l_3 = \sqrt{\frac{1+b^2.m^2}{m^2}} \quad (5)$$

Ако $n_3 > 1$ в един бод от шева, то:

$$\sum l_3 = \frac{n_3}{m} \sqrt{1+b^2.m^2} \quad (6)$$

Отрязъци, разположени по протежение на дебелината на материала n_4 :

$$l_4 = kh \quad (7)$$

При $n_4 > 1$ в един бод от шева:

$$\sum l_4 = n_4.kh \quad (8)$$

Събирайки дължината на горните отрязъци, получаваме общата дължина L или разхода на конец за един бод от шевния ред, т.е.:

$$L = l \left[n_1 + n_3 \sqrt{1+b^2.m^2} + m.(n_2.b + n_4.kh.) \right] \quad (9)$$

Правила за използване на формулата:

1. Избира се един бод на шева (от пробождане до пробождане на иглата);
2. Определя се в модела на шева, броя на частите n_1 , n_2 , n_3 и n_4 и тяхната числена стойност;
3. Заместват се получените стойности на „n“ в общата формула;
4. Въвеждат се стойностите „b“, „m“, „h“, „k“ в общата формула,

m , b – се определят с помощта на специална линейка и лупа; h се измерва с дебе-ломер.

Ако стойността на "k" - коефициент на уплътняване е известен, се изчислява "L".

Относителната консумация на шевен конец при условие, че параметрите "b", "l" и "h" са еднакви в разглежданите шевове, при едноконечен верижен шев, е 25% повече от двуконечен шев, а според експерименталните данни 60%. Това се обяснява с факта, че от едната страна на материала преминава не единичен, а двоен конец, образувайки верига от бримки със сравнително малко уплътняване на материала.

От типа шевен бод зависи разхода на шевен конец, необходим за оценка на икономическата ефективност от производството [1].

В таблица 1 са показаните нормите на потребление на шевен конец на 1 cm шев при определени шевни бодове.

Консумацията на шевен конец, посочена в таблицата, е нетна. Това означава, че към тази стойност е необходимо да се добавят допълнителна.

Таблица 1. Норми на потребление на шевен конец на 1 ст шев.

Означение на шевният бод	Разход на конец, см	Относителен разход на конец
301	2,6-4,1	1
304	-	1,20
309	-	2,20
101	3,5-6,0	1,25
104	-	1,50
401	10,2-13,7	3,10
406	-	-
503	10,0-11,0	2,7
504	10,8-13,8	2,95
401.503	14,0-16,3	-
401.504	16,5-20,0	-

дължина на конца, необходима за фиксиране на началото и края на шева, както и загуби за повторно пълнене на нишката в зависимост от избрания тип шев. Свободният край на нишката, останал след подрязването на шева, не играе съществена роля в общото потребление.

Практиката показва, че често операторите в шевното производство произволно променят настройките на параметъра на шева (особено често променят плътността на шева и дължината на шева). Затова при формиране на необходимата дължина шевен конец е необходимо да се добавят до 15% към табличните стойности на консумацията на конец, за да се изключат случаите на недостиг на конец при изпълнение на отделни производствени задачи.

Коефициентите на уплътняването на тъканта в зоната на шиене са показани в табл.2

Препоръки при избор на игли и конци са показани в таблица 3.

Таблица 2. Коефициентите на уплътняването на тъканта в зоната на шиене.

Тъкан	Коефициент на уплътняване		
	Тип бод	Тип бод	Тип бод
	301	104	504
Ризи	0,70-1,00	0,92-1,20	0,95-1,14
Подплати	0,70-1,00	0,92-1,20	0,95-1,14
Костюми	0,60-0,90	0,94-1,10	0,98-1,12
Палта	0,39-0,60	0,80-0,94	0,87-1,00

Таблица 3. Избор на игли и конци.

Линейна плътност текс	Номер игли според използвания конец		
	памучни	полиестерни	подсилени (армирани)
20,0– 25,0	75	65	90
25,1– 30,0	80	75	90
30,1– 35,0	90	80	100
35,1– 40,0	100	90	110
40,1– 45,0	110	100	120
45,1– 50,0	110	110	120
50,1– 55,0	120	110	130
55,1– 60,0	130	120	140
60,1– 65,0	140	130	150

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представена е методика за определяне на количеството използван шевен конец при шев клас 309. Изведена е математическа формула за изчисляване на дължината на шевния конец, включваща основните показатели на шевния бод.

Базирайки се на предложената методика, могат да бъдат получени разчети за останалите видове шевове, използвани в шевната промишленост.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Трифонов К., Шевни машини и съоразения, „Техника“, София, 2001г.

[2]<https://studfile.net/preview/2145960/>

[3] Хр. Върбанов, И. Иванов, Кр. Друмев. Сравнителен анализ на концоопвачните механизми при шевните машини. сп. Механика на машините, бр. 80; кн. 1/2009, с. 40-43, ISSN 0861-9727.

ИЗРАБОТВАНЕ НА СПЕЦИАЛНА ЦИЛИНДРИЧНА ГЪРБИЦА ELABORATION OF A SPECIAL BARREL CAM

Tihomir Dimitrov Grancharov
Technical university of Gabrovo

Boyan Ivanov Stoychev
Technical university of Gabrovo

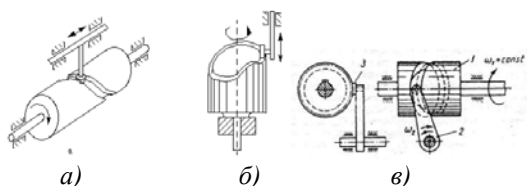
Abstract:

The report presents a constructive-technological development, with the aid of modern CAD / CAM software, used for the creation of a special cylindrical cam, which will be a main component of an attachment for a certain type of hand power tools to expand their functionality.

Keywords: Camming mechanism; attachment; hand power tool.

ВЪВЕДЕНИЕ

Често срещан случай в инженерната практика е преобразуването на постоянни въртеливи движения във възвратно-постъпателни или възвратно-въртеливи по закони с различна сложност. Най-често това се реализира посредством известните в специализираната техническа литература гърбични механизми, представени на фиг. 1.



Фиг. 1. Схеми на пространствени цилиндрични гърбични механизми:

- а) и б) – с възвратно-постъпателно движение на изпълнителното звено (плъзгач);
в) – с възвратно-въртеливо движение (кулиса).

Както е видно от фиг. 1 началното звено на тези механизми, наречено гърбица, има сложен профил и неговата изработка не е лесна работа.

Настоящият доклад представя един технологичен вариант за изработване на специална цилиндрична гърбица, която

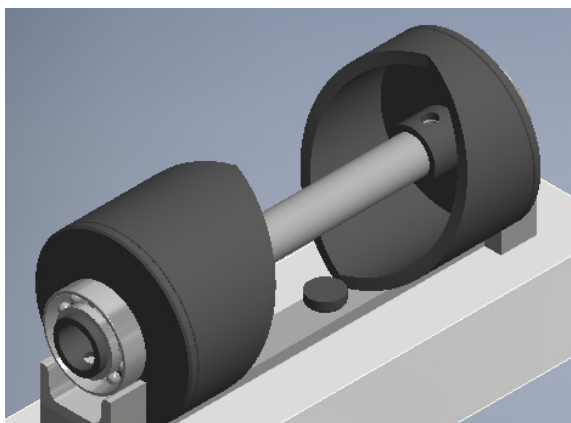
да влезе в състава на такъв механизъм, който се предвижда да намери приложение като приставка за комплектуване с определен вид ръчни електрически инструменти, за да разшири техните функционалности.

ИЗЛОЖЕНИЕ

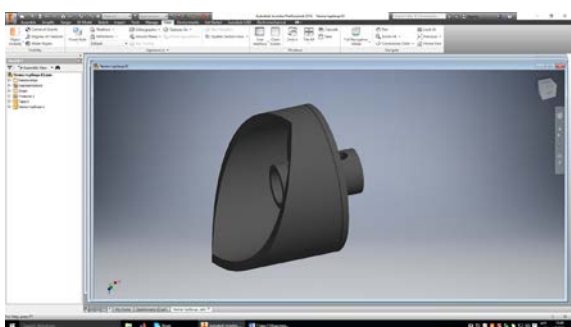
Както вече стана ясно от въведението, обект на представянето е специална цилиндрична гърбица. Имайки в предвид нейната приложимост, и породените от това конструктивни съображения, се възприеха съответните геометрични форми и размери. Моделът на гърбицата се направи в средата на CAD софтуера Autodesk Inventor [1] и има сглобен изглед представен на фиг.2.

Гърбицата е съставена от две еднакви, дистанцирани помежду си части (фиг. 2), монтирани неподвижно към вал, който задава постоянно въртеливо движение.

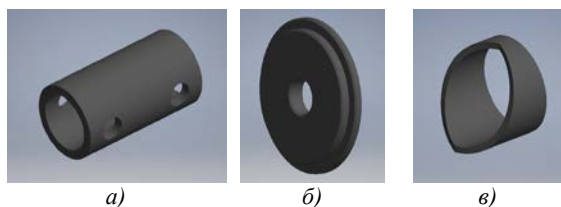
Всяка от частите на гърбицата от своя страна е заварен комплект (фиг. 3), състоящ се от главина, тапа и цилиндър с гърбична челна повърхнина, моделите на които са показани съответно на фиг. 4.



Фиг. 2. Изглед на модела на гърбицата (Assembly) в средата на Autodesk Inventor.



Фиг. 3. Модел на гърбица комплект.



Фиг. 4. Модели на съставните части на гърбица комплект: а)-главина; б)-тапа и в)-цилиндър с челна гърбична повърхнина

Изработването на двете части гърбица комплект се направи по следния начин:

Предварително се изработиха необходимите съставни части – по два броя главини и тапи, един вал (дорник) и един цилиндър (дебелостенна тръба) със сумарна дължина, равна на дължините на двете части плюс прибавка за срязване. Тези части са прости ротационни детайли и изработката им не представлява особена трудност и не се нуждае от пояснения. Може да се извърши с универсално оборудване.

Последва заваряване на главините към тапите и на тапите към цилиндъра.

За постигане на необходимата съосност и точност на отворите в главините бе предвидено окончателно разпробиване след заварките на една установка. Монтира се вала и съвместно с него се изпълниха радиалните отвори в главините, като последните се захифтиха към него. Установката на тази операция е представена на фиг. 5.



Фиг. 5. Изглед на установката за изработване на отворите в главините и захифтоването им спрямо вала.

Получаването на двете симетрични гърбични повърхнини се осъществи посредством разрязване на цилиндъра по затворен пространствен контур с помощта на 3 – осен обработващ център DOOSAN PUMA GT2100M.

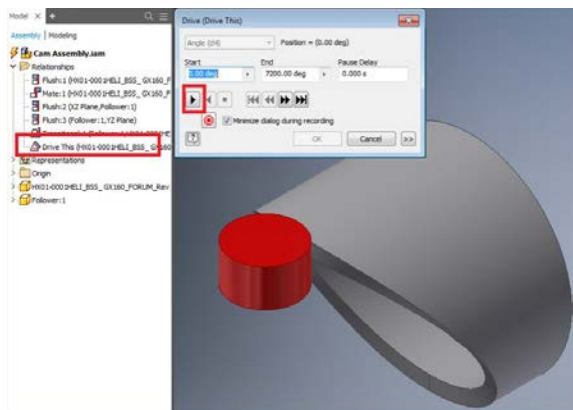
Изглед на установката за тази операция е показан на фиг. 6, а завършения вид на гърбицата – на фиг. 9.



Фиг. 6. Изглед на установката за изработване на пространствен челно-цилиндричен гърбичен профил.

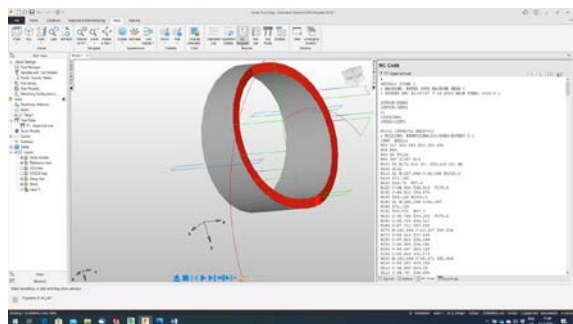
На фиг.6, за по-добра видимост, дясната част и вала (изпълняващ ролята на дорник) са отстранени.

Процесът на срязване на цилиндъра, посредством фрезование, по сложния затворен контур се симулира успешно в средата на САМ софтуера Autodesk Feature CAM [2,3]. Изглед на екрана със заредена симулация е представен на фиг.7.



Фиг. 7. Изглед на екрана от Autodesk Feature CAM със заредена симулация на фрезването на пространствения контур на гърбицата.

Успешната симулация позволи автоматично генериране на NC код на управляващата програма.



Фиг. 8. Изглед на екрана с генерирания NC код за управляващата програма.

Както става ясно от представените илюстрации управляващата програма позволи точно изработване на специалната пространствена челно-цилиндрична гърбица. Тя се докомплектува с лагери, ролков плъзгач и стойка (фиг. 9) за предстоящи нейни изследвания.



Фиг. 9. Изглед на изработената гърбица, поставена на стойка за предстоящи изследвания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Представена е конструктивно-технологична разработка за изработване на специална пространствена цилиндрична гърбица, която да намери приложение, като основен елемент, в създаването на допълнителна нова приставка към определен тип ръчни електрически инструменти, имаща за цел да разшири техните функционални възможности.
- Разработката е изпълнена с помощта на съвременен CAD/CAM софтуер и е подходящ за използване пример в обучението на студенти от машиностроителните специалности.

Предвиждаме в следваща публикация да представим резултати от експериментални изпитвания на изработения модел.

Благодарност

Представената разработка се реализира благодарение на предоставената възможност и любезното съдействие от страна на фирма „Копа хидросистем“ - ООД гр. Троян.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Григоров, Божидар. Autodesk Inventor – Ръководство за работа.
- [2] Угринов, Пламен. Програмиране на металорежещи машини с ЦПУ
- [3] Каравасилев О., Василев Кр., Атанасов И. FeatureCAM – учебно помагало.

МАТЕМАТИЧЕСКО МОДЕЛИРАНЕ НА ПРУЖИНИ ЗА ЕЛЕКТРО- ИНСТРУМЕНТИ В ПРОГРАМНА СРЕДА

MATHEMATICAL MODELING ON SPRING FOR POWER TOOLS IN SOFTWARE ENVIRONMENT

Tsvetan Hristoforov Naydenov

*Technical college of Lovech
Lovech, Bulgaria*

Abstract

This paper uses modern software - CREO parametric 6 and Mathcad 5, used by both engineers and scientists. The use of modern software is becoming mandatory for building a working environment and in the scientific field of research.

The examples shown are only a small part of the possibilities for working with these programs, through which sufficient technical documentation can be created and large arrays of scientific research can be accumulated.

Subsequently, the three-dimensional model can be tested by CAE and finally, by a physical model to validate the results.

Mastering modern software increases the competitiveness of manufacturing and is a path to increase productivity.

Keywords: Spring, Model, Power tools.

ВЪВЕДЕНИЕ

Цилиндричните винтови пружини за натиск са еластични елементи, позволяващи работа при големи деформации без конструктивни и структурни повреди [1].

В машините цилиндричните пружини се използват основно за:

- Затваряне на кинематични и силови вериги;
- Създаване на измерими и постоянно действащи сили;
- Вибро - изолация;
- Акумулиране на еластична (деформационна) енергия.

Основно използваните материали за производство на пружини са студено изтеглени качествени високо - въглеродни и легирани стомани. Основните добавки за легиране на пружините стомани са манган, хром, силиций и ванадий [1].

Цилиндричните винтови пружини с малка стъпка са широко разпространени технически изделия с приложение в различни области на техниката.

При електроинструментите се използват главно пружини работещи на натиск с приложение в механични предпазни съединители [2] и за оказване на определен натиск на електрическите четки, оказващ влияние на комутацията при различни преходни режими на експлоатация.

Съвременното разбиране, относно конструирането и внедряването на нови изделия в производствена среда, трябва да предполага и съвременни методи за тяхното реализиране [3].

Решаването на зададената техническа задача, следва да се базира на знания и опит, без който не би могло да се реализира конкурентноспособно изделие.

Съвременни софтуери, които предлагат една нова визия при проектно – конструкторска работа с връзка между тях са: Mathcad и CREO parametric (PTC). Тази връзка дава възможност, чрез математически модел да се въздейства на виртуалния тримерен модел и обратно.

Самото структуриране на различни математически модели към съответните тримерни модели, дава възможност да се влияе много по-лесно на цялостната концепция на изделието, като едновременно се документира процеса по проектиране и дава възможност за визуализация на различни работни варианти.

ИЗЛОЖЕНИЕ

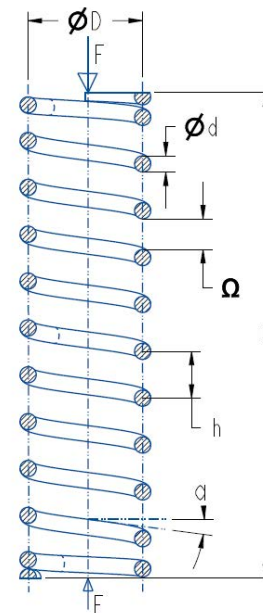
Геометричните размери $D = 2R$ – среден диаметър на пружината, $d = 2r$ – диаметър на напречното сечение на телта, h – стъпка на пружината, L (L_0) – дължина на деформираната (не деформирана) пружина. i – число на действащите навивки, δ (δ_0) (Ω) – светъл отвор между навивките на деформираната (не деформираната) пружина, f – свиване (разтягане) на пружината, $\max f$ – максимално свиване (разтягане) на пружината, δ_{\min} – минимален светъл отвор между навивките на свита (натоварена) пружина, който обикновено се взема $\delta_{\min}=0,1.d$ [3]. α – наклон (стръмнина) на винтовата линия, т.е. ъгълът, който тангентата в произволна точка на тази линия сключва с равнината, прокарана през тази точка и нормална на оста на цилиндъра $\tan \alpha = h/2\pi R$ [5].

Вътрешните усилия при пружина с малка стъпка с достатъчна за практиката точност може да се приеме, че в напречните сечения има само тангенциално усилие $Q=F$ и усукващ момент $M_{ус.} = F.R$ [3].

Както е известно съществуват напрежения и деформации имащи отношение към оразмеряването и конструирането на пружини.

Максималната деформация на пружината произлиза от ограничението на деформацията или граница на допирането

на навивките, при което пружината започва да работи като твърдо тяло и характеристиката ѝ се сменя със скок към нелинейната част. Работата на пружината след границата на допиране на навивките води до конструктивни нарушения (пластични деформации) на тела и на геометрията на пружината.



Фиг. 1. Цилиндрична винтова пружина

Математическият модел е създаден в програмна среда Machcad с въведени формули:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16.F.R}{\pi.\tau_{доп}}} \quad (1)$$

$$i = \frac{G.d^4.f_{max}}{64.F.R^3} \quad (2)$$

$$i = \frac{G.d^4.f_{max}}{64.F.R^3} \quad (3)$$

$$\delta_{\min} = 0,1.d \quad (4)$$

$$\delta_0 = \frac{f_{max}}{i} + \delta_{\min} \quad (5)$$

$$L_0 = (i + 1).d + i.\delta_0 \quad (6)$$

$$h = d + 0,1 \cdot d + \frac{1,2L_0}{i} \quad (7)$$

$$h_1 = d + 0,1 \cdot \delta_{\min} \quad [4] \quad (8)$$

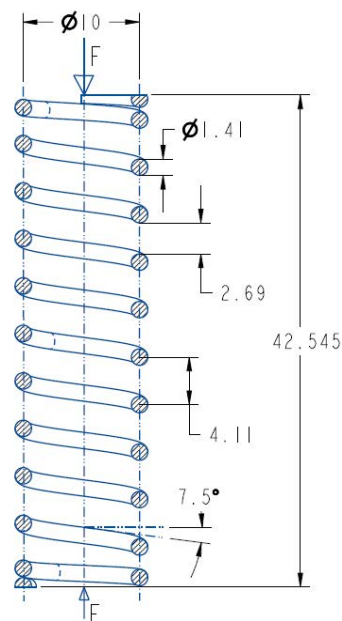
Изложението до тук показва, че използвания математически модел, чрез който може да се въздейства на тримерният параметричен модел в програмна среда CREO Parametric 6, в зависимост от решаването на конкретна техническа задача с изискване към конструкцията на пружината, е необходимо да се въведат определен брой променливи, чрез които да се променя, както математическия модел така и 3D модела.

В изследването променливите които се въвеждат в Machcad и изходните резултати са показани в таблица 1:

Таблица 1

Въведени променливи		
Променлива	Стойност	Дименсия
F	20	[N]
R	5	[mm]
$\tau_{\text{доп}}$	$1800 \cdot 10^5$	[N/m ²]
G	$0,8 \cdot 10^{11}$	[N/m ²]
f_{max}	10	[mm]
Получени данни чрез пресмятане		
d	1,414	[mm]
i	20	Брой навивки
L_0	42,545	[mm]
δ_0	0,641	[mm]
h	4,107	[mm]
h_1	1,429	[mm]
L_1	1,273	[mm]
L_2	2,546	[mm]
L_3	41,272	[mm]
L_4	40	[mm]
L_5	21,273	[mm]

Получен е следният модел – фиг. 2.



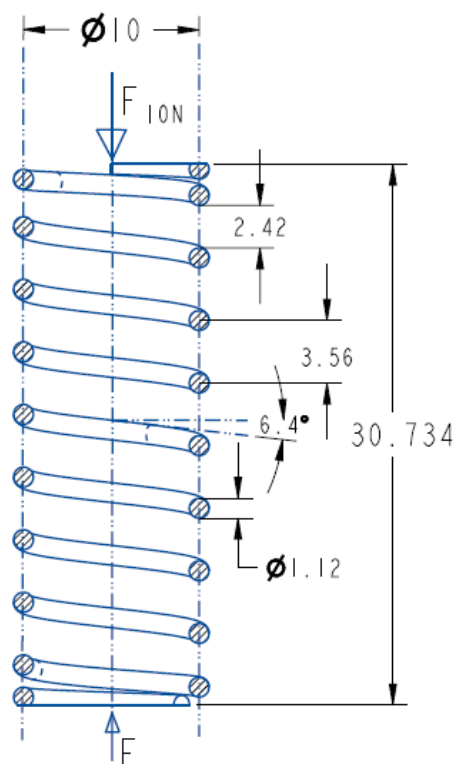
Фиг. 2. Цилиндрична винтова пружина, $F = 20 \text{ [N]}$

Във втория пример е показан модел при, който е променена силата на натиск и са получени следните резултати. Таблица 2.

Таблица 2

Въведени променливи		
Променлива	Стойност	Дименсия
F	10	[N]
R	5	[mm]
$\tau_{\text{доп}}$	$1800 \cdot 10^5$	[N/m ²]
G	$0,8 \cdot 10^{11}$	[N/m ²]
f_{max}	10	[mm]
Получени данни чрез пресмятане		
d	1,123	[mm]
i	≈ 16	Брой навивки
L_0	30,734	[mm]
δ_0	0,742	[mm]
h	3,557	[mm]
h_1	1,134	[mm]
L_1	1	[mm]
L_2	2	[mm]
L_3	29,7	[mm]
L_4	28,7	[mm]
L_5	18,3	[mm]

Получен е следният модел – фиг. 3.



Фиг. 3. Цилиндрична винтова пружина,
 $F = 10 \text{ [N]}$

Създаденият алгоритъм е разработен по такъв начин, че да позволява да се свърже с параметричните данни на 3D модела така, че да позволи неговата едностранна промяна по начин, той да се променя при различни стойности на зададени променливи с цел, решаване на зададената техническа задача и удовлетворяването, на изискванията за минимизиране на дизайна на детайла.

Този алгоритъм може да се използва и за други детайли в машиностроенето и електротехниката, като дава възможност чрез създаден модел да се управляват голям брой детайли, влизаци в сглобени единици. Моделът е приложим в развойната и учебна дейност в областта на ръчните електроинструменти и електрически микромашини [5]. Същевременно се получава и готова инженерна записка, която може да се прилага към техническата документация на изделието.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Визуализирани са два варианта на цилиндрична винтова пружина с приложени различни сили на натиск, $F = 10 \text{ [N]}$ и $F = 20 \text{ [N]}$.

Направена е връзка между математическия модел и тримерният модел. В настоящият доклад е използвана едностранна връзка т.е. от математическия модел към тримерния.

Чрез промяна на само една от основните променливи $F \text{ [N]}$; $R \text{ [mm]}$; $\tau_{\text{доп.}} \text{ [N/m}^2\text{]}$; $G \text{ [N/m}^2\text{]}$; $f_{\text{max}} \text{ [mm]}$ се въздейства на целия математически модел и от там на 3D модела, като се дава възможност за моделиране на различни цилиндрични винтови пружини.

Дефинирана е формула чрез която се запазват постоянни не работещите в началото и в края навивки:

$$h_1 = d + 0,1 \cdot \delta_{\text{min}}$$

Разработения алгоритъм може да се използва и за други конструктивни детайли.

Обучението и овладяването на съвременни софтуери допринасят за развитието на икономиката, и е в състояние да генерира висока добавена стойност към всеки един продукт.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Недялков П., Опитно определяне на еластичната характеристика на винтова пружина и на системи от свързани пружини, МЕНК при ТУ-София, 2010 год.
- [2] Дочев М., Цанова А. Анализ на електромеханичен перфоратор с пневматичен възел Механика на машините, бр.95, година XIX, книга 3, 2011 г., стр.8-11, Дни на механиката, IV Национална конференция по машиностроене и машинознание –Варна, 8-10.09.2011г., ISSN 0861-9727, 2011.
- [3] Кисьов И., Джонов Ц., Йрданов Й. Съпротивление на материалите, 7 книжка. Държавно издателство – Техника, София – 1971 год.
- [4] И. Малчев., М. Тодоров., Г. Данов., М. Новаков., Ц. Парасков., С. Кисляков. Ръководство за упражнение по съпротивле-

- ние на материалите. Държавно издателство, техника, София 1965 год.
- [6] Спиров Д., Дочев М., Работни характеристики на ударни електроинструменти при динамични и установени режими, МНК „УНИТЕХ 2017“, ТУ- Габрово, УНИТЕХ 2017, ТУ – Габрово, 17-18 XI 2017, т.1 , стр. 96-100, ISSN 1313-230-X.
- [7] PTC CREO Parametric 6
https://support.ptc.com/help/creo/creo_pma/r6.0/usascii/index.html
- [8] PTC Mathcad 5,
<https://learningconnector.ptc.com/content/tutorial-4502/ptc-mathcad-linking-input-regions-to-creo-parametric-parameters>
- [9] Дочев М., ВИСОКОЕФЕКТИВНИ ЕЛЕКТРОЗАДВИЖВАНИЯ ЗА ЕЛЕКТРОИНСТРУМЕНТИ, Монография, 160 стр. ISBN: 978-619-7442-35-9, Издателство: Инфовижън – Ловеч, 2019.

**ВЪЗМОЖНОСТИ НА МЕТОДА „БЪРЗО ПРОТОТИПИРАНЕ“ ЗА
ИЗРАБОТКА НА СЛОЖНИ ИЗДЕЛИЯ ОТ СФЕРОГРАФИТЕН И
СИВ ЧУГУН
ЧАСТ I**

**POSSIBILITIES OF RAPID PROTOTYPING METHOD FOR
MANUFACTURE OF COMPLEX PRODUCTS FROM
SPHEROGRAPHIC AND GRAY CAST IRON
PART I**

Dipl. Eng. Svilenov M.,
Metal Technology Group-Lovech

Dipl. Eng. Ivanov A.,
Metal Technology Group-Lovech

Dipl. Eng. Milev G.,
Metal Technology Group-Lovech

Assoc. Prof. Todorov H., Ph. D.
Technical College of Lovech

Assoc. Prof. Penchev P., Ph. D.
Technical College of Lovech

Abstract

This report illustrates the equipment and steps in standard casting at Ossam AD Plant in Lovech. The main goal is to keep the technology up to date. The new processes, methods and materials invested in equipment, software and staff training are described. The requirements to the complexity of the castings, to the reproducibility of their technical characteristics are constantly increasing, as the competition between the different methods for production of details deepens.

The report presents various methods for making foundry models by rapid prototyping (RP) and draws conclusions related to additive manufacturing. These studies will be used in a subsequent report (Part II) to make comparisons in model and heart design using rapid prototyping and the conventional method.

Keywords: Rapid prototyping, 3D printing, FDM, SLS technology, Digital models,

ВЪВЕДЕНИЕ

Основната задача на леярското производство е получаването на качествени отливки, съответстващи на изискванията на клиента. Използваните при това технологии могат да осигурят своята конкурентна способност само тогава когато гарантират производството на заготовки с максимално сложни конструктивни елементи и при възможно най-ниска себестойност.

Завод „ОСЪМ“ АД гр. Ловеч произвежда висококачествени отливки от сфе-

рографитен чугун, бейнитен чугун, чугун с вермикулярен графит и сив чугун с тегло от 1 до 50 кг. Чугунът се топи в индукционни пещи. Формовката се извършва на автоматични формовъчни линии, като касите имат светъл отвор 750x630x320/250 мм и 630x600x160/160 мм. Инструменталната екипировка се изготвя в специализиран участък на фирмата, където се произвеждат модели и сърцеви кутии от пластмаса, алуминиеви сплави или чугун.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Основната цел е да се поддържа технологията на съвременно ниво, като за това през годините се разработват и внедряват нови процеси, методи и материали, инвестира се в оборудване, софтуер и обучение на персонала. През 2016 год. екипът на завода реализира най-мощния инвестиционен проект в новата история на завода – внедряване на хоризонтална линия за безкасова формовка. През същата година заводът инвестира и в нов цех за прецизна механообработка (фиг. 1). Инвестира се и за нова индукционна пещ, смесител за сърцеви смеси, машини за механообработка и автоматизиран цех за боядисване на детайли.

На фиг. 2 са показани стъпките при изграждане на моделна екипировка и сърца, стигащи до редовно производство на даден детайл.

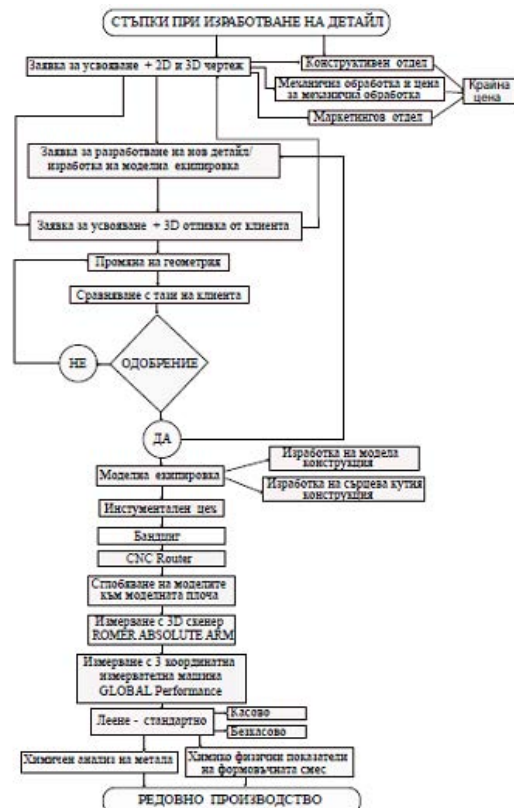
Понастоящем усилията са насочени към продължаване на модернизацията на инфраструктурата и технологичното оборудване на завода. Разработва се комплекс от технологични процеси, които да дадат възможност за изследователска и внедрителска дейност с приложни аспекти в областта на т. н. “Reverse engineering”.



Фиг. 1. CNC Router

Етапи в процеса на триизмерното прототипиране:

I-ви етап. Конструктивно проектиране – за целите на триизмерното принтиране (прототипиране) е необходимо първо да се създаде модела в триизмерно цифрово изражение с помощта на специализиран за това софтуер (CAD/CAM).



Фиг. 2. Стъпки при изграждане на моделна екипировка и сърца

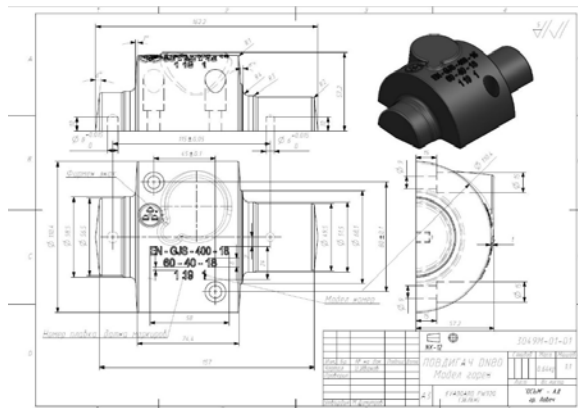
Най-популярни програми за CAD/CAM проектиране: Siemens NX Solid Works, 3D StudioMAX, AutoCAD, ArchiCAD, Parasolid, Rhinoceros. След като се създаде триизмерния обект е необходимо да се експортира в един от следните 3D формати: STL (*.stl) – за монохромно прототипиране, WRML (*.wrl) или PLY (*.ply) – за цветно прототипиране.

II-ри етап. Подготовка за прототипиране на триизмерния модел – триизмерният обект се зарежда в софтуера, който управлява принтера. Проверява се неговата коректност за процеса на прототипиране и се позиционира в работната камера на принтера. Обекта не трябва да надхвърля габаритните размери на принтера. В противен случай е необходимо да се прототипира на части и след това да се сглоби. Тук могат да се проверят неговите характеристики: кубатура, квадратура и др. Кубатурата е равна на реалния обем, който заема обекта, а не произведение от габаритните му размери.

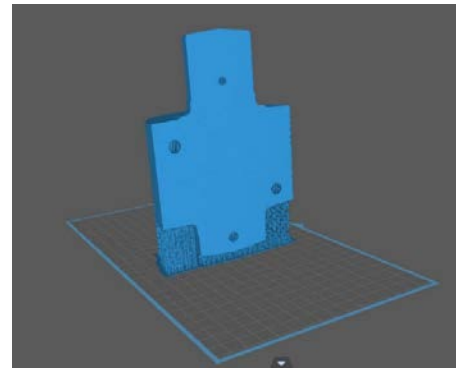
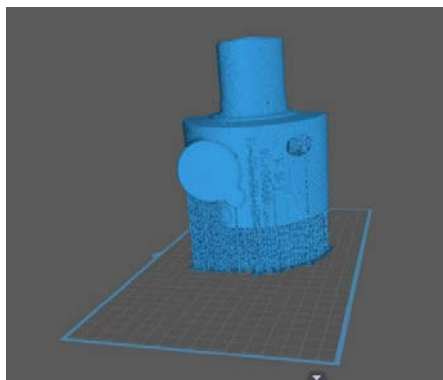
III-ти етап. Прототипиране на три-измерния модел – Времетраенето на процеса на прототипиране е различно. Може да бъде от няколко минути, до няколко часа в зависимост от височината на обекта, респективно броя на слоевете. Софтуера, който управлява принтера „нарязва“ обекта на n -на брой слоя с дебелина от $0,0875\text{ mm}$.

IV-ти етап – Отстраняване на ненужните остатъчни консумативи и обдухване на прототипа – Вакуумната система на принтера автоматично отстранява ненужната прах. Ако детайлите са много фини, се налага остатъчните консумативи да се отстрани ръчно.

V-ти етап. Инфилтриране на прототипи – След почистване от остатъчни консумативи, прототипа се потапя в специален инфилтрат, който прониква в него и го втвърдява или излагане под UV лампа. Така крайното изделие придобива необходимата здравина и наподобява гипсова отливка (фиг. 3, фиг. 4, фиг. 5, фиг. 6, фиг. 7 и фиг. 8).



Фиг. 3. Конструктивен чертеж и 3D модел



Фиг. 4 Импортиран STL файл на детайла

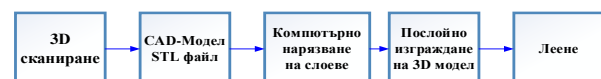
Разработваната технология представлява интегрирана верига от:

- (i) 3D сканиране;
- (ii) CAD/CAM проектиране;
- (iii) Софтуерно „разделяне“ на 3D модела на слоеве;
- (iv) Послойно изграждане на леярски модели;
- (v) Леене – стандартно, касово и без-касово.

Предвижда се технологията да се прилага широко в следните области:

- при изработване на единични и дребно-сериенни отливки;
- във фазата на концептуално разработване и тестване на нови изделия и машини;
- за изработване на резервни части и специфични такива;
- за ремонт, усъвършенстване и адаптиране на машини и съоръжения.

Леярските технологии могат да съставят затварящо звено в технологичната верига за бързо изготвяне на малки серии метални изделия (фиг. 5).



Фиг. 5 Верига за бързо прототипиране (reverse engineering) използване за леене на детайли от сферографитен чугун

За изграждане на такава верига, в рамките на този проект се придобива оборудване за бързо прототипиране – CNC Рутер. Разработваната технологична верига може да се използва много целево за:

- Разработване на технологична пътна карта;
- Алтернативни технологии за адитивно производство (АП);
- Развитие на материалната база;



Фиг. 7



Фиг. 6 3D DLP принтер



Фиг. 8

Предвижда се интегриране на процесите с компютъризирана система за лазерно сканиране и получаване на обемни цифровизирани профили. Ще бъдат направени допълнителни крачки в посока закупуване на 3D принтер с възможности за мултифункционално използване като сканираща платформа, както и за разработване и или закупуване на специализиран софтуер.

Методи за изготвяне на леярски модели чрез бързо прототипиране (RP – Rapid Prototyping)

Непрекъснато нарастват изискванията към сложността на отливките, към възпроизводимостта на техните технически характеристики, задълбочава се конкуренцията между различните методи за производство на машиностроителни детайли. По статистически данни в напредналите индустриални държави протича процес на бърза диференциация на типовете отливки и намаляване на поръчките за доставка на масови отливки.

За последните 10 – 15 години рязко са повишени изискванията на законодателството в Европейския съюз към екологията на леярските технологии и това се отразява в необходимостта от инвестиции в нови материали и машини.

Леярските технологии могат да запазят своята конкурентна способност само когато гарантират производството на сложни конструктивни елементи при ниски разходи [2].

Едно изследване [1] направено през 2003 г. идентифицира около четиридесет технологични подхода за RP. Само някои от методите за RP са подходящи за изработка на детайли от сферографитен чугун (Табл. 1).

Табл. 1 Методи за изготвяне на леярски модели чрез бързо прототипиране (RP – Rapid Prototyping)

Метод	Предимства	Недостатъци
SLA Стереолитография	Качествена повърхност; Сложна геометрия; Добра точност	Подкрепящи структури; Частите се деформират; Изпаренията са вредни
SLS Селективно лазерно синтероване	Не е необходимо досинтероване; Не са нужни допълнителни подпорни структури; Широка гама от материали	Повърхността е са порести; Продължително време и значителна енергия; При производство на модели за прецизно леене се изисква допълни-

		телна обработка; Значителни деформации
LOM Моделиране чрез ламиниране	Детайлите могат допълнително да се обработват (шлайфат, проби-ват); Възможност за изработка на големи детайли бързо и евтино	Тънките стени имат ниска якост и лесно абсорбират влага; Повърхността е лоша; Отделянето на детайлите е трудно
FDM Моделиране посредством отлагане чрез разтопяване	Широка гама от полимерни материали; Машините лесно се настройват и използват в офис среда	Подпорни структури; Ниска якост във вертикално направление; Процесът е бавен; Грапава и „текстурирана“ външна повърхност; Проблематични за инструментално производство
MJM Многоструйно отлагане	Подходящ за офис среда; Времето за изграждане е кратко.	Подпорките се отстраняват и оставят следи, което ограничава използването им за модели за леене; Якостта е ниска.
3DP Тримерен печат	Къси срокове и евтини суровини; Няма подкрепящи структури; Сложна геометрия.	Крежки детайли, изискват инфилтрация; Грапава повърхност.

Пред вид икономическия фактор, за изготвяне на модели в нашия проект се използва CNC Рутер. Основните характеристики на рутера са: повърхност на рязане – min 1190 x 800 mm, Z ос – min 230 mm, мощност на шпиндела – min 8,0 kW, скорост на въртене – 24000 об./мин, CNC управляваща система и наличие на обезпрашителна система.

В процеса на подготовка на моделите се използват: измерителен софтуер PC DMIS CAD, сърцарни машини за Cold и Hot box процес, хоризонтална формовъчна линия DISA 24/28, тръскаща решетка General Kinematics, дробометна машина, 3-осен фрезови център Naas, универсални струг и фреза (механо-обработка и изработка на форми и тестови образци за изпитания).

За следене качеството на формовъчната смес и сърцата, се използва лабораторното оборудване за формовъчни и сърцеви смеси, също така и квантометър за определяне на химичния състав на метала.

За симулация и оптимизация на леярската технология и процеса на леене ще се използва симулационна програма Magma 5, а за конструиране, оптимизация и производство на инструментална екипировка и детайли за проекта ще се използва Siemens NX 12, CAD/CAM софтуер.

За изпълнение дейностите на проекта ще бъдат използвани и външни услуги за: 3D принтиране на пясъчни форми (94 броя); 3D принтиране на детайли, модели и сърцеви кутии (40 броя); рентгенова дефектоскопия (120 броя) и заснемане и контрол с 3D скенер (20 броя).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. За да може Адитивното производство (АП) да се използва напълно в повечето индустриални приложения, е необходимо да се преодолеят няколко препятствия:

- от ограниченията по отношение на размера на детайлите и затрудненията

при смесване на материалите в един производствен цикъл, до

- подходящо обучение на персонала.

2. Сред огромните предимства, които предлага АП, са повишена скорост на производство, висока степен на свобода при проектиране и редуциране на веригата за доставки. В сравнение с други методи, АП позволява да се създават персонализирани детайли в кратък период от време. Това бързо създаване на прототипи дава на инженерите възможността да се докоснат до идеите си просто чрез начертаване на детайла чрез софтуер и бързо получаване на модел.

3. Практическото изпитване, тестването и променянето на детайлите могат да бъдат извършени бързо, като по този начин пътят към производството в Industry 4.0 среда драстично се скъсява. АП позволява на инженерите по-голяма свобода на проектиране, тъй като ограниченията на традиционните производствени методи вече не са фактор – постижимите сложни геометрии дават възможност на конструкторите да проектират продуктите с оглед на функцията им. Веригите за доставка също ще бъдат засегнати по значим начин, тъй като разходите за съхраняване на огромни количества инвентар и глобалните доставки ще намалют и повечето детайли ще се отпечатват при поискване.

4. Триизмерният печат е трансформационна технология, която предлага потенциал за промяна на веригата за доставки във вида, в който я познаваме днес. Тя разширява съществуващата концепция за разработване на продукти и позволява на хората не само да разработват продукти, но и да ги произвеждат. Традиционните инструменти за 3D проектиране се превърнаха в инструменти за проектиране на продукти, които да бъдат отпечатвани. Това оказва влияние върху процеса на проектиране в Industry 4.0, като добавя гъвкавост при прототипирането.

5. Чрез 3D печата се преминават някои граници в дизайна на продукта – нещо, което до преди няколко години се смяташе за непостижимо. Възможно е да се създават нови геометрии и в цялостния продукт да се интегрират части, които при прилагане на технологиите на отнемане би трябвало да се произвеждат отделно и да се монтират на оригиналния продукт с помощта на болтове или винтове. Освен това при 3D принтирането се използват все повече видове суровини.

6. Технологиите за 3D принтиране могат да се използват по време на целия производствен цикъл – от създаването на прототип до изработката на продукта. Масовото производство на стандартни детайли обаче не е най-доброто приложение на тази технология.

7. Гъвкавостта на триизмерното принтиране също ще открие възможности за споделяне на производствените мощности между различните компании, работещи в съответствие с принципите на Industry 4.0, като по този начин активите ще се използват по-пълноценно.

8. Целият жизнен цикъл на продукта също се нуждае от софтуер, адаптиран към новата фабрична среда. Три области на софтуера ще бъдат от решаващо значение за първоначалния успех в това:

- управление на жизнения цикъл на продукта PLM (Product Lifecycle Management), което е в основата на целия дизайн на изделието;

- специализиран софтуер за АП, който да отчита най-сложните проблеми, включително свързани с оптимизацията на проекта, планирането на печата и действителното управление на принтера;

- системи за управление на производствените операции (MOM), които вече са често срещани при дискретното производство. Те ще бъдат от критично значение за връзката между традиционното планиране на производството и изпълнението на 3D принтерите.

9. АП може да осигури жизнено способна алтернатива на базираната на

прогнозиране индустрия чрез въвеждане на производство при поискване. Ще бъде запазен единствено дигиталния проект на детайла, който ще бъде използван за АП на части при поискване, които ще бъдат изпращани до клиентите непосредствено след изработката им. Много детайли могат да бъдат произведени в реално време при подаване на поръчка.

10. Независимо от факта, че преките разходи за производство на продукти с нови методи и споменатите материали обикновено са по-високи, гъвкавостта, предлаганата от АП в Industry 4.0 среда, означава, че общите разходи могат да бъдат значително по-ниски. Именно размерът на разходите е сред най-важните определящи фактори за индустриалното прилагане на АП.

11. За внедряването на АП в промишлеността ще са нужни усилия в три основни области: разходи, сравняване на ползите от АП пред традиционното производство на един и същ детайл, и подобряване на скоростта на реализиране на тези ползи. Разходите се определят като едно от основните предизвикателства.

БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящата публикация е направена с финансовата подкрепа на проект по Националния иновационен фонд № 10ИФ-02-3/28.11.19 „Разработване на иновационна технология за бързо прототипиране на детайли от сферографитен чугун с използване на 3D технологии“.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Минев, Е., Е. Янков, Р. Минев, “Изработване и изгаряне на модели за леење по стопяеми модели от PLA чрез Reprap 3D принтер“, Scientific Proceeding XXII International Scientific Technical Conference “Foundry 2015”.
- [2] Vihren, D., Y. Slavin, P. Rachev, Съвременни технологични възможности за изработване на леярски сърца и сърцеви форми на базата на пясъкострелен център LCM (Laempe Core Moulding) Част 1).

НАПРАВЛЕНИЕ 3

**ПРИРОДНИ НАУКИ,
МАТЕМАТИКА И
ИНФОРМАТИКА**

ИНТЕЛИГЕНТНИ АГЕНТИ С BDI АРХИТЕКТУРА ИЗПОЛЗВАНИ ЗА ТУРИСТИЧЕСКИ ГИД

INTELLIGENT AGENTS WITH BDI ARCHITECTURE USED FOR TOURIST GUIDE

Iliya Iliiev Nedelchev

Plovdivski universitet 'Paisii Hilendarski'

Abstract

In this article is shown model of architecture for personal tourist guide, implemented via using intelligent agents. The tourist guide is intended to include information on tourist destinations in Gabrovo and the region, but it can be extended for other regions as well.

Keywords: Jason, BDI Architecture, Intelligent agent, tourist guide

ВЪВЕДЕНИЕ

Габровска област е пълна с разнообразни културно исторически забележителности. Габрово е столицата на хумора и сатирата, но също така град с доста дълга индустриална история. Как точно е изглеждал града преди може да бъде видно в етнографски музей Етъра. А за да се усети духът на градът може да бъде посетен Домът на Хумора и Сатирата. Също така в Габровска област се намира географският център на България в местността Узана. В близост до Габрово се намира и паметникът на свободата в чест на загиналите за свобода “Шипка”. Непосредствено до “Шипка” се намира световноизвестният монумент на комунизма “Бузлуджа” паметник посещаван от хора от цял свят. В Габрово има още Исторически музей и интерактивен музей свързан с индустриалното развитие в града. В Габрово също се намира крепостта “Градище”, която датира от римски временна. До града се намират също областните градове Севлиево и Дряново, а на 50км се намира и старата столица на България, Велико Търново.

Въпреки, че в Интернет е пълно с информация за тези обекти, човек, който иска

да ги посети трябва да събере цялата информация за тях, да провери работните им времена и да си направи план базиран на тази информация. Колкото и лесна да е тази задача, тя би отнела часове на човек да я извърши, тази работа също е неприятна за повечето потребители и крие риск те да пропуснат някой обект, който би им харесал.

Все повече интелигентните технологии навлизат в ежедневието на хората. Те помагат за решаването на проблеми, които в миналото са отнемали много време. В настоящият доклад е представена концепция за умен туристически гид, чрез който потребители му ще могат да получават предложения за обекти, които биха представлявали интерес за тях на база техните предпочитания, как точно да си съставят плана за посещения на тези обекти. Целта е потребителите да имат усещането, че разполагат с личен туристически гид, който може да им състави туристическа обиколка специално за тях.

ИЗЛОЖЕНИЕ

За осъществяване на това е предложена примерна архитектура на система,

която включва интелигентни агенти. Това решение е взето поради факта, че една от идеите, която стои при създаването на интелигентните агенти е те не просто да следват определен алгоритъм, както правят “типичните” компютърни програми, а те трябва да действат по скоро както би постъпил човек. Основните свойства на интелигентните агенти според Уолдريدж и Дженингс са:

- Автономност
- Проактивност
- Реактивност
- Социални умения

Какво ще рече един агент да е автономен? Това означава самият агент да е способен да взема самостоятелно решения за постигане на дадена цел. Без да е програмиран стъпка по стъпка, както трябва да се случва. Най-сложните агенти имат и модул за учене, които им позволява да се учат от предишен опит.

Агентът също трябва да има проактивност, което ще рече, че трябва да е способен да преследва целите си без да му се подават входни данни.

Реактивност означава да е в състояние да наблюдава средата в която се намира и да реагира на промените в нея. Да е в състояние бързо да прекрати дадено действие ако средата се е изменила и вече това действие няма да го доведе до неговата цел.

И последно, но не по-важност са социалните умения, трябва агента да може да си сътрудничи с други агенти и хора за да постигне целите си, като трябва да е в състояние да преговаря с тези агенти и да прави компромиси. Има много програми, които получават и изпращат много данни в Интернет, но това не е признак за наличие на социални умения. Както при сътрудничество при хора, агентите трябва да могат да преговарят.

Чрез тези свойства туристическият гид ще може да се състои от множество агенти, които да си сътрудничат за постигане на дадени цели и да се осъществи мултиагентна среда. Също така ще

могат да се адаптират при промяна на състоянието на дадени туристически обекти.

Архитектура на интелигентен агент

За архитектура на агентите е подбрана Вярване-Желание-Намерени(BDI - Belief-desire-intention). BDI базираната архитектура е централна тема в литературата за мултиагентни системи от началото на деветдесетте на двайсти век [1].

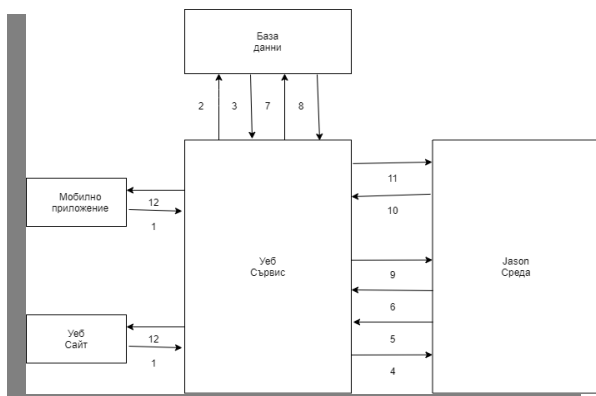
Този избор е направен поради факта, че този тип архитектура се приближава максимално до човешкото поведение при вземане на решение. Агента има вярвания за средата в която се намира и начина по който тя се променя, както човек има вярвания за света, който го заобикаля. Също така има желания, които изразяват целите, които иска да постигне, както и при човешките желания, той може да има желания, които взаимно си противоречат. И последно, но не по-важност са намеренията, това е целта към която се стреми агентът в момента, това е избраното от него действие.

Jason

А за инструмент за изграждане на тези мултиагентна система е подбран Jason. Jason е интерпретатор с отворен код, който разширява AgentSpeak[2]. Той позволява да се изгради и среда за агентите, чрез програмният език Java. А самите агенти се описват чрез Prolog.

Архитектура на туристическият агент

За да може да е по-достъпен до крайният потребител, туристическият агент ще е разделен на две части. Клиентка част, която ще се състои от уеб сайт и мобилно приложение, като по този начин, ще бъдат достигнати максимален брой потребители. А сървърната част ще е на реализирана чрез две REST уеб приложения (приложение на съхранение на данни и мултиагентно приложение за изготвяне на план). Архитектура и алгоритъм на приложението е представено на фиг. 1.



фиг. 1. Архитектура на приложението

Клиентска част

За клиентската част ще се състои от мобилно приложение и уеб сайт. Мобилното приложение ще бъде изработено с Xamarin. Xamarin позволява изработката на платформено независими приложение, което означава, че след изработката ще има поддръжка както за Android, така и за iOS. Xamarin е собственост на Microsoft и поддръжан от Microsoft, това е една от причината за избора на тази технология.

За изработка на уеб сайта, ще бъде използван ASP.NET Core MVC приложение с Blazor. Blazor се компилира до Web Assembly, което се изпълнява на уеб браузъра на клиента. Мобилното приложение и уеб сайта ще споделят голяма част от логиката, която ще бъде написана на програмен език C#. И двете приложения ще се обръщат към Уеб приложение, което ще съхранява данните за потребителя и обектите.

Уеб сайта ще съдържа и допълнителна част, която ще служи за администрация на потребители и обектите от потребители с роля администратор.

Сървърна част

Сървърната част ще се състои от уеб приложение, база данни и Java REST приложение с Jason среда[3].

Уеб приложението ще използва ASP.NET Core технология за реализация на REST приложение. Това приложение ще съхранява и администрира данните за потребителите и обектите, ще прави

заявки към Jason средата за изготвяне на индивидуалните туристически планове.

За база данни ще се използва PostgreSQL. PostgreSQL е релационна база данни с отворен код.

Jason средата ще е интегрирана с библиотека Spark, чрез която ще се реализира REST приложението.

Алгоритъм за обработка на заявка за план

Алгоритъма за обработка на потребителските заявки за изготвяне на индивидуален туристически план (представен визуално на фиг. 1) е:

1. Заявка от мобилно приложение или уеб сайт за изготвяне на план. Изпраща се идентификатор на потребителя, локация, време за започване на плана и време за приключване на плана.

2. Прави се заявка към базата данни за взимане на профила на потребител по идентификатор

3. Отговор на заявката към базата данни за потребителският профил

4. Прави се заявка към Jason средата за изготвяне на туристически план за потребителя с потребителският профил, локация, време за започване на план и време за приключване на план

5. Отговор, че плана е приет успешно и е поставен в опашката на агента за обработка

6. Заявка от Jason средата към Уеб приложението за информация за обекти в близост до локация и работно време в интервала на плана.

7. Заявка към базата данни за информация за обекти, които са близост до локацията и имат работно време в оказаният интервал.

8. Отговор от база данни към уеб приложението с информация за обектите

9. Отговор от уеб приложението към Jason средата с информация за обектите

10. Изпращане на изготвеният план от Jason средата към уеб приложението.

11. Отговор от уеб приложението, че е получило плана успешно.

12. Отговор от уеб приложението към потребителя включващ изготвеният план.

Модули на системата

Системата ще състои от следните модули:

1. Модул за регистрация на потребителите и управление на личните данни на потребителите

2. Модул за администриране на системата

3. Модул за предоставяне на информация на потребителите

4. Модул за изготвяне на маршрут

Модулът за регистрация и управление на личните данни на потребителите ще служи за регистрация на нови потребители, за набавяне на информация за техните интереси. Процесът по регистрация ще става чрез форма за регистрация, която ще се намира в мобилното приложение и уеб сайта. След регистрация потребителят ще трябва да попълни анкета за своите интереси, която ще се използва в последствие за създаване на маршрут за потребителят. Тази анкета ще включва въпроси за предпочитаните от потребителя дейности, времетраенето на дейностите, място за провеждане на дейностите и други. Целта на този модул е да изгради персонален профил на даденият потребител с неговите интереси.

Чрез модула за администрация ще се управлява съдържанието в системата (ще се добавят, редактират и изтриват обекти), ще се управляват потребителите и т.н. Този модул може да бъде разделен на различни региони на управление на съдържание и да има специфични роли за всеки регион. В този модул реално ще се осъществява управление на системата и процесите в нея.

Модулът за предоставяне на информация на потребителя както се подразбира от името ще служи за извеждане на информация към потребителя, този модул няма да включва в себе си интелигентен агент, този модул ще извежда статична информация или персонализирана информация. Но по скоро тази информа-

ция е обща, като например информация за обектите, тяхното работно време, инструкции за използване на системата и други.

Модулът за изготвяне на маршрут ще е тази част от системата, която ще включва в себе си интелигентните агенти, чрез тяхна помощ ще се изготвя персонализиран маршрут за всеки потребител на база на изготвеният профил за него. С тяхна помощ изготвеният маршрут ще бъде възможно най-добре подбраният за даденият потребител.

Роли в системата

Туристическият гид ще има две основни роли: администратори и потребители. Но няма да е ограничен до тези две роли, възможно е да се създадат и други роли, които обаче да включват част от функциите на посочените две роли.

Администраторите ще се грижат за съдържанието на системата, за нейното надеждно функциониране, за управление на потребителите.

Потребителят ще използва функционалностите на системата, ще може да управлява своя профил, да използва модула за изготвяне на маршрути и предоставяне на съдържание.

Процеси в системата

Туристическият гид ще включва следните процеси:

- Процес преди потребителя да се регистрира или автентикира в системата. Това е процеса, при който потребителя влиза в системата и той не е влязъл в своя профил или все още няма такъв. Той ще вижда формата за регистрация и вход, ще може да разглежда различните обекти, но няма да има достъп до модула за изготвяне на маршрут.

- Процес на регистрация и попълване на профил на нов потребител. При този процес, потребителят ще създаде своя профил и ще попълни своите предпочитания, чрез въпросник.

- Процес на изготвяне на маршрут на влязъл в система потребител. Този процес може да бъде стартиран веднъж щом потребителят влезе в своя профил и на

база на предоставените данни от него да се изготви персонален маршрут за него.

- Процес на администриране на съдържание в системата. Този процес може да се извърши само от потребител с роля администратор и включва управлението на съдържанието на системата, потребителите, следене на състоянието на системата и други.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящият доклад беше представена идея за система, чрез която ще се улесни човек, който желае да си изготви туристически маршрут за Габрово и околността. Това улеснение се държи на предложеният подход, чрез използването на интелигентни агенти, които автономно ще съставят индивидуален маршрут

на потребителя на база на неговият профил в системата.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] R. Bordini, J. Hübner, BDI agent programming in agentspeak using Jason, CLIMA'05: Proceedings of the 6th international conference on Computational Logic in Multi-Agent Systems, June 2005, Berlin, German
- [2] Bordini, Rafael & Hübner, Jomi & Wooldridge, Michael. (2007). Programming Multi-Agent Systems in AgentSpeak Using Jason.
- [3] H.F. Rafalimanana, J. L. Razafindramintsa1, S. Cherrier, T. Mahatody, L. Geogrgе, V. Manantsoa, Jason-RS, a Collaboration between Agents and an IoT Platform, International Workshop on Networking for Smart Living, Dec 2019, Paris, France

МОДЕЛИРАНЕ НА „УМЕН“ МАЛЪК ГРАД

Тодорка Глушкова
ПУ“ Паисий Хилендарски“

Станимир Стоянов
ПУ“ Паисий Хилендарски“

Абстракт: Създаването на „умни“ градове е комплексна задача, изискваща задълбочен процес на предварително моделиране. В статията се разглежда една идея за създаване на кибер-физическо социално пространство на малък „умен град“, в което с интегрират различни услуги и компоненти. Представен е формален CCA-модел на примерен сценарий.

Keywords: Smart City, Cyber-Physical Social System, IoT, Calculus of Context-aware Ambients (CCA).

ВЪВЕДЕНИЕ

Интернет на нещата (IoT) е концепция, според която виртуалният свят навлиза в реалния физически свят като създава една нова среда за свързаност между различните идентичности и обекти. Тези обекти могат да се разглеждат от различни гледни точки – като физически обекти, които „усещат“ промените в околната среда; като елементи от обща комуникационна мрежа или по-общо като интелигентни обекти, които са в състояние да възприемат промените в околната среда, да анализират тези промени въз основа на споделено придобито знание и съответно да действат или правят планове за постигане на определена цел. IoT обикновено са част от една Кибер-физическа- социална система (CPSS). Виртуално- физическото пространство ViPS се разработва като CPSS –система с референтна архитектура в лабораторията DeLC на Пловдивския университет. Тази особеност на ViPS позволява средата да се адаптира към разработката на CPSS приложения в различни приложни области. В статията ще се разгледа един подход за моделиране на малък „умен“ град, в който потребители и интелигентни обекти си взаимодействат за осигуряването на подходящи услуги и постигането на общи, персонални или споделени цели.

КИБЕР-ФИЗИЧЕСКО И СОЦИАЛНО ПРОСТРАНСТВО

С понятието Интернет на нещата (IoT) се дефинира концепция за унифицирани динамични среди от проактивни интелигентни обекти, способни да откриват и интерпретират характеристиките на средата, да идентифицират моделите на взаимодействие и сътрудничество с други подобни обекти, да разпознават тяхната роля и семантика както и да вземат автономни интелигентни решения на базата на информацията за състоянието на околната среда [1].

IoT поставя началото на ера, в която милиарди сензори непрекъснато изпращат в Интернет огромно количество данни [2], които трябва да бъдат анализирани и интерпретирани според съответния контекст.

За да може едно „нещо“ да работи като част от такава екосистема, то трябва да може да наблюдава околната среда за настъпили промени, да може да открива тези промени, да прилага изчисления и да обработва получената информация, за да повлияе на околната среда в отговор на анализирани събития и промени.

Кибер-физическото социално пространство (CPSS) е сливане на физическото, киберпространството и социалното пространство. Еволюцията към CPSS [3] е дълъг процес, който е свързан с ре-

шаването на предизвикателства и проблеми от различен характер. В това пространство трябва да добавим, разглеждаме и обработваме човешкото и социалното измерение. Това се дължи до голяма степен на безпрецедентното разширяване на киберпространството и дълбокото му въздействие върху начина, по който хората се държат и си взаимодействат.

„УМЕН“ ГРАД КАТО CPSS СИСТЕМА

Типични приложения на CPSS-системите са т.нар. „умни“ градове. Умният град интегрира разпределена сензорна мрежа; достъпни за всички граждани публични данни и множество услуги, ориентирани към нуждите на отделни хора. Съществуват различни технологии и платформи, които концентрират вниманието си върху три типични казуса:

- симулатор за изучаване на приложението на различни услуги и технологии;
- управление на инциденти и
- обработка и анализ на данните, постъпващи динамично от сензорите.

Огромните количества данни, получени от физическия свят и тези, предоставени от жителите на града чрез техните сензорни смартфони и онлайн социални мрежи, могат да се използват в реално време [4]. Извличането на знания от данните, обикновено чрез техники за анализ на големи данни, може да помогне за изграждането на картината на динамиката в градовете. Това дова възможност за разработка на интелигентни приложения и услуги, което от своя страна да подпомогне вземането на информирани решения, както за градските власти, така и за жителите на града [5].

CPSS приложенията вече се появяват в интелигентни градски системи в разнообразни домейни като: интелигентен транспорт, интелигентни социални системи, интелигентно здравеопазване и т.н. [6]. Такива приложения разчитат на ефективно наблюдение на физическата

градска инфраструктура и околната среда. Те комбинират събраните данни чрез интелигентни киберпроцеси, за да предоставят адекватни персонализирани услуги на гражданите. Получената по този начин градска система предлага потенциал за създаване на по-устойчиви и по-екологични градове на бъдещето [7]. В този смисъл съществен аспект на интелигентния град е ефективното използване на енергийните ресурси [8].

Независимо, че се използват общи подходи, създаването на интелигентна среда в малък или голям град има своите особености. В големия град постъпващата информация е огромна. Също така областите на приложение са многобройни и многопластови. Това определя необходимостта от моделирането и разглеждането в дълбочина само на една област – например само „градски транспорт“ или „екология и околна среда“, или „услуги за граждани“, или „умно здравеопазване“ и т.н.

В малък град по обозрими причини е възможно създаването на обща интегрирана интелигентна среда. В тази среда могат да се моделират и да се разработят комплексно и във взаимовръзка приложенията в различните области. Например „умен транспорт“ и „умна околна среда“ могат да си сътрудничат при решаването на общи задачи. В резултат на данните от сензорите, например, за това колко са пълни отделните контейнери за сметосъбиране, може да се организира транспортирането на отпадъците и почистването на града. Поради особеностите на интегрирано управление е възможно да се прилагат различни оптимизационни механизми, като например бързо транспортиране на болен с „умна линейка“ до лечебно заведение и т.н..

VIPS ПРИЛОЖЕНИЕ ЗА „УМЕН“ МАЛЪК ГРАД

ViPS се изгражда като референтна архитектура, която може да бъде адаптирана към различни CPSS приложения. Обикновено при изграждането на отдел-

но ViPS-приложение се адаптират само отделни компоненти на архитектурата, като се снабдяват със специфични за домейна модули. Поради тази причина архитектурата съдържа два набора от компоненти.

Първият набор се състои от компоненти, които доставят обща (независимо от конкретната област на приложение) функционалност за всяко CPSS приложение. Съществен аспект е, че тези компоненти са адаптивни. В този контекст компонентите с общо предназначение разглеждат три основни аспекта:

- Потребителите са във фокуса на вниманието;
- Виртуализация на физическите „неща“;
- Интеграция на виртуалния и физическия свят.

Вторият набор включва компоненти, специфични за приложението. ViPS предоставя опции за съхраняване на тези компоненти в специализирани хранилища, като по този начин ги прави неразделна част от архитектурата.

Агентно ориентираните подходи са особено подходящи за изграждане на CPSS приложения. Основните компоненти на ViPS са асистенти, реализирани като рационални BDI-агенти. Услугите са добро решение за предоставяне на функционалност, но те са статични, недействащи и не могат да бъдат отделни компоненти в ViPS. Поради тази причина агентите включват подходящи интерфейси към услуги във вътрешната си архитектура. По този начин пространството функционира като екосистема, отворена за разширяване с нови услуги.

Създаването на ViPS приложение за „умен“ малък град изисква моделиране на отделните области на интерес в този град като:

- *умно осветление*, отчитащо осветеността на околната среда, изграждането на оптимална структура на уличното осветление и икономията на енергия;

- *умно паркиране* с възможности за предоставяне на информация на жителите и гостите на града за свободните паркоместа и възможностите за паркиране по техния предварително определен маршрут;
- *умен трафик* с възможности за анализиране на данните за натоварени улици и кръстовища и определяне на оптимални маршрути за личните и обществени превозни средства, както и оптимален режим на работа на светофарните уредби;
- *умна околна среда*, включваща бързо почистване на града и решаване на екологични проблеми, свързани с чист въздух, чиста вода, промишлени отпадъци и др.;
- *услуги за жителите на града* и информация за разнообразни събития, генериране на административни справки, закупуване на билети и т.н.;
- *умни туристически услуги*, свързани с повишаване на интереса към града като туристически център, като например информация за туристически обекти, хотели, ресторанти, възможности за паркиране, генериране на маршрути, според желанията и предпочитанията на туристите и т.н.

МОДЕЛИРАНЕ НА „УМЕН“ МАЛЪК ГРАД

Нека разгледаме един малък примерен сценарий, в който да използваме различни услуги от един малък „умен“ град. Турист желае да посети град Ловеч и следните туристически обекти и събития:

- етнографски комплекс „Вароша“
- крепостта „Стратеш“
- Национален фолклорен фестивал „Хоро под Стратеш“

Пътувайки с колата си, туристът стартира персоналния си асистент (РА), който установява двупосочна комуникация с кибер-физическото пространство на „ум-

ния“ град SmartCity (SC). Туристът иска да разбере кои са интересните туристически обекти; да разбере какво е тяхното работно време; да си закупи онлайн билети; да получи предложение за маршрут и да намери паркоместа в близост до обектите. Този сценарий може да бъде моделиран с различни формални средства. Във ViPS е създадена среда за анализ и моделиране AmbiNet, която дава възможност в симулативен режим да се тества сценария, преди да бъде реализиран. Компонентът Repository в AmbiNet съдържа типични планове, сценарии и маршрути, които са предварително тествани и оптимизирани. След като постъпи новата заявка от туриста в Repository се реализира търсене и, ако някой сценарий отговаря на изискванията, се изпраща като план за изпълнение към PA на туриста. В противен случай се активира AmbiNet в режим на моделиране. Основните елементи, с които се извършва моделирането са амбиентите, чрез които се представят в пространството различни именуванни обекти като музеи, паркинги, агенти, софтуерни компоненти и др.

Съществуват различни средства за моделиране. В AmbiNet подпространството ще използваме формализма Calculus of Context-Aware Ambients (CCA) [9], тъй като формалната семантика на CCA позволява да реализират моделиране в контекстно-чувствителна динамична среда.

За примера ще използваме следните базови амбиенти:

- PA – персонален асистент
- SC – пространството на „умен“ град
- GA – асистенти, които осигуряват взаимодействието между физическия и виртуалния свят.
- AN – подпространството AmbiNet. Той е „дете“ на амбиента SC.
- R – хранилище от типични планове, сценарии и маршрути. R е „дете“ на AN.

Процесите на тези амбиенти, според синтаксиса и формалната семантика на

CCA могат да се представят по следния начин:

PA на туриста изпраща заявка до „умен“ град SC с искане да получи информация за туристическите обекти и културни събития в града (TourObjects&Events). Щом получи тази информация изпраща запитване за работното време на туристическите обекти (WorkingTimeTourObjects), както и за възможността за закупуване на билети. След това очаква списък с възможностите за паркиране в близост до обектите (ListFreeParkPlaces). Накрая подава на SC желаните туристически обекти, събития и своето текущо местоположение и очаква да получи списък с най-подходящите туристически маршрути (Фиг.1)

$$P_{PA} \equiv \left(\begin{array}{l} SC :: < PAi, tourObjects \& Events > .0 | \\ SC :: (ListTourObjects \& Events). \\ SC :: < PAi, getWorkTimeTourObjects > .0 | \\ SC :: (WorkTimeMuseums). \\ SC :: < PAi, getTickets > .0 | \\ SC :: (tickets). \\ SC :: < PAi, location, getFreeParkPlaces > .0 | \\ SC :: (ListFreeParkPlaces). \\ SC :: < PAi, needRoute > .0 | \\ SC :: (ListAppropriateRoutes) \end{array} \right)$$

Фиг.1. CCA процеси на амбиента PA

Процесите на амбиента SC в сценария описват последователните и паралелни действия на пространството на „умен“ град. SC сам по себе си е мултиагентна система, но от разбираеми съображения, ще представим опростения сценарий само чрез този амбиент. Щом получи заявка от някой персонален асистент PA за туристическа информация, SC стартира комуникация между отделните си компоненти (например Туристически Екскурзовод) и връща списъка с туристическите обекти и културни събития. След връзка с гардовата система GA получава информация за работното време на обектите и свободните паркоместа (Фиг.2.).

$$P_{sc} \equiv \left(\begin{array}{l} PA :: (PAi, tourObjects \& Events). \\ PA :: < ListTourObjects \& Events > .0 | \\ PA :: (PAi, getWorkTimeTourObjects). \\ GA :: < PAi, getWorkTimeTourObjects > .0 | \\ GA :: (PAi, WorkTimeTourObjects). \\ PA :: < WorkTimeTourObjects > .0 | \\ PA :: (PAi, getTickets). PA :: < tickets > .0 | \\ PA :: (PAi, location, getFreeParkPlaces). \\ GA :: < PAi, getFreeParkPlaces > .0 | \\ GA :: (PAi, ListFreeParkPlaces) > . \\ PA :: < ListFreeParkPlaces > .0 | \\ PA :: (PAi, needRoute). \\ AN \downarrow < PAi, ListTourObjects \& Events, \\ WorkTimeMuseums, FreeParkPlaces > . \\ AN \downarrow (PAi, ListAppropriateRoutes).0 | \\ PA :: < ListAppropriateRoutes > .0 \end{array} \right)$$

Фиг.2. ССА процеси на амбиента SC

Връзката между физическия и виртуалния свят в пространството се реализира чрез гардовата система, която в модела е представена чрез амбиента GA. Задачата на този амбиент е да получава и обработва информацията, която динамично постъпва от сензорите на интелигентните обекти (IoT) за това дали определен туристически обект е достъпен, какво е работното му време, дали има свободни паркоместа в близост до отделните туристически обекти и т.н. Процесите на този амбиент са представени на фигура 3.

$$P_{GA} \equiv \left(\begin{array}{l} SC :: (PAi, getWorkTimeTourObjects). \\ SC :: < PAi, WorkTimeTourObjects > .0 | \\ SC :: (PAi, getFreeParkPlaces). \\ SC :: < PAi, ListFreeParkPlaces > .0 \end{array} \right)$$

Фиг.3. ССА процеси на амбиента GA

Осигуряването на подходящ маршрут, който отговаря на заявката на конкретния турист се реализира в подпространството AmbiNet, което е представено с амбиента AN. Този амбиент поддържа йерархична амбиентна структура от различни компоненти, чрез които могат да се създават и тестват различни примерни сценарии, да се генерират и оптимизират маршрути. За конкретния сценарий ще разгледаме само компонента Repository,

представен като амбиент R. Процесите и на двата амбиента са насочени към търсене и откриване на подходящи (според заявката на потребителя) маршрути (Фиг.4). Ако в хранилището R има такива, те се предават на туриста, в противен случай се активират останалите компоненти на AmbiNet за тяхното генериране, които няма да разглеждаме в този сценарий.

$$P_R \equiv \left(\begin{array}{l} AN \uparrow (PAi, location, ListTourObjects \& Events, \\ WorkTimesTourObjects, ListFreeParkPlaces). \\ AN \uparrow < PAi, ListAppropriateRoutes > .0 \end{array} \right)$$

$$P_{AN} \equiv \left(\begin{array}{l} SC :: (PAi, location, ListTourObjects \& Events, \\ WorkTimesTourObjects, ListFreeParkPlaces). \\ R \downarrow < PAi, location, ListTourObjects \& Events, \\ WorkTimesTourObjects, ListFreeParkPlaces > .0 | \\ R \downarrow (PAi, ListAppropriateRoutes). \\ SC \uparrow < PAi, ListAppropriateRoutes > .0 \end{array} \right)$$

Фиг.4. Процеси на амбиентите AN и R

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Създаването на CPSS пространство за „умен“ град е комплексна задача, която изисква задълбочен процес на предварително моделиране и симулиране на отделните сценарии. В малък град е възможно създаването на обща интегрирана интелигентна среда, в която могат да се моделират и разработят комплексно и във взаимовръзка приложения в различните области. Създаването на базови услуги, маршрути, планове и сценарии значително би ускорило и оптимизирало процесите и взаимодействието между отделните компоненти на пространството.

Благодарности

Авторите изказват благодарност към научен проект Проект ФП19-ФМИ-002 "Иновационни ИКТ за дигитално научноизследователско пространство по математика, информатика и педагогика на обучението" към Фонд Научни изследвания на ПУ "Паисий Хилендарски"

и проект ДО1-221/03.12.2018 “Национален център за високопроизводителни и разпределени пресмятания (НЦВРП) – част от национална пътна карта на България“, за частичното финансиране на настоящата работа.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Dr. Vermesan, O., Dr. Friess, P., Internet of Things: Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems, Denmark: River Publishers, 2013. European Research Cluster on the Internet of Things, E-Book. 09/2014
- [2] Zaslavsky, C., Perera, and D. Georgakopoulos, “Sensing as a service and big data,” in International Conference on Advances in Cloud Computing (ACC-2012), Bangalore, India, July 2012, pp. 21–29
- [3] F.Y. Wang, “The emergence of intelligent enterprises: From CPS to CPSS,” IEEE Intell. Syst., vol. 25, no. 4, pp. 85–88, Jul./Aug. 2010.
- [4] Guo, B., Wang, Z., Yu, Z., Wang, Y., Yen, N. Y., Huang, R., Zhou, X., Mobile Crowd Sensing and Computing: The Review of an Emerging Human-Powered Sensing Paradigm. ACM Comput. Surv. 48, 1–31(2015).
- [5] Zhou, Y., De, S., Moessner, K., RealWorld City Event Extraction from Twitter Data Streams, Proced. Comput. Sci., 98, 443–448 (2016).
- [6] Guo, W., Zhang, Y., Li, L., The integration of CPS, CPSS, and ITS: A focus on data, Tsinghua Sci. Technol. 20, 327–335(2015).
- [7] Guo, B., Yu, Z., Zhou, X., A Data-Centric Framework for Cyber-Physical-Social Systems, IT Prof., 17, 4–7 (2015).
- [8] González-Briones, A., De La Prieta, F., Mohamad, M., Omatu, S., & Corchado, J. Multi-agent systems applications in energy optimization problems: A state-of-the-art review. Energies, 11(8):1928, (2018).
- [9] Siewe, F., Zedan, H., Cau, A., The Calculus of Context-aware Ambients, Journal of Computer and System Sciences, 77, 597–620 (2011)

ПЕРСОНАЛЕН ТУРИСТИЧЕСКИ ЕКСКУРЗОВОД „ЛОВЕЧ И РЕГИОНА“

PERSONAL TOURIST GUIDE ‘LOVETCH AND REGION’

Станимир Стоянов

ПУ „Паусий Хилендарски“

Тодорка Глушкова

ПУ „Паусий Хилендарски

Иван Стоянов

ПУ „Паусий Хилендарски“

Ирина Кръстева

ПУ „Паусий Хилендарски

Abstract

Bulgaria is generously endowed with a remarkable variety of landscapes, suitable for year-round recreation climate, rich flora and fauna and many healing mineral springs. All this, combined with 13 centuries of cultural and historical heritage and preserved traditions, make our country an attractive destination for various types of tourism. This paper presents a Personal Tourist Guide (PTG), which assists tourists in visiting cultural and historical objects. The PTG takes into account the location and the personal preferences of the tourists. To demonstrate its capabilities, PTG has been adapted to operate in the area and surrounding of Lovech.

Keywords: Personal Assistants, Digitalization of Culture-Historical Heritage, Intelligent Agents, Electronic Services.

ВЪВЕДЕНИЕ

Поради уникалното си географско разположение, регионът ни е бил кръстопът на много националности в продължение на хиляди години. Той е бил люлка на една от най-старите култури в Европа и света. Нашата земя има около 40 000 паметника на културата, с огромно разнообразие по вид и произход, включително тринадесетте места за културно, природно и нематериално световно наследство. Заемайки само 2% от Европа, България е щедро надарена с природа със забележително разнообразие от пейзажи, подходящ за целогодишен отдих климат, богатство на флора и фауна и множество лечебни минерални извори. Всичко това, съчетано с 13 вековно културно-историческо наследство и съхранени традиции и обичаи, правят страната ни привлекателна дестинация за различни видове туризъм. За съжаление, това огромно културно наследство е малко известно извън България. Възмож-

ностите, предоставяни от съвременните информационни и комуникационни технологии, не се използват в пълния си потенциал за неговото популяризиране и реклама.

В статията се представя Персонален Туристически Екскурзовод (ПТЕ), който подпомага туристите при разглеждане (посещение, запознаване) на културно-исторически (КИ) обекти, отчитайки местоположението им и личните им предпочитания и цели. За демонстрация на възможностите му, ПТЕ е адаптиран да оперира в района на гр. Ловеч и околностите.

Защо Ловеч? Ловеч е тясно свързан с българската история, особено с борбата за освобождението на България. По-малко известен е фактът, че в Ловеч започва въстанието на Петър и Асен за освобождение от византийско робство. В Ловеч учителят Панайот Пипков създава химна на Кирил и Методий. В Ловеч е роден първия български космонавт Георги

Иванов. Интересен за туристите е и Архитектурно-исторически резерват „Вароша“.

доставяни от ПТЕ услуги

Тук ще направим кратък преглед на типични услуги, които ще бъдат предлагани от ПТЕ:

- *Културно-исторически маршрути* – в зависимост от желанието на туристите, както и отчитайки времево-пространствените данни, като: местоположение на туристите и обектите, необходимо за обхождане и разполагаемо време, възможности за достъп, екскурзоводът предлага подходящ маршрут. Маршрутите могат да бъдат физически, виртуални или смесени.
- *Дневни разписания* – екскурзоводът ще предлага оптимално разпределение на времето за един ден, отчитайки намеренията на туристите.
- *Идентификация на културно-исторически обекти* – в проактивен режим, намирайки се в близост до интересен културно-исторически обект, ПТЕ може да го разпознае и да информира туристите.
- *Разпознаване на характерни елементи в културно-историческите обекти* – ПТЕ ще бъде в състояние да разпознава отделни характерни (напр. фолклорни) елементи на културно-историческите обекти, да насочва вниманието на туристите към тях и подготвя подходящи допълнителни обяснения.

Културно-историческият туризъм е широко понятие. За ефективно използване на ПТЕ различаваме различни видове културно-исторически туризъм. Една такава разновидност е виненият туризъм. Нека разгледаме реализацията на примерен сценарий, при който турист си поръчва бутилка вино „Мерло специална резерва 2010“, произведено в Ловеч, с награда от Международен панаир Пловдив, през 2015г. Заедно с бутилката ту-

ристът получава специално издаден сертификат с баркод на него. След като сканира този баркод, той може да получи пълна информация за паспортните данни на виното, като: използвани сортове грозде, захарност, година на производство, използвана технология, при каква температура е зряло виното, в каква бъчва, колко време, какви награди е спечелило, както и пълна информация за производителя.

За реализацията на тази услуга ще използваме технологията Blockchain, за гарантиране произхода на бутилката вино. Blockchain е подмножество на разпределените технологии (DLTs), които конструират хронологична верига от блокове, откъдето идва и името „блокова верига“. Те се базират на peer-to-peer (P2P) архитектура, която се състои от възли, свързани директно помежду си, без централен елемент за координация и контрол. P2P мрежите се считат за по-сигурни, тъй като нямат една точка на атака, както в случаите на сървърно-базирана мрежа, където сигурността на цялата мрежа може да бъде компрометирана след успешна атака на централния сървър. Един блок се отнася до набор от транзакции, които се групират заедно и се добавят към веригата едновременно.

Всеки винопроизводител, регистрирайки се във веригата, става възел в системата и получава собствен публичен и частен ключ. Тези ключове служат за идентифициране на потребителите, за защита на тяхната собственост, както и за проверка на трансакциите в системата. Винопроизводителят създава паспорт, с описаните по-горе данни, за всяка бъчва вино и го записва като отделен актив в системата, след което го изпраща, чрез трансакция до „Изпълнителна агенция по лозата и виното“, подписвайки го със собствения си частен ключ. Експерт от ИАЛВ, който е отделен възел в системата, проверява данните на производител, паспорта на виното, всички необходими лицензи и законоустановени документи и ако всичко е наред, валидира

трансакцията със собствения си частен ключ. По този начин системата гарантира, че това вино е произведено от конкретния винопроизводител, който притежава всички права, лицензи и сертификати необходими за производство на вино, както и гарантира, че паспортните данни са автентични. След като бъде валидирана трансакцията и от двете страни, виното може да бъде продавано. Системата предоставя баркод, за конкретната партида, а всяка бутилка ще бъде съпроводена от специално издаден сертификат за произход и баркод.

Услугите, предоставяни от ПТЕ могат да бъдат подходящо адаптирани и персонализирани. В една голяма група допълнителни услуги могат да бъдат обособени различни предупреждения, подсещания и указания.

ПТЕ системна архитектура

Първо ще представим базовите, които ще прилагаме в разработването на персоналния туристически екскурзовод и които ще очертаят рамката на архитектурата му:

- ПТЕ ще бъде CPSS (Cyber-Physical-Social System) приложение [1] – освен вида на културно-историческите обекти, са необходими допълнителни данни като напр., местоположение, необходимото време за достъп, работно време. В този смисъл отчитане на физическия свят и интеграцията му с виртуалния са съществени за оперирането на екскурзовода. Освен това, туристът трябва да бъде поставен във фокуса на вниманието.
- ПТЕ ще бъде IoT [2] персонален асистент – за коректното изпълнение на задачите си екскурзоводът трябва да отчита също пространствените и времевите аспекти на обектите. За целта той трябва да може да взаимодейства със сензорни мрежи, разположени във физическата му околна среда.
- За реализацията на ПТЕ ще се използва агентно-ориентиран подход –

според нас най-адекватен за разработване на такъв тип приложение. Приложението е разпределено с немалка степен на сложност. Екскурзоводът трябва да бъде реактивен, проактивен и социален. Те трябва да могат да различават, възприемат и въздействат на околната среда.

- Един агент или мулти-агентна система – възможни са две крайни решения. Първото е екскурзоводът да се реализира като един единствен интелигентен агент, натоварен с различни задачи. Второто е всеки обект да се разглежда като самостоятелен агент. В първия случай агентът е натоварен с решаването на много и различни задачи, което ще усложни реализирането на жизнения му цикъл и функционалност. Във втория случай неимоверно се усложнява комуникацията. Предимство е повишаване на интелигентността, гъвкавостта и адаптивността на системата. Във всеки случай, екскурзоводът ще оперира като мулти-агентна система, включваща интелигентни агенти с различни отговорности. Броят на участващите агенти ще бъде допълнително уточняван след по-подробен анализ.
- Тип на отделните агенти, включени в състава на екскурзовода – основно, от системата се очаква действие в условията на ограничени ресурси (време, пространство). По тази причина е те да са „рационални“, „практически разсъждаващи“ агенти с BDI архитектура [3]. Теоретична основа на архитектурата е BDI логиката - некласическа модална логика за представяне на вяра, желания и намерения на агентите [4].

Системната архитектура на ПТЕ включва три базови подсистеми - *ПТЕ-Клиент*, *ПТЕ-Сървър* и *ПТЕ-Клиент-Сървър*. Активните компоненти на тези три подсистеми се имплементират като рационални BDI агенти - *персонални асистенти* (разположени в ПТЕ-Клиент), *оперативни асистенти* (разполо-

жени в ПТЕ-Сървър) и *асистенти-посредници* (разположени в ПТЕ-Клиент-Сървър). *ПТЕ-Сървърът* е ядрото на асистента, където се изграждат хранилищата на данни, с които ще работи ПТЕ. Сървърът ще се разполага в облака на ФМИ на ПУ. Какви са хранилищата, които асистентът ще използва? Базовото хранилище съхранява дигитализирани (виртуални) образи, специфициращи естеството на КИ обектите. Тези образи могат да бъдат на физически съществуващи КИ обекти или на такива, които нямат физически еквивалент. Това хранилище се изгражда като йерархия от онтологии и релационни база данни. Второто хранилище подпомага виртуализацията на физическите КИ обекти, отчитайки разполагането им в пространството и времето, както и свързаните с тях събития. *ПТЕ-Клиентът* служи за връзка между туриста и ПТЕ като изпълнява ролята на интелигентен графичен потребителски интерфейс. При първоначално „запознаване“ с потребителя си клиентът активира анкета за „запознаване“ с предпочитанията и намеренията на туриста. Този модул е отговорен за персонализацията на ПТЕ. За целта той изгражда и актуализира своеобразен профил на потребителя. Обикновено се разполага върху мобилното устройство на потребителя. *ПТЕ-Клиент-Сървър* компонентът

изпълнява функциите на интерфейс между клиентския и сървърния модул на ПТЕ. Взаимодействието между двата модула се специфицира с подходящи IPs (Interaction Protocols), използващи спецификацията ACL (Agent Communication Language) [5]. Тези протоколи се интерпретират и изпълняват с помощта на асистентите-посредници.

Съществено предизвикателство за изграждане на една мулти-агентна система е спецификацията на околната среда, в която тя ще оперира. Най-общо околната среда на ПТЕ може да се разглежда като състояща се от два компонента – статичен и динамичен. Статичната околна среда може да се представи като културно-историческа мрежа (КИН-мрежа). Взлите на една КИН-мрежата моделират обекти от нашето културно-историческо наследство. Ребрата на мрежата представят различни възможни релации между обектите. КИН-мрежата може да бъде глобална – приемаме, че включва всички обекти на нашето културно-историческо наследство – или регионална – включва обекти, намиращи се в определен район. Към статичната мрежа принадлежи също информация за местоположението на обектите. Един малък сегмент от примерна регионална КИН-мрежа за квартал „Вароша“ в Ловеч е дадена на Фиг. 1.



Фигура 1. КИН-мрежа за Вароша (сегмент)

Динамичната част на околната среда моделира състояния на физическия и на виртуалния светове, променящи се във времето. Промяната на тези състояния се доставят от сензорите на екскурзовода като негови възприятия – те са част от вярата на агента. Елементи на динамичния компонент на средата са следните:

- Местоположението на туриста.
- Състояние на обектите – обектите могат да се намират в различни състояние, някои от тях съществени за решението на екскурзовода, като напр., време за посещение на обекта, свободен или платим вход, физически съществуващ или само виртуален;
- Състояние на релациите между обектите – тези данни са необходими за генериране на последователност от обекти за посещение или за предлагане на тематични маршрути.

За разлика от стандартния жизнен цикъл на VDI агентите, жизненият цикъл на ПТЕ е разширен и включва следните три стъпки:

- *Обмисляне (deliberation)* – в тази стъпка ПТЕ трябва да генерира актуална цел, която ще опитва да постигне, отчитайки актуалното състояние на своята вяра и опциите, които има на разположение.
- *Планиране (means-ends-reasoning)* – в тази стъпка ПТЕ трябва да избере и параметризира подходящ план от предварително подготвена библиотека с планове.
- *Управление и контрол изпълнението на план* – обикновено изпълнението на един план (особено физическите маршрути) изисква повече време (ден или дни). Също така плановете на ПТЕ са податливи на промени. По тези причини подпомагането изпълнението на плановете не е тривиална задача и тя е специфицирана като отделна стъпка. За по-голяма гъвкавост важно е използването на различни възможности за структуриране на

плановете - подпланове, частични, циклични, разклонени.

Околната среда е непосредствено свързана със спецификация на вярата (beliefs) на екскурзовода. По дефиниция вярата на един агент е знанията и представата му за околната среда, която може да бъде осезавана чрез сензорите и върху която може да бъде въздействащо чрез ефекторите на агента. Приемаме, че вярата на агента зависи от конкретната задача, която изпълнява екскурзоводът. Желанията или опциите (desires) представляват мотивационното състояние на агента. Обикновено те са цели или ситуации, които агентът би искал да постигне. Примери за желания на ПТЕ могат да бъдат: намерете най-желан маршрут, оптимално изразходване на времето или най-добра цена.

Целта (intention) е желание, което е прието за активно преследване от агента. Използването на термина цели добавя допълнителното ограничение, че наборът от активни желания трябва да бъде последователен. Например, ПТЕ не трябва да има едновременни цели като например туристът да остане в хотела и да види на живо панорамата на Ловеч от паметника на Васил Левски.

ИЗПОЛЗВАНИ ТЕХНОЛОГИИ

ПТЕ се реализира като адаптация на референтната инфраструктура ViPS (Virtual Physical Space) [6] с помощта на следните технологии:

- Агентна развойна среда Jason;
- Среда за семантично моделиране Protégé – за разработване на хранилищата, с дигитализирани образи на културно-историческите обекти като комбинирани структури, състоящи се от онтологии и релационни бази данни.
- Deep learning технологии – за разпознаване на характерни (напр. фолклорни) елементи в културно-историческите обекти.

- Block chain технологии – за реализиране на услугите, свързани с винения туризъм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статията са представени основната идея и структурата на персонален туристически екскурзовод. Въпреки съществуването на огромен брой подпомагащи туристите приложения, обикновено те са чисто справочни системи, реализирани като туристически сайтове.

Нашето предложение се основава на представата, че туристът се намира в един хибридна среда, интегрираща физическия свят, който той иска реално да опознае, и виртуалния свят, който му доставя необходимите за това знания. Средата, освен туристите, е „населена“ с интелигентни изкуствени асистенти. Отделните компоненти на културно-историческото пространство е в процес на разработка. Престоят тяхната интеграция и провеждане на първите експерименти с прототипа.

благодарности

Изследването е частично финансирано от ФНИ на Пловдивския университет по договори МУ19-ПФ-023 и ФП19-ФМИ-002.

Изказваме благодарност за предоставения достъп до електронната инфраструктурата на Центъра за иновативни пресмятания и

обработка на данни, с финансовата подкрепа на Договор BG05M2OP001-1.001-0003 по Оперативна програма „НОИР“ (2014-2020), съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] F.-Y. Wang, The emergence of intelligent enterprises: From CPS to CPSS, IEEE Intelligent Systems, Vol. 25, No. 4, Jul./Aug. 2010, 85–88.
- [2] O. Vermesan, P. Friess, Internet of Things: Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems, Denmark: River Publishers, 2013.
- [3] M. Wooldridge, An Introduction to MultiAgent Systems, Wiley, 2009.
- [4] Rao, A. and M. P. Georgeff (1992). An abstract architecture for rational agents. In B. Nebel, C. Rich, and W. Swartout (Eds.), Proceedings of the Third International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR'92), San Mateo, California, pp. 439–449.
- [5] Agent Communication Language, <http://www.fipa.org/repository/aclspecs.html>.
- [6] S. Stoyanov, T. Glushkova, E. Doychev, A. Stoyanova-Doycheva, V. Ivanova, Cyber-Physical-Social Systems and Applications. Part I: Reference Architecture, Part II: Applications, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019.

МУЛТИАГЕНТНА УЧИЛИЩНА СРЕДА ЗА ИГРОВО-БАЗИРАНО ОБУЧЕНИЕ

MULTI-AGENT AND GAME-BASED EDUCATION ENVIRONMENT

Станимир Стоянов

*Пловдивски университет „Паусий Хилендарски“
гр. Пловдив*

Александър Петров

ПУ „Паусий Хилендарски“

Тодорка Глушкова

ПУ „Паусий Хилендарски“

Abstract

Game-based learning is becoming an increasingly natural integral part of e-learning systems. This paper presents a game-based environment known as MATE (Multi-Agent Testing Environment). Currently, the environment is applied to learn the traffic rules and to support education of autistic children.

Keywords: Game-Based Learning, E-Learning Environments, Virtual Worlds, Intelligent Agents.

ВЪВЕДЕНИЕ

Игрово-базираното обучение използва играта за постигане на определени резултатите в обучението. По принцип игровото обучение се стреми да балансира учебната дисциплина с обекта на играта, както и способността на играча да прилага учебния материал в реалния свят. Игрово-базираното обучение е преподавателски подход, при който учащите изследват различни аспекти на игрите в контекст на обучение, предписано и проектирано от учителите [1]. Обикновено учителите и обучаемите си сътрудничат за да добавят дълбочина и перспектива към опита, придобит по време на играта. Добрите приложения за игрово-базирано обучение все повече използват подходящи за изучавания учебен материал виртуални среди. В средите, поддържащи игрово обучение започват да се появяват също интелигентни компоненти.

В тази статия е представена образователната екосистема за игрово-базирано обучение, предназначена предимно за

деца. Достъпът до пул с образователни игри се осъществява посредством мобилно приложение с интегриран личен асистент. Екосистемата подпомага също учителите за справяне с предизвикателствата да преподават на децата в инклузивна обстановка на една класната стая. Идеята за този проект, наречен „Приобщаваща класна стая – играй и учи“, не възникна изведнъж – тя има предистория. Преди петнадесет години в подкрепа на електронното обучение във Факултета по математика и информатика (ФМИ) на Пловдивския университет започна разработването на среда за електронно обучение DeLC (Distributed eLearning Center). От години средата се използва в реалния образователен процес на ФМИ.

Въпреки, че DeLC беше успешен проект за прилагане на информационни и комуникационни технологии в образованието, един от основните му недостатъци е липсата на тясно и естествено интегриране на неговата виртуална среда с физическия свят, където се осъществява реалният процес на обучение. Отчита-

нето на физическия свят в система за електронно обучение е особено важно за обучаващите се със специални образователни потребности. Нововъзникващи технологии като напр., Cyber-Physical-Social Systems (CPSS) [2] и Internet of Things (IoT) [3], разкриват нови възможности за интегриране на виртуалния и физическия светове. С това се дава нов шанс за по-пълно отчитане нуждите и по-ефективно подпомагане на обучаемите със специални потребности. Средата DeLC се трансформира във виртуално образователно пространство (ВОП), опериращо като IoT екосистема [4]. Във ВОП се поддържат различни форми на електронно обучение като напр., смесено обучение (blended learning), самоподготовка (self-paced learning), учене през целия живот (lifelong learning).

В следствие пространството се адаптира за подпомагане на учене в средното училище. Подходящият подбор на учебните задачи [5] по различни учебни предмети, част от които решавани чрез игри доказано повишава ефективността и активността на всички ученици и в частност на учениците със специфични-образователни потребности. За подпомагане на игрово-базирано обучение ВОП беше разширено със средата Multi-Agent Testing Environment (МАТЕ), предоставяща възможности за обучение, базирано на игри [6]. Основна характеристика на МАТЕ е комбинация на пасивна виртуална среда с активни компоненти, реализирани като интелигентни агенти [7]. Темата на игрово-базираното обучение, разработена в първата версия на средата беше „Правила за движение“. Изборът на тази тематика не е случаен – изключително съществен проблем за България, за който в учебната програма на училищата са предвидени крайно недостатъчно часове. С помощта на МАТЕ могат да се подготвят допълнителни избираеми или специализирани дисциплини по темата.

Основната цел на проекта „Приобщаваща класна стая - играй и учи“ е в сре-

дата МАТЕ да бъде разработена нова тема, подпомагаща обучение на деца-аутисти в игрова обстановка. Съдържанието на учебната програма е от областите наука, екологично образование, здраве и безопасност. Съпътстваща цел е да развие и подобри уменията за изпълнителна функция на децата като инхибиторен контрол и когнитивна гъвкавост чрез изрично свързване на тези умения с образователните игри и оставяне на учениците да играят. Чрез извършване на игрови занимания се практикуват умения като организация, инициране на задачи, управление на времето, последователност, редуване, гъвкавост и постоянство. Разработваната среда предоставя възможност за диференциация и персонализация, както и допълнителна поддръжка в смущаваща децата образователна среда.

архитектура на среда за игрово-базирано обучение

За да допринесем с един интересен, интелигентен и лесен за работа и поддръжка образователен продукт, архитектура на МАТЕ е с няколко слоя. Ядрото на средата е мултиагентна система, която включва два вида персонални асистенти, разположен върху сървъра и върху мобилното устройство на играещите и обучаващите. Персоналните асистенти насърчават играещите, направляват и контролират провеждането на играта, протоколират процеса на учене чрез игра с цел последващ анализ. Персоналните асистенти са реактивни, проактивни и социални компоненти, т.е. те реагират на промените в околната среда, могат да поемат инициатива (активират сами себе си) за постигане на актуални цели и да взаимодействат помежду си.

МАТЕ слоевете са следните (Фиг. 1.): база данни, уеб услуги, облак на Пловдивския университет и две клиентски приложения - мобилен клиент за играещи и уеб клиент за обучаващи, които могат да администрират игрите, както и да

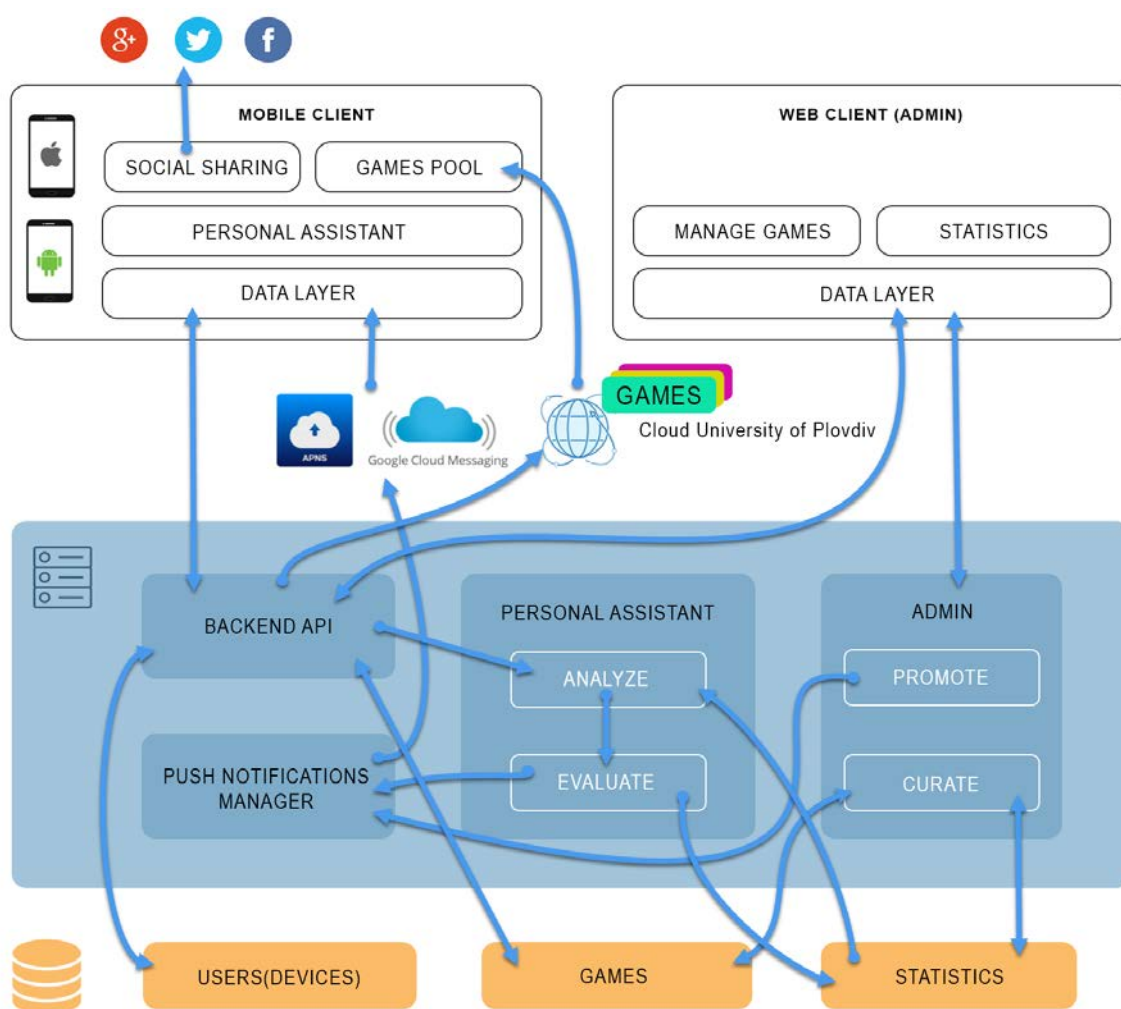
преглежда и анализират протоколите (статистиката) на провеждането на игрите.

Слой на базата данни. В този слой е разположена игротеката, където се съхраняват игрите. Тук се съхраняват също персонализирани протоколи и статистики от провеждане на игрите.

Слой за уеб услуги. В този слой са разположени с четири модула на средата – Admin, Personal Assistant, Backend API и Push Notifications Manager.

Admin. Предоставя интерфейс за ад-

Personal Assistant (от страна на сървъра). Персоналният асистент от страна на сървъра е „мозъкът“ на архитектурата. Той е отговорен за планиране и реализиране на обучение посредством изборана от потребителя игра. В персоналният асистент са вградени методи за планирани от изкуствения интелект. Реализиран като интелигентен софтуерен агент той следи и протоколира поведението и успеваемостта на играча по един персонализиран начин. Асистентът контролира различни допълнителни факто-



Фигура 1. MATE архитектура

министраторски уеб клиент. Основната му цел е да осигури механизми за качване на данни и метаданни, както и да уведомява крайните потребители за нови игри, добавени към пула с игри.

ри на игровия процес като напр., постигнатите точки, времена за реакция и предпочитани действия на играча.

Push Notifications Manager. Използва се от персоналният асистент от сървърната страна и програмния интерфейс на ад-

министратора. Отговаря за изпращане на персонализирани известия до мобилния клиент чрез Google Cloud Messaging и Apple Push Notifications Server.

Backend API. Стандартен програмен интерфейс, използван за комуникация между клиентската страна и сървъра. Това, което заслужава да бъде отбелязано тук, е, че статистическите данни не се записват директно в базата данни, а се предават на интелигентния персонален асистент за да може той първо да ги анализира и оцени.

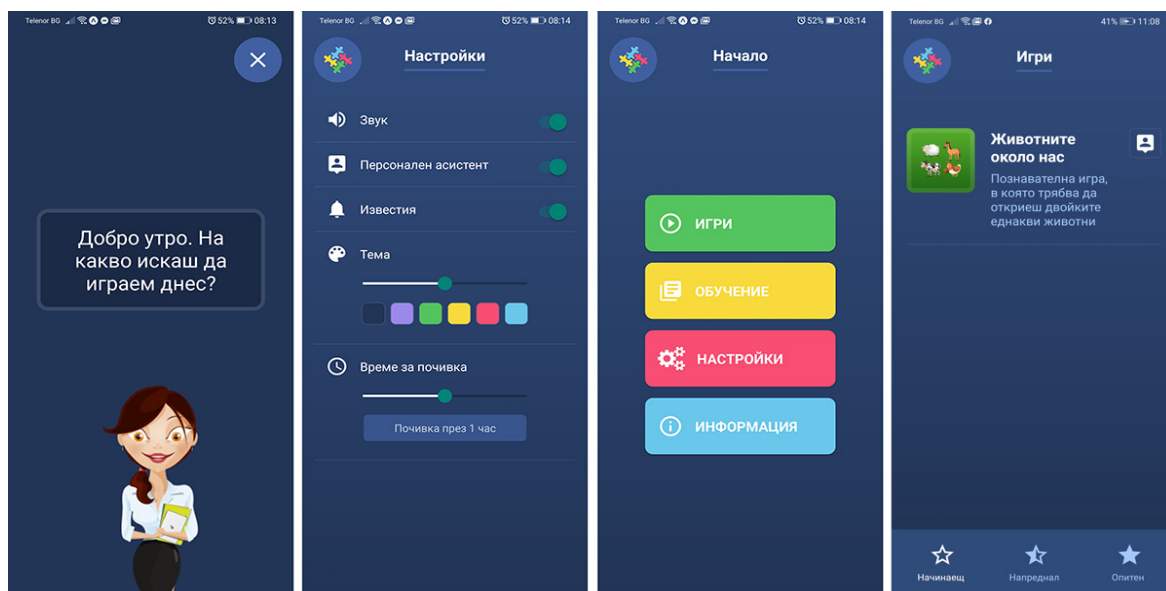
Външни услуги. За организиране на оперирането си средата използва набор от външни услуги. Някои примери за външни услуги са следните:

- *Облачен университет в Пловдив* - доставя игрите и техните ресурси в рамките на мобилния и уеб клиента.
- *Google Cloud Messaging и Apple Push Notifications Server* - за пренасяне на push известия към мобилното приложение.
- *Социално споделяне* - за споделяне игрите в социални мрежи с цел популяризиран.

та на уеб клиента тези потребители подготвят средата за използване.

Мобилен клиент. Мобилният клиент е графичният интерфейс на играещите. Актуалната версия на този продукт е за Android и iOS мобилни устройства и таблети. В мобилния клиент са включени компонентите персонален асистент (страна на клиента) и персонализация на играта.

Персонален асистент (страна на клиента). Персоналният асистент изпълнява ролята на интелигентен графичен интерфейс между играещите и средата. Той управлява провеждането на отделните игрови сценарии и насърчава напредъка на играчите по време на играта. Асистентът оперира в околна среда, състояща се от две части - видима и достъпна за играещите деца и прозрачна за играещите оперативна част. Между двете части на околната среда съществува връзка. Във видимата част се отчитат действията на играещите, които предизвикват генериране на кореспондиращи събития в оперативната част. Асистентът взаимодейства с играещите посредством



Фигура 2. Персонален асистент (страна на клиента)

Уеб клиент (администратор). Съдържа потребителския интерфейс за административни задачи, изпълнявани от администратори и потребители със специални права (напр. учители). С помощ-

гласови и текстови, предварително дефинирани съобщения. Диалогът с потребителите се управлява в зависимост от събитията в оперативната част. В актуалната версия персоналният асистент се ви-

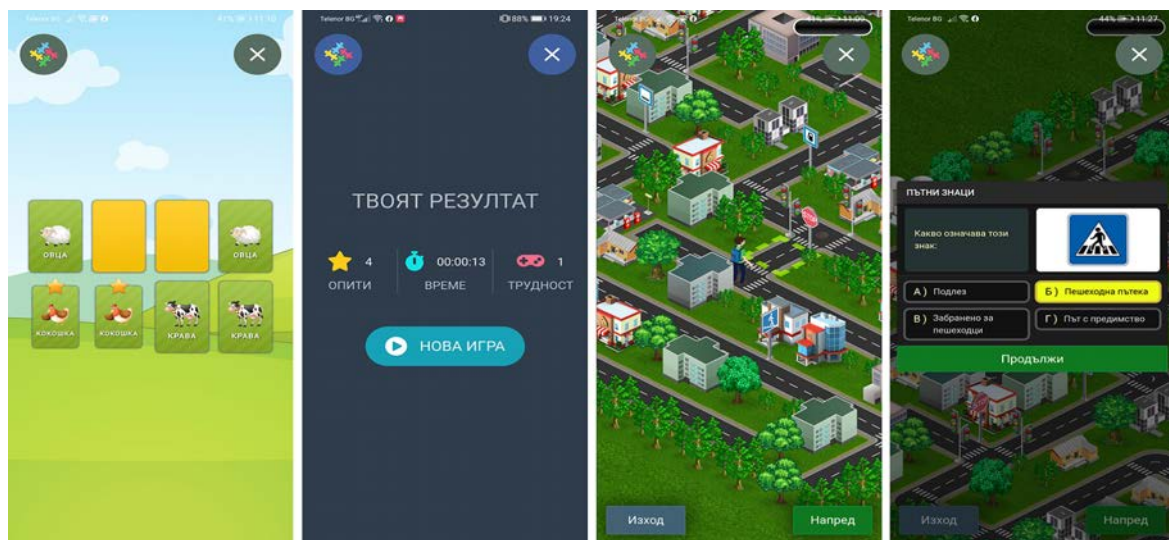
зуализира като аватар с образа на учителка (Фиг. 2.). В зависимост от генерираните събития персоналният асистент може да поеме инициатива за продължаване или възстановяване на диалога с играещия.

Персонализация на играта. Има настройки, които могат да бъдат променени за да се осигури персонализиране на избраната игра. Например, асистентът или само речта могат да бъдат изключени, известията могат да бъдат деактивирани, контролът на продължителност може да бъде настройван или деактивиран. Това, което ни се струва интересно е, че всъщност играчите могат да променят темата на потребителския интерфейс по време на изпълнение и да направят тези промени перманентни. Според много изследвания децата с аутизъм понякога имат нетипични предпочитания за цвят и

Игрите се зареждат при поискване от облачната екосистема на университета и се доставят във вграден уеб изглед в рамките на мобилния клиент. Първата игра, наречена „Животни около нас“, е игра за съвпадение на картинки, която помага на учениците да идентифицират, наречат и класифицират (основно срещани у нас) селскостопански и диви животни. Втората игра е с работно заглавие „Моето населено място“. С тази игра ученикът се научава да разпознава и запамятава символите на сградите, характерни за населеното място, представено от картинка и съответен текст.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Възможностите на образование, провеждано в съответствие с използващата игри методология, са богати и те по естествен начин могат да допълват кла-



Фигура 3. Игри в МАТЕ

намират определени цветове за успокояващи.

В актуална имплементация на средата за деца с аутизъм се поддържат три основни игрови категории - за начинаещи, за напреднали и за опитни играчи. В игротеката на реализирания прототип в момента са въведени две игри (Фиг. 3) - една за начинаещи и една за опитни играчи. Архитектурата позволява лесно въвеждане нови игри, без да е необходимо обновяване на мобилния клиент.

сическите форми на учене. В комбинация с мощта на модерните информационни и комуникационни технологиите игрово-базираното обучение може да се превърне в чудесен инструмент за подпомагане на обучаеми с аутизъм. Нашият (не много голям) опит показва, че образователните среди, базирана на игри, са ефективно и креативно помощно средство не само за нуждаещите се деца, но и за техните родители и за всички специалисти, ангажирани с провеждане-

то на такъв тип обучение. Наличието на гъвкава и интелигентна архитектура дава възможност за разширяване и интегриране на игрово-базираните среди във външни системи и платформи за подпомагано от информационни и комуникационни технологии обучение.

В близко бъдеще планираме по-мощна апробация на представена в статията екосистема в реални условия на българското училище. Допълнително, мащабируемостта и изчислителна мощност на облака ще позволява централизирано сътрудничество с други компоненти от страна на сървъра, като напр. машинно учене, анализ на големи данни, 3D и семантично моделиране. Това ще направи екосистемата още по-полезен образователен инструмент. Планирани са разработки на поредица от нови игри.

благодарности

Изследването е частично финансирано от ФНИ на Пловдивския университет, договори МУ19-ПФ-023 и ФП19-ФМИ-002 "Иновационни ИКТ за дигитално научноизследователско пространство по математика, информатика и педагогика на обучението".

Изказваме благодарност за предоставения достъп до електронната инфраструктурата на Центъра за иновативни пресмятания и обработка на данни, с финансовата подкрепа на Договор BG05M2OP001-1.001-0003 по Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“ (2014-2020), съфинансирана от Европейския съюз чрез Евро-

пейските структурни и инвестиционни фондове.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] What is GBL (Game-Based Learning)?, <https://edtechreview.in/dictionary/298-what-is-game-based-learning>.
- [2] Wang F.-Y., The emergence of intelligent enterprises: From CPS to CPSS, IEEE Intelligent Systems, Vol. 25, No. 4, Jul./Aug. 2010, 85–88.
- [3] Vermesan O., P. Friess, Internet of Things: Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems, Denmark: River Publishers, 2013. European Research Cluster on the Internet of Things, E-Book, 09/2014.
- [4] Gramatova K., S. Stoyanov, E. Doychev, V. Valkanov, Integration of eTesting in an IoT eLearning ecosystem - Virtual eLearning Space, BCI '15, September 02-04, 2015, Craiova, Romania, © 2015 ACM, ISBN 978-1-4503-3335-1/15/09, DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/2801081.2801086>
- [5] Kosta Andreev Garov, Veneta Veselinova Tabakova-Komsalova.(2017). Learning Content of Educational Tasks in Computer Programming Training for 10-11 Year Old Children. TEM Journal. Volume 6, Issue 4, Pages 847-854, ISSN 2217-8309, DOI: 10.18421/TEM64-26, 2017.
- [6] A. Petrov, A. Petrov, V. Valkanova. Game based learning in virtual education space, The Journal of Applied Science, Applied Science University, Kingdom of Bahrain, Vol, 1(1), 2016, ISSN 1764-2210.
- [7] M. Wooldridge, An Introduction to MultiAgent Systems, Wiley, 2009.

НАПРАВЛЕНИЕ 4
ПЕДАГОГИЧЕСКИ НАУКИ,
ИКОНОМИКА И
УПРАВЛЕНИЕ

ОТПАДЪЦИТЕ – ВЪЗМОЖНОСТ ЗА КРЪГОВА ИКОНОМИКА**WASTE - AN OPPORTUNITY FOR THE CIRCULAR ECONOMY****Svetla Panayotova***Technical University – Gabrovo***Stefaniya Madzharova, Plamena Ivanova***Technical University – Gabrovo***Abstract**

In today's market conditions, the secondary raw materials contained in waste are proving to be increasingly valuable. Instead of being disposed of in landfills, much of the waste can be recovered or recycled in the form of materials for other sectors of the economy. The authors of this paper aim to present the economic and environmental benefits of recycling or upcycling processes in obtaining higher value products.

Keywords: waste, recycling, upcycling processes.

ВЪВЕДЕНИЕ

В съвременните пазарни условия вторичните суровини, които се съдържат в отпадъците, се оказват все по-ценни. Вместо да се изхвърлят в депата, голяма част от отпадъците могат да се оползотворяват отново или да бъдат преработени под формата на материали за други сектори от икономиката. Съществуват много алтернативи при които отпадъците получават нов живот или участват в кръговата икономика.

Целта на авторите с настоящия доклад е да се представи икономическата и екологична полза от процесите по рециклиране или upcycling- рециклиране при получаване на продукти с по-висока стойност.

ИЗЛОЖЕНИЕ

В последните десетилетия бурното развитие на индустрията поражда в много страни и екологични проблеми, свързани с натрупването на огромни количества отпадъци от бита.

Според автора П. Гросе Германия, спрямо страните от Европейския съюз,

произвежда най-много пластмасови отпадъци. За голяма радост с най-нисък показател в това отношение е България.

Германия се явява страната, в която през 1991 г. за първи път е въведена система за разделно събиране на отпадъци „Зелена точка” – фигура 1.



Фиг. 1. Символът „Зелена точка” за разделно събиране на отпадъци в Германия

„Зелената точка” е символ за това, че производителят на съответната стока участва в системата за разделно събиране и оползотворяване на опаковките. По този начин се гарантира изпълнението на законовите изисквания на европейско и местно ниво.

От проведени проучвания на ЕЕА (Европейска агенция за околна среда), 2/3 от всички отпадъци в Германия, не само опаковките, се рециклират. [1]

През 2016 г. всеки германец е „произвел“ по 220 kg боклук, но това е доста над средното за Европа. В България този показател е най-добър в Европа, като на глава от населението се падат по 54,7 kg отпадъци.

Пластмасовите опаковки не са най-използваният материал. Данни за използваните материали при отпадъците в Германия за 2016 г. са илюстрирани в таблица 1.

Таблица 1:
Използвани материали при отпадъците в Германия за 2016 г.

Материали	Отпадък – мил. t.
хартия	8,1
дърво	3,2
пластмасови опаковки	3,1
стъкло	2,8

Забележка: адаптирана по [1]

Както може да се установи от данните в таблица 1 пластмасовите опаковки са едва на трето място (3,1 мил. t.) при отпадъците.

Все още при рециклирането на пластмасови опаковки се срещат трудности, за разлика от рециклирането на хартиени опаковки. Интересен е също и фактът, че Германия е и износител на пластмасови отпадъци.

Като най-голямо „сметище“ за пластмасови отпадъци (56 % от всички пластмасови отпадъци) доскоро бе Китай, но от 01 януари 2018 г. той забрани вноса на определени видове отпадъци, сред които и на несортирани пластмасови бутилки.

Този факт бе допълнителен мотив за Европейския съюз и от 2019 г. влезе нов Закон за опаковките. С него се цели да се увеличи дялът на рециклираните опаковки от 49 на 58,5 %, като този дял през 2022 г. трябва да достигне до 63 %. Данни за еволюцията на процеса по рециклиране на отпадъци от пластмасови

опаковки в Европа за периода 2010-2017 г. са представени в таблица 2.

Таблица 2:
Рециклиране на пластмасови опаковки в Европа

Година	% изражение
2010	32,5
2011	33,7
2012	35,0
2013	36,6
2014	38,9
2015	39,9
2016	42,4
2017	41,9

Източник: ec.europa.eu/eurostat

От посочените данни в таблица 2 се констатира, че %-ът на рециклираните пластмасови отпадъци в Европа през последните години чувствително е нараствал.

За разлика от много европейски страни България бележи успех в сферата на оползотворяване на пластмасовите отпадъци – фигура 2.



Фиг. 2. Пластмасови отпадъци за рециклиране в България

Средно в ЕС се рециклират 42 % пластмасови отпадъци. Между страните-членки в ЕС водеща е Литва – 74 %, следвана от България – 65 %, а с най-малък % рециклирани пластмасови отпадъци е Малта – 20 %.

Само за сравнение в България през 2008-2009 г. в София разделно са се събирали едва 4 % от домакинските отпадъци, докато през 2017 г. вече 84 % от отпадъците в града се рециклират. Депонират се само 16 % от отпадъците. През

2013 г. едва 6 % от отпадъците в страната са предадени за рециклиране. Понастоящем в системи за разделно събиране са обхванати 6,4 милиона жители от населението в 183 общини. [2]

Необходимо е да се подчертае и обстоятелството, че все още делът на пластмасовите отпадъци, които не се рециклират или изгарят в България и попадат в депата е по-висок от средния за ЕС.

Не без значение за опазване на околната среда към пластмасовите отпадъци се причисляват и найлоновите торбички – фигура 3.



Фиг. 3. Употреба на найлонови торбички

За 2016 г. всеки германец средно е използвал 45 торбички, докато за цялата страна цифрата е 3,6 милиарда. [3]

В България, както показват резултатите от проведено проучване (Министерство на околната среда и водите), близо 45 % от българите вече не използват найлонови торбички. През 2011 г. българите са употребявали 1,5 млрд. торбички годишно, докато през 2016 г. употребата на найлонови торбички е намаляла до около 100 бр. годишно на човек. [3] Тази цифра се доближава до изискванията на ЕС за 2019 г.

В повечето европейски страни съществуват Закони за използване на найлоновите торбички, като при покупка те се заплащат. Данни за найлоновите торбички в отделни страни от Европа са посочени в таблица 3.

Таблица 3:
Найлонови торбички в страни от Европа

Страни	Закон / година	Цена на найлоновата торбичка
Германия	2016	10-15 евроцента
Италия	2014	-
Франция	2016	-
Ирландия	2010	22-18 евроцента
България	2012	5-10 евроцента

Източник: [3]

Както се констатира от посочените данни в таблица 3 с най-висока цена на найлоновите торбички е Ирландия.

Европейският съюз е заложил норми за 2025 г., които се отнасят до намаляване на употребата на найлонови торбички. Целта е през 2025 г. да се използват само 40 торбички на година.

В някои страни нарушенията на забраните се наказват и с глоби (в Италия глобите достигат до 25000 евро).

За настоящата разработка е необходимо да се изтъкне и фактът, че опаковъчните материали се нуждаят от различен период за биологично разграждане. Данни за биологичното разграждане на опаковъчни материали са илюстрирани в таблица 4.

Таблица 4:
Биологично разграждане на опаковъчни материали

Опаковъчни материали	Период
Лист хартия	2 до 5 месеца
Картонени опаковки от мляко	5 години
Консервена кутия от ламарина	100 години
Консервена кутия от алуминий	200 до 500 години
Пластмасова опаковка от шест слоя	450 години
Пластмасова торбичка	500 до 1000 години
Чаша от стиропор	никога
Филтри от цигари	10 години
Кори от портокал	6 месеца

Забележка: адаптирана по [7]

От представените данни в таблица 4 се констатира, че с най-дълъг период за биологично разграждане е пластмасовата торбичка (до 1000 години), която се използва около 25 минути. Но по-големият проблем е при замърсяването на моретата, където едва 15 % от пластмасовите и найлоновите отпадъци се задържат на водната повърхност, а само 5 % достигат до бреговете.

Според морския биолог Т. Мак от германския клон на „Грийнпиис“ „Годишно по света се произвеждат около 280 милиона тона пластмаса. Около 20 % попадат в моретата и океаните. Само на дъното в Северно море има до 300 000 t пластмасови отпадъци.“ [4]

С времето се образуват огромни "килими" от боклук (Great Pacific Garbage Patch), като най-големият от тях са намираща в северната част на Тихия океан, почти колкото цяла Средна Европа. Според Уенди Уотсън-Райт от Международната океанографска комисия: "Когато се говори за "Great Pacific Garbage Patch", хората си представят една огромна компактна площ. За съжаление обаче става дума за безчет струпвания на плаващи отпадъци. Ако ставаше дума за компактна маса, отстраняването щеше да е много по-лесно, отколкото при тази супа от пластмасови отпадъци." [4]

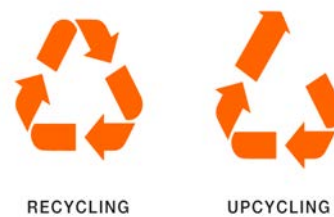
Във връзка с проведено проучване на германската асоциация за опазване на природата пластмасовите отпадъци струват до 135 000 морски бозайници и един милион морски птици всяка година. [5]

По повод на продължаващата критика за замърсяването на моретата и океаните с пластмасови отпадъци Парламентът на ЕС от март 2019 г. обяви забрана за пластмасови изделия за еднократна употреба (сламки, пластмасови прибори за хранене, памучни тампони). Ако законопроектът на федералния министър на околната среда Svenja Schulze (SPD) е успешен, пластмасовите торбички ще бъдат забранени в Германия от 2020 г. [5]

Освен чрез рециклиране на отпадъците, алтернативата може да бъде и рециклиране при получаване на продукти с по-висока стойност. За настоящата разработка авторите ще използват английския термин „upcycling“, който се състои от компонентите „up“ - нагоре и „cycling“ –колхозене.

Целта на upcycling е да се предотврати разхищаването на потенциално полезни материали чрез използване на съществуващи. По този начин се намалява потреблението на нови суровини при създаването на нови продукти (намаляване потреблението на енергия, замърсяването на въздуха и на водата и дори емисиите на парникови газове).

В специализираната литература често се обсъждат ползите от процесите на рециклиране и/или upcycling и кой е по-добър – фигура 4.



Източник: [6]

Фиг. 4. Процеси на рециклиране и upcycling

Докато в резултат от рециклирането може да се направи нещо добро за околната среда. Благодарение на процеса по рециклиране, продуктите и материалите могат да бъдат върнати в цикъла на кръговата икономика, а суровините и енергията могат да бъдат спестени (пластмаса, стъкло) – фигура 5.



Източник: [6]

Фиг. 5. Процес на рециклиране на пластмаса, стъкло

При процеса urcycling може да се постигне следното:

- материалът да се използва повторно, който в противен случай би попаднал в боклука или в кошчето за рециклиране;
- продуктите придобиват нова висока стойност и цел, което не само защитава околната среда, но и намалява разходите при производството им.

Най-голямото предимство на urcycling е, че не струва почти нищо. Освен това могат да се създават и дизайнерски творения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От извършения анализ на процесите рециклиране и urcycling могат да се формулират следните **изводи**:

1. В рамките на няколко десетилетия производството на пластмаса нараства, а в резултат от потреблението се увеличи и количеството на пластмасовите отпадъци.

2. Европейският съюз се стреми да намали количествата пластмаса, които попадат в боклука, да използва ефективно отпадъците и да повиши дела на рециклирането.

3. Ниската степен на рециклиране на пластмасата в ЕС води до загуби за икономиката и замърсяване на околната среда.

4. Рециклираната пластмаса трудно може да се конкурира по цена и качество с първоначалния продукт.

5. По данни на Евростат България се нарежда на второ място по рециклиране на пластмасови отпадъци.

6. При процеса urcycling могат да се създават и дизайнерски продукти.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Гросе, П., Тук България е много по напред от Германия, <https://www.dw.com/bg/%D1%82%D1%83%D0%BA-%D0%B1%D1%8A%D0%BB%D0%B3%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%8F-%D0%B5-%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D0%BF%D0%BE-%D0%BD%D0%B0%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4-%D0%BE%D1%82-%D0%B3%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F/a-46549234>, публикувано - 03.12.2018/изтеглено-30.03.2020 г.

[2] Бояджиев, Я., На какво се дължи този успех на България? <https://www.dw.com/bg/%D0%BD%D0%B0-%D0%BA%D0%B0%D0%BA%D0%B2%D0%BE-%D1%81%D0%B5-%D0%B4%D1%8A%D0%BB%D0%B6%D0%B8-%D1%82%D0%BE%D0%B7%D0%B8-%D1%83%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%85-%D0%BD%D0%B0-%D0%B1%D1%8A%D0%BB%D0%B3%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%8F/a-44079468>, публикувано - 05.06.2018/изтеглено - 31.03.2020 г.

[3] Илчева, М., А вие ползвате ли найлонови торбички? <https://www.dw.com/bg/%D0%B0-%D0%B2%D0%B8%D0%B5-%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B7%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B5-%D0%BB%D0%B8-%D0%BD%D0%B0%D0%B9%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8-%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B1%D0%B8%D1%87%D0%BA%D0%B8/a-39323079>, публикувано - 22.06.2017/изтеглено - 25.03.2020 г.

[4] Фелден, Е., Г. Домингес, К. Цанев, **Най-голямото сметище на света**, <https://www.dw.com/bg/%D0%BD%D0%B0%D0%B9-%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8F%D0%BC%D0%BE%D1%82%D0%BE-%D1%81%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%89%D0%B5-%D0%BD%D0%B0-%D1%81%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%B0/a-17681597>, публикувано - 05.06.2014/изтеглено - 18.03.2020 г.

[5] Przybyła, E., Warum es besser ist, Müll zu vermeiden, https://www.weser-kurier.de/deutschland-welt/deutschland-welt-vermischtes_artikel,-warum-es-besser-ist-muell-zu-vermeiden-_arid,1863802.html,

1863802.html, публикувано - 05.06.2014/изтеглено - 18.03.2020 г.

[5] Przybyła, E., Warum es besser ist, Müll zu vermeiden, https://www.weser-kurier.de/deutschland-welt/deutschland-welt-vermischtes_artikel,-warum-es-besser-ist-muell-zu-vermeiden-_arid,1863802.html,

публикувано -27.09.2019/изтеглено –
18.03.2020 г.

[6] Upcycling: Papier und Gläsern neues
Leben einhauchen, <https://www.berlin->

[recycling.de/blog/impulse/376-upcycling-
ideen-fuer-papier-und-glas](https://www.recycling.de/blog/impulse/376-upcycling-ideen-fuer-papier-und-glas)

[7] Wines, J., Ich rette die Welt, Fischer
Taschenbuch Verlag, Frankfurt am Main, 2008,
S. 93, ISBN 978-3-596-80801-4.

СОЦИАЛНИТЕ МЕДИИ И ТЯХНОТО ВЛИЯНИЕ ВЪРХУ НАБОРА НА ПЕРСОНАЛ

SOCIAL MEDIA AND ITS INFLUENCE ON EMPLOYING NEW PEOPLE

Liliya Lazarova

Aktiv Ltd.

Abstract

In the last decade social media platforms have become not only a technological but a communicational and business phenomenon. By merging technology and communication, social media acts as the perfect tool for bringing people together regardless of their location. Nowadays this inevitably attracts many businesses, both foreign and local Bulgarian companies. Those rely on social media as their communicational means and a platform to promote their products, services to potential customers. There are also numerous examples of companies using social media to recruit new people.

Keywords: *social media, HR specialists, perssonel recruitment, channels for perssonel recruitment.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Модерният набор на кадри възниква като резултат от Втората световна война, в следствие на която се поражда глад за персонал [1]. Много освободени места в следствие на призоваването на войници дават възможност на агенциите за набор на кадри да попълнят тези липси. След приключването на войната през 1945 г. тези агенции продължават да функционират, за да намерят работни позиции за ветераните от войната.

Първоначалните начини за набор на персонал са чрез бюлетини и платени публикации във вестници, тъй като дигитализацията на тези процеси е все още непозната. Набирането на служители се осъществява също чрез метода „от уста на уста“ и „лице в лице“. Освен това, съхраняването на документацията по набор е трудоемка задача, тъй като документите са изцяло хартиени, което усложнява тяхното съхранение и архивиране.

През 1970-те, компаниите започват да променят рамките на трудовата организация [2], работодателите започват да възлагат нуждите си по наемане на кандидати на външни фирми, тъй като пред-

приятията им се разширяват.

Към края на 1980-те наборът на персонал се смята за един от ключовите елементи, на които организациите трябва да обърнат внимание, подготвяйки се за 1990-те. Според Кърнроу на 90-те е гледано като на ерата на набора на персонал [3], въпреки че има големи различия в практиките на набор между фирмите.

Широкото навлизане на компютрите в бизнеса позволява да се намали натоварването на специалистите по човешки ресурси, като позволи дигитализация на процеса и базите от данни. Системите за проследяване на кандидатури (ATS) позволяват подобряване на качеството на набора чрез подобряване на ефективността на търсенето на кандидати, а с увеличаването на достъпа до интернет и увеличаване на промотирането на свободните позиции в компаниите.

Тези процеси продължават и през новото хилядолетие. В резултат на увеличаващата се достъпност до интернет и технологии по света, наборът на персонал става все по-дигитален, което развива познатите канали за набор на персонал.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Поради агресивността на външната среда и налагането на редица условия от пазарните отношения, организациите имат непрекъсната необходимост от обезпечаване на висока производителност на труда от страна на работниците и служителите. Това предполага и обръщане на специално внимание на качеството на специалистите при наемането на нови сътрудници. Целта е да се изберат възможно най-квалифицираните и способни нови работници, които могат да допринесат за повишаване на качеството на произвежданата продукция и производителността на труда при намаляване на разходите и производствения брак. [4, стр. 697]

Източниците за привличане на персонал могат да бъдат обобщени в две групи – вътрешни и външни, които са със своите предимства и недостатъци. При вътрешно фирменото набиране на персонал самият процес е кратък, по-икономичен, по-малко рисков и позволява реализиране на политиката по усъвършенстване на организацията на труда и развитието на персонала. [5, стр. 94]. Вътрешният подбор е и каналът, при който се наблюдава по-масивното влияние на технологиите. Ако в предишни исторически периоди най-ефективен способ за промотиране на дадена свободна длъжност е било публикуването ѝ във вестник, то с навлизането на технологиите в сектора на човешките ресурси набира популярност публикуването в сайтове за обяви за работа, на сайтовете на компаниите, социални медии и други способи за споделянето им в мрежата. Чрез това се увеличава ефектът на едно от основните предимства на този канал за набиране на персонал – големият брой потенциални кандидати, които той може да достигне.

С това появата на технологиите не само променя каналите за набор на кадри, но и помага на специалистите по човешки ресурси да бъдат по-улеснени в търсенето и осъществяването на комуникация с потенциалните кандидати, което им

коства по-малко усилия и време, а с нарастващата популярност на социалните медии и възможност за по-добро опознаване на потенциалните кандидати.

В последното десетилетие социалните медии се превърнаха не само в технологичен, но и в комуникационен и бизнес феномен. Чрез вплитането на технологии и комуникация социалните медии дават възможност за чувството на близост при комуникацията, независимо от разстоянието. Това не остава незабелязано от бизнеса и в днешно време голяма част от компаниите, опериращи не само на световно ниво, но и в България, залагат на социалните медии не само като средство за комуникация с клиенти и промотиране на компанията и нейните продукти, но и за осъществяване на набор на кандидати.

Традиционните източници на персонал като бюрата по труда, агенциите за подбор на персонал и обявите във вестници започват да бъдат измествани от социалните медии и в частност кариерно ориентираните социални медии поради тяхното трансформиране в технологичен, комуникационен и бизнес феномен. Това съчетаване на технологии и комуникации в социалните медии поражда чувството на близост при комуникацията, независимо от разстоянието. Голяма част от чуждите компании, опериращи в България, използват социалните медии не само като канал за комуникация с клиенти и промотиране на техните продукти, но и за осъществяване на набор на персонал. [6, стр. 94]

Социалните медии или SNS са феномен, чиито основи датират от 1840-те с въвеждането на телеграфа в САЩ [7]. С развитието на технологиите и появата на Интернет идеята за свързаност между хората претърпява развитие и през 1994 се появява първият опит за SNS. Geo Cities започва дейност през ноември 1994, последван от Classmates през декември 1995 и Six Degrees през май 1997 [8]. Six Degrees се смята за първата социална медия, тъй като потребителите имат

профили, могат да имат списъци с приятели и да добавят образованието си [9].

На 15 април 1999 се създава LiveJournal, който в последствие е продаден през 2007 на руската SUP Media, което спомага платформата да се превърне в един от водещите сайтове за блогинг и политически коментари в страната до декември 2016 г. [10].

С настъпването на новото хилядолетие последва и разрастване на социалните медии с откриването на нови сайтове, които се стремят да се наложат на пазара. Ryze се появява през октомври 2001, Friendster през март 2002, една от първите CSNS – LinkedIn през май 2003, hi5 през юни 2003, My Space през август 2003; първият опит на Google в пазара на социалните медии – Orkut през януари 2004, най-популярната западна SNS към момента

Facebook през февруари 2004, микроблогинг платформата Twitter през юли 2006, Tumblr през февруари 2007 и през февруари 2011 се появява вторият опит на Google да влезе в пазара на социалните медии – Google+.

С появата и разрастването на SNS много учени се опитват да дадат определение за това какво е социална медия като Каплан и Хаелайн дефинират SNS като „приложения, които дават достъп на потребители да се свързват, чрез създаването на профили с лична информация, каненето на приятели и колеги да имат достъп до тази информация и изпращането на имейли и съобщения един на друг“.

Според Бойд и Елисън социалните медии са „уеб базирани услуги, които позволяват на хората да създадат публичен или частично публичен профил в свързана система и да създадат списък с други потребители, с които споделят връзка, като имат възможност да преглеждат и да бъдат прегледани от други профили в системата“ [11].

Кариерно ориентираните социални медии (CSNS) са отрасъл на социалните медии, който е насочен към изграждане

на професионални връзки, промотиране на организации и новини от сферата на бизнеса и улесняване на процеса по набор на кадри.

Според Бютнър кариерно-ориентираните социални медии (CSNS) „са социални медии, чиято основна цел е ориентирана към аспекти на кариерата – намиране на ново работно място, намиране на служители, развитие на професионалните връзки и др.“.

Въпреки, че не са толкова популярни колкото стандартните SNS, CSNS предлагат възможността за публикуване на обяви за свободни позиции, като едновременно с това и възможността за притежание на личен или корпоративен профил, сливайки в себе си SNS и сайтовете за публикуване на свободни позиции т.нар. job boards. Тази възможност привлича вниманието и на компании извън сферата на CSNS като Facebook, които през 2017 представят функция за публикуване на обяви за работа на платформата, но единствено за страници на компании.

Нарастващото влияние на социалните медии в глобален мащаб е една от основните причини, която привлича бизнеса към използването им в практиката. Привличането на милиони потребители от цял свят може да се осъществи по няколко типа, които идват както с положителни страни, така и с вероятността от негативи и рискове за компаниите.

Според Беркович [12] набирането на кадри за свободни позиции, чрез социалните медии може да се осъществи по няколко начина, разделени по това кой е водещият участник при осъществяването на процеса.

Първият начин е фирмите или специалистите по човешки ресурси, които те са назначили да отговарят за процеса на наемане да поемат ролята на водещ участник като сами търсят кандидати, които според тях отговарят на определени параметри, изискващи се за длъжността като професионален опит, образование, умения и др. Най-често това се

осъществява, чрез кариерните социални медии (CSNS), към които попада и LinkedIn.

Използването на социални медии дава няколко възможности на работодателите, които не биха били достъпни, ако се използваха традиционните канали за набиране на персонал. Първата от тях е възможността компаниите да проучат социалните мрежи за кандидати, които считат за подходящи за позиции, които не са формално обявени към момента на търсенето. Освен това, специалистите, които са отговорни за набора на кандидати, разполагат с по-голяма възможност за избор за участие на потенциални кандидати в процеса на набор в сравнение с традиционните методи, които ги ограничават само до кандидатите, които са подали документи по обява на компанията.

Вторият метод е по-близък до познатите традиционни методи за набор на персонал. В него кандидатите за свободна позиция са водещите участници по предприемането на първата стъпка от процеса на набор, като кандидатстват по обяви за свободни позиции, които са публикувани от компаниите в социалните им профили. Дори ако компаниите не са активни в използването на социални медии като начин за набор на кандидати, специалистите по човешки ресурси могат да проучат кандидатите, които са подали документи за позицията, в социалните медии. На база информацията, която са представили в необходимите документи и информацията за тях от профилите им в социалните мрежи би помогнала на специалиста да придобие по-добра представа за кандидата и да улесни процеса по набор.

Тези два типа на набор, чрез социални медии показват процес на дигитализация, който според Хауптман и Щегер сочи, че светът се придвижва към процес на набор, който не изисква хартия, а се осъществява изцяло онлайн. В заключение Джус добавя, че „използваните понастоящем инструменти и техники в социалните медии не са пряка замяна на тра-

диционните процеси на набор, а по-скоро са допълнение към тях“ [13].

Използването на социални мрежи за набор на персонал е сравнително нов подход в управлението на човешките ресурси. Тяхното въвеждане като част от набора на кадри в компаниите има редица ползи както за самата компания, така и за потенциалните кандидати за работа.

Част от тях включват:

- *голям достъп до кандидати*

Според Херболд и Бамби [14] социалните медии са най-добрият начин да се достигне голям брой от хора за кратко време. Така, чрез тяхното използване организациите успяват да достигнат до по-голям брой кандидати от стандартните канали на разпространение и да открият най-подходящите от тях. Социалните медии са в полза на кандидатите за работа поради това, че за кратко време им осигуряват достъп до информация за свободните работни места за голям брой организации.

Според проучване на сайта Jobvite „49% от специалистите по набор на кандидати, които са приложили набора чрез социални медии, са забелязали увеличение в броя на кандидатите, а 43% са забелязали и увеличаване в качеството на кандидатите“.

Интегрирането на социалните медии в процеса на набор на персонал също улеснява кандидатите, чрез възможността те да кандидатстват през удобно за тях устройство, без да се изисква пътуване до фирмена локация или допълнителни разходи. Холм смята, че социалните медии разширяват възможностите за избор на най-подходящата професия и организация сред кандидатите за работа, тъй като в днешно време те имат достъп до всяка организация, чрез профилите им в социалните мрежи.

- *бърза комуникация и отговори*

Според проучване, проведено от Хънт, колкото повече фирмата използва социалните медии в процеса на набиране, толкова по-кратка е продължителността на процеса по наемането им.

Социалните медии могат също да бъдат използвани за идентифициране на потенциални кандидати с определени характеристики или квалификации и за достигането на нетрадиционни кандидати, които обикновено не попадат в таргетиранията от компанията група или имат опит в други сфери.

От това следва, че когато компаниите включат социалните медии в своите процедури по набор на персонал, те ще могат да наемат най-подходящите кандидати за изключително кратко време в сравнение с неизползването на социални медии.

- създаване на връзка между компанията и потенциалните кандидати
- намаляване на разходите

Широко прието е в литературата по темата да се приема, че онлайн набирането предлага рентабилна алтернатива на по-традиционните начини за набиране на персонал.

Проучване на Джус [15] показва, че около 40% от разходите по осъществяване на процеса на набор е намален от масовото използване на социални медии и е 50% по-евтин от използването на традиционните методи за набор на кандидати.

В статия за HR magazine Клементс цитира Джон Хъл, глобален ръководител на отдел „Човешки ресурси“ на фирма в Обединеното кралство, който твърди, че средно наемането на висока позиция с помощта на социалните медии струва на компанията 714 паунда в сравнение със 7500 паунда, чрез повече традиционни методи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При използването на социални медии за осъществяване на набор на персонал, специалистите по човешки ресурси имат възможност да се осъществи бърза и лесна връзка с потенциалните кандидати. Освен това, те също имат възможност да търсят потенциални кандидати и да изграждат дългосрочни взаимоотношения с тях. Социалните медии предоставят на

компаниите възможност и да поддържат връзка със стажанти, бивши служители и др., като по този начин управляват ефективно комуникацията на компанията.

Социалните профили на компанията могат да се използват също и за изграждане на бранда на компанията, което да помогне за наемането на служители. Висока ангажираност в социалните медии повишава осведомеността към компанията и създават възможност потребители да споделят вакантни длъжности към трети лица, с което да се увеличи броят на потенциални кандидати за работа.

Според проучване на Кларк и Робъртс [16] работодателите считат използването на социалните медии за проверка на информацията, предоставена от кандидата за приемлива практика при процеса на набор.

Според Браун и Вон социалните медии „предоставят една предварително налична възможност за проучване на кандидатите с минимални разходи, което позволява дори на малки фирми да ги използват за набор на кадри. Потенциалните работодатели могат да имат достъп до детайлна информация, която да им позволи да стигнат до заключения или изводи за характера на кандидатстващия, които не биха били постигнати лесно или евтино, чрез традиционните методи за набор“.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Tubey, Ruth и колектив. History, Evolution and Development of Human Resource Management: A Contemporary Perspective.// European Journal of Business and Management,
- [2] Калчев, Р. и др. Управление на човешките ресурси. Варна: Унив. изд. Наука и икономика, 2014
- [3] Bratton John, Gold Jeff. Recruitment and Selection. In: Human Resource Management. Palgrave, London, 1994
- [4] Златева-Петкова, Цанка. Актуални аспекти в управлението на организациите. МНК „Интелигентна специализация на България“, София, 2014 г., стр. 691-699, ISBN 978-954-9432-61-9 (CD)

- [5] Златева-Петкова, Ц. Планиране на потребностите от персонал и източници за тяхното осигуряване. Международна научна конференция УНИТЕХ`19, Габрово, 2019, том III, стр. 89-95, ISSN 1313-230X
- [6] Златева-Петкова, Ц. Планиране на потребностите от персонал и източници за тяхното осигуряване. Международна научна конференция УНИТЕХ`19, Габрово, 2019, том III, стр. 89-95, ISSN 1313-230X
- [7] Riese, Monica. The definitive history of social media [Онлайн ресурс] 1 изд. The Daily Dot, LLC, 14.11.2018,
- [8] Lee, Jo. Social media: what is it and how does it work? 1 изд. Marmalade Marketing Ltd., 14.01.2019
- [9] CBS News. Then and now: a history of social networking sites 1 изд. CBS Interactive Inc., 15.02.2019
- [10] Abel, Jennifer. LiveJournal, Now Based in Russia, Bans "Political Solicitation" in New User Agreement 1 изд. Heavy, Inc., 12.02.2019
- [11] Boyd, Danah, Ellison, Nicole. Social network sites: Definition, history and scholarship. // Journal of Computer-Mediated Communication, 13(1), с.210-230, 2007
- [12] Berkowitch, Anne. 'What Does Success Look Like for Your Company: Social Media Starting Points with Measurable Returns'. // People & Strategy, 2010, Vol. 33 Issue 3, с. 10, 2010
- [13] Joos, John. G. Social media: New frontiers in hiring and recruiting, Employment Relations Today. // Wiley Business Source Complete, 2008, Vol. 35, Issue 1, с. 51-59
- [14] Herbold, Joshua, Bambi, Douma. Students' use of social media for job seeking. // CPA Journal, 2013, Vol. 83, Issue 4, с. 68-71
- [15] Joos, John. G. Social media: New frontiers in hiring and recruiting, Employment Relations Today. // Wiley Business Source Complete, 2008, Vol. 35, Issue 1, с. 51-59
- [16] Clark, Leigh A., Roberts, Sherry J. 'Employer's Use of Social Networking Sites: A Socially Irresponsible Practice'. // Journal of Business Ethics, 2010, Vol.95, Issue 4, с. 507-525

ОРГАНИЗАЦИОННА КОНЦЕПЦИЯ ЗА ИЗГРАЖДАНЕ И ФУНКЦИОНИРАНЕ НА СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ПЕРСОНАЛА В УСЛОВИЯТА НА КРИЗА, ПОРОДЕНА ОТ ЕПИДЕМИЯТА ОТ COVID-19

ORGANIZATIONAL CONCEPT FOR THE ESTABLISHMENT AND FUNCTIONING OF A PERSONNEL MANAGEMENT SYSTEM DUE TO THE COVID-19 EPIDEMIC CRISIS

Vasil Milchev Papazov
MTV Consulting Ltd.

Abstract

This study is dedicated to the methods and approaches used in small and medium enterprises in order to set up and coordinate a personnel management system during the epidemic situation. In 2020, humanity, and in particular small and medium-sized businesses, faced the challenges created by something unforeseen up to this day. A new virus has closed schools, kindergartens, small and large businesses. Many small and medium-sized companies have ceased to exist due to their inability to adapt to the new conditions or the delayed measures undertaken by the state. A number of enterprises and companies in various fields, including services, have managed to find flexible and innovative ways to remain on the market. Despite the difficulties, they found working methods to retain staff, find a new way to manage their work, and exercise control over their tasks. The crisis situation has called into question the resilience of all systems and asked new questions on the topic of crisis management. We have observed phenomena in crisis management, both at state level and in business. However, to a large extent, we have seen more of a chaos management. For the moment, the experience of several small and medium-sized companies has been studied, although for a short time, trends in large enterprises have been observed. Despite my deep understanding that the state should only regulate market relations and not participate in the management of business, in this particular situation I had in mind its actions or inactions, as a factor in the development of phenomena and processes.

Keywords: crisis, innovation, flexibility and adaptability, small and medium-sized enterprises

ВЪВЕДЕНИЕ

През последните няколко месеца бяхме свидетели на безпрецедентна криза във всяко едно измерение на понятието. Започна като здравна, премина през обществена и отшумява основно като икономическа криза. Осезаемо се забелязва липсата на квалифицирани кадри, които да управляват

криза на ниво държава и на ниво бизнес.

Изключително интересен е фактът, че всъщност такива кадри, специализирани подготвени за това няма. И тук основен фактор в мениджмънта се оказва лидерството и влиянието на естествените лидери в системата на мениджмънта. Какво имам предвид?

В тази ситуация нямаше вярно решение! Имаше предложения, които се възприемаха от хората не по тяхната логика, а по нивото на доверие, генерирано от лицето представящо идеята си. Това и на ниво държава и на ниво бизнес постави тези решения пред риска, ако не лежат на обективни и логични факти и обстоятелства, вместо да решават проблеми, да ги задълбочат. Могат да се дадат примери и в едната и в другата посока, които ще представя в изложението.

Динамичните процеси, които са характерни при условията на криза, изправиха редица български организации пред съществената необходимост от промяна в отношението и начина на управление, търсейки опита на водещите фирми в света. Основната философия и духът на организацията се оказаха много по-тясно свързани с ефективността, отколкото технологията, икономическите ресурси, структурата на организацията, новаторството и координирането им във времето [1, стр. 206]. За мен лично по-големият извод е редицата промени, които доведе кризата. Промени в нагласите и в потреблението, промени в поведението, в ценностите, но основния ми фокус е в промените, които се случват в процеса на управление на фирмите и респективно на държавата.

Умишлено няма да влизам в темата с ръста на безработицата, защото за мен лично това беше „антикризисна мярка“, която предприеха определени фирми поради липса на адекватна подкрепа от страна на държавата. Намирам тази мярка за временна и е един от примерите за решения, не базирани на логика, а взети от ситуация на паника. Повече искам да анализирам и да извлека изводи от фирмите, които не освободиха персонала, а намериха гъвкави решения да го запазят. Аз самият не вярвах, но с времето се убедих, че да оставиш персонала си на работа и да управляваш този процес дистанционно е сериозно предизвикател-

ство и не е по силите на всеки мениджър.

В кризата всички мениджъри влязоха почти еднакво подготвени за криза, но излязоха (поне на този етап) с различно ниво на умения, опит и практика. Смело твърдя, че при следваща подобна криза у нас вече има редица фирми и мениджъри, които имат готовност още по-бързо да се адаптират и да пренастроят процесите така, че да излязат още по-стабилни от кризата. Ключът за този успех е, че благодарение на забавянето на динамиката, мениджърите, персонала, всички в този процес имат допълнителен запас от време и поле за пробация на нови и различни подходи. И онези, които имат правилен анализ и бързо успяват да внедрят нов подход, бързо се адаптират в новите условия и на потребление и на ценности и на управление на ниво държава. В тези няколко месеца икономиката и човечеството с всичките им присъщи от икономическа гледна точка елементи се измениха коренно и то буквално от днес за утре и това неминуемо промени и пазарната среда.

ИЗЛОЖЕНИЕ

За да онагледим всичко казано във Въведението е редно да влезем в повече конкретика. Започнах с това, че 2020 година започна със здравна криза, която породила икономическа. Тук можем да водим много дълъг спор, в обществото той вече се води, дали мерките, които държавите предприеха за да опазят здравето на хората или по-скоро системите на здравеопазване породиха по естествен път икономическа криза. Тя се изрази основно в намалено потребление, блокиране на цели сектори, като транспорт, туризъм и др. Това доведе до фалити на фирми, рязко повишаване на безработицата и др.

Аз не се наемам да анализирам и да давам оценки на мерки, които държавата предприе за опазване на здравето

на хората или по-точно за опазване на системата на здравеопазване. Оставям за себе си мнението до колко и в какво се е справила, защото това е субективно за всеки. Не може обаче да не се заключи категорично, че здравната криза и мерките, предприети в следствие на появата на вируса изправиха всички пред редица предизвикателства.

Този път без икономическа логика се промениха и начина ни на живот, и потребление и работата ни, личния ни живот. Всичко това ни изправи пред нови предизвикателства, като мениджъри на собствения ни живот, а определени хора пред дилемата да спасяват или да закриват бизнеса си. Някой от изброените веднага започнаха да правят анализ на ситуацията, анализираха резервите си, мерките предприети от държавата, възможностите на банките и всичко останало за да трансформират бизнеса си и да да оцелеят. Други, които или не направиха това или бяха в ситуация на „поредна криза“ ликвидираха бизнеса си у нас.

Не може обаче да се отрече, че в редица сфери на производството и услугите се откриха нови възможности и кризата повлия благоприятно на бизнеса им. Редица предприятия в текстилния бранш започнаха производство на маски, други разработваха шлемове, дезинфектанти, различни предпазни витрини, извършваха дезинфекция на публични пространства, което пък стабилизира позициите им на пазара.

Или каквото и да е породило икономическата криза, колкото и асистемно и алогично да е било, предприемача по дух и мениджъра – лидер успяха да оцелеят и след тази „буря“. Основният ми мотив да напиша тези редове е приятната изненада, която поднесоха на всички редица малки и средни предприятия, които отказаха да теглят нови кредити, отказаха да участват в поредната програма за спасяване на бизнеса си и не хленчиха пред

медиите как нямат въздух и трябва да затворят фирмите си. За тези хора, дори да се броят на пръсти посветих времето си за да напиша настоящата публикация.

Искам да илюстрирам казаното с няколко примера. Малка фирма създадена в Габрово от двама габровци, които се завръщат скоро в родния си град и в процеса на работа се развиват и привличат в екипа си трети човек, завършил също Технически Университет – Габрово. Тримата инженери работят със много скъпа техника за лазерно рязане, 3D принтери, за които са вложили спестените си пари от работата си в чужбина. В началото на март, кризата ги заварва неподготвени, защото работят основно за чужбина и затварянето на граници, затруднения с транспорт и фалити на контрагенти са причината да нямат работата.

Тримата инженери седат, правят бърз анализ на нуждите на пазара, който обслужват, но този път с фокус на вътрешния пазар и им хрумва да направят предпазни шлемове за лекарите в Габровската болница. Изобретението им е изключително полезно и удобно за използване и така за кратко време получават много поръчки за подобни шлемове. Този пример идва да ни покаже, че добрият мениджър и предприемач е онзи, който намира в проблемите възможности и постига успех. Събирането на идеи за нови продукти трябва да бъде постоянен ангажимент на ръководството на организацията. Работата по откриване на нови идеи трябва да бъде системна и организирана като се използват всички възможни рационални източници на идеи. [2, стр. 98]

Не така стои въпроса с няколко поголеми фирми, които взеха бързото решение да изпратят всичките си служители на трудовата борса. Хората в организацията са основен фактор за изпълнение на производствената про-

грама, за осъществяване на дейността и създаване на организация за нормално протичане на производствените и другите процеси. [3, стр. 90] Така те ликвидираха бизнеса си за дни. Оправдание да затвориш завод винаги може да се намери, но мое проучване, което нямам претенция да е представително показва, че над 60 % от фирмите, които прекратиха съществуването си просто са чакали удобен момент да го направят и кризата с COVID – 19 само катализира този процес.

Тук е момента да кажа, че и аз в качеството си на управител на малка фирма имах период, в който мислех да я закрия, но взех решение временно да спра дейността ѝ, защото нямах нает към момента персонал и това беше удобно и лесно решение, но то спаси фирмата и тя в момента отново функционира. И това ме подсеща за пример, който не бях включил в предварителния анализ за тази публикация, а именно примера с моята фирма. Имам консултантска фирма, в която аз и моята съпруга сме съдружници и основни изпълнители на дейността. През месец август 2019 започнахме плавна трансформация на дейността, защото бяхме прекалено много фокусирани върху услуга, която не е онова, което сме заложили като идея при създаването на фирмата и беше редно да се завърнем към основния си смисъл на съществуване на пазара, а именно организиране на събития. И така плавно през зимата започнахме да спираме едни дейности и да развиваме публични събития. Естествено през месец март идеята да чакаме кризата да приключи, не беше реалистична, защото тогава никой не можеше да даде прогноза кога ще приключи.

Много наши партньори и фирми със сходна дейност реализираха различни решения. Няколко фирми се закриха, няколко се трансформираха, една или две минаха на резерв и изча-

каха завръщане, а ние и още не малко фирми преминахме на режим на дистанционна работа. Което ни показа, колко повече работа можем да вършим по този начин, и нещо повече, колко по-качествен може да е процеса на работа по този начин. Естествено на всички ни липсваше добре познатия личен контакт и работата очи в очи, обаче благодарение на този ни подход имахме възможност да разговаряме с повече клиенти и партньори и нещо много важно, успях да събера достатъчно информация за да направя редица изводи, които станаха и част от тази публикация.

Благодарение на изнасянето на работата ни в он-лайн пространството успяхме да спечелим нови клиенти, без значение къде се намират те и успяхме да се запознаем с много и различен опит на мениджъри за това, как управляват персонала си от физическа дистанция. Опитна на всички беше много специфичен и различен заради спецификата на работата, но доказва тезата, че добрия мениджър може да ръководи успешно персонала си и без добре познатите ни средства в работната среда. Освен това на всички ни се наложи едновременно да работи и да се грижим за децата си, което е огромен успех.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От всички примери и разсъждения могат да се обобщят следните изводи. Основен извод е, че средата в която сме свикнали да работим може да се измени коренно и безвъзвратно от днес за утре и ние трябва бързо да намираме нови подходи, за да управляваме хора и процеси. Изваждането от зоната ни на комфорт, като това да оставим детето в детската градина, да отидем в офиса си и да наблюдаваме пряко подчинените си, събрани на едно място вече не в миналото.

Това не е проблем само на мениджърите, това е проблем и на хората, с които работим и хората, за които отговаряме. Отново на преден план излязоха човешките отношения, в една среда трябваше да сме със семействата си и да работим едновременно и всеки да прави нещо различно – един да учи, друг да работи, трети да си почива заслужено след много години трудов стаж. И на пук на всичко и всички да продължаваме да се развиваме и да ставаме още по-гъвкави и успешни. И перифразирайки накрая искам да кажа, че вируса не успя да убие хора и

фирми, но онези които оцеляха сега са по-силни!

ЛИТЕРАТУРА

[1] Златева-Петкова, Цанка. Проблеми и трудности при управление на човешките ресурси в условията на криза, МНТК Унитех/2011, Габрово, 2011, т. III, с. 201÷206, ISSN 1313-230X

[2] Златева-Петкова, Цанка. Разработване на програма за създаване на нов продукт, МНТК УНИТЕХ`19, Габрово, 2019, том III, стр. 96-101, ISSN 1313-230X

[3] Златева-Петкова, Цанка. Планиране на потребностите от персонал и източници за тяхното осигуряване, МНТК УНИТЕХ`19, Габрово, 2019, том III, стр. 89-95, ISSN 1313-230X.

ОЧЕРТАВАНЕ НА ПРОБЛЕМИТЕ И ПЕРСПЕКТИВИТЕ В ОРГАНИЗАЦИЯТА И СЧЕТОВОДНОТО ОТЧИТАНЕ ПРИ ПРИЛАГАНЕ НА СПЕЦИАЛНИЯ РЕЖИМ „КАСОВА ОТЧЕТНОСТ НА ДДС”

OUTLINE OF PROBLEMS AND PROSPECTS IN THE ORGANIZATION AND ACCOUNTING IN THE SPECIAL MODE “VAT CASH REPORTING”

Ivan Nikolaev Sabev, Ph.D.
Technical University of Gabrovo

Abstract

*The research is relevant and practically significant for the modern financial and economic activity of enterprises. **The main goal** of this study is through analysis of the essence and specifics of special mode “VAT Cash Reporting” to outline organization’s problems and prospects, and also, small and medium-sized enterprises daily business accounting.*

Keywords: VAT Cash Reporting, Value added tax, special mode, accounting

ВЪВЕДЕНИЕ

Въвеждането на режима „Касова отчетност на ДДС” е наложено от съвременните условия и се свързва с хармонизиране на българското законодателство относно изискванията на европейските директиви в областта на косвеното облагане. В нашето законодателство специалния режим има за цел да подпомогне малките и средни предприятия, които срещат затруднения при изплащането на ДДС към държавния бюджет. Чрез него те имат възможността да плащат данъка преди да са получили плащане по изпълнените от тях доставки на стоки и услуги от своите клиенти. В резултат на това се налагат промени както в ЗДДС, така и в Правилника за прилагането му.

Прилагането на режима „Касова отчетност на ДДС” в стопанската практика на предприятията поражда противоречиви мнения, поради неудобствата, които възникват при счетоводното отчитане на данъка върху добавената стой-

ност. Въпреки че няма задължителен характер, той рефлектира върху всички участници на пазара, а оттам поражда и различни гледни точки. Както всеки проблем, така и настоящия не може да се анализира едностранчиво, тъй като той има както своите плюсове, така и своите минуси.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Темата на настоящото изследване е насочена към очертаване на проблемите, възможните решения, положителните и отрицателните страни в организацията и счетоводното отчитане на специалния режим за „Касова отчетност на ДДС”. Наред с ползите се пораждат и редица проблеми пред практикуващите, които затрудняват отчетността. Те влияят не само на предприятията, които прилагат режима, но засягат и всички стопански субекти.

Въз основа на направените теоретически и практически проучвания, се

постига анализ на силните и слабите страни, като се цели характеризиране на ефекта от прилагането на режима пред малките и средни предприятия, които срещат сериозни затруднения при плащането на ДДС към бюджета, преди да са получили плащане по извършените от тях доставки на стоки и услуги от клиентите си [1]. Ползите от въвеждането на специалния режим се обособяват в следните [2]:

- ❖ Намаляване на междуфирмената задължнялост;
- ❖ Подобряване на ликвидността на малките и средни предприятия;
- ❖ Намаляване на данъчните измами, при които се използват фиктивни доставчици и/или фиктивни сделки за неправомерно възстановяване на ДДС или за намаляване размера на дължимия данък за внасяне.

Малките и средни предприятия са водещата част от икономиката на Европейската общност, което ги прави водещи в областта на икономическото развитие, заетостта и социалната интеграция. За насърчаване на тяхното развитие е особено важно подобряването на средата, в която те функционират. В условията на тежка икономическа обстановка в България и поради малкия брой работещи фирми, основен механизъм за излизане от кризата е ограничаването до минимум на сивата икономика, което има за цел повишаване на конкурентноспособността и стимулиране дейността на предприятията.

Въведената нова глава в ЗДДС [3] регламентира прилагането на специалния режим за „Касова отчетност на данък добавена стойност“. Той не се отнася за малките предприятия, които получават плащанията си веднага, тъй като те нямат проблеми с клиентите си. Режимът е насочен към фирми, които срещат затруднения при плащане на ДДС към бюджета, преди да са получили плащане по извършената от тях доставка.

Фирмите, които използват специалния режим имат преимущество, че не са затруднени да внасят косвения данък в бюджета при сделки със своите контрагенти, за които все още не са получили плащане от тях. Предприятията, които имат недостиг на оборотни средства за заплащане на ДДС, са облагодетелствани от тази мярка, в следствие на което косвено подобряват своята ликвидност. По-добрата ликвидност е свързана с това, че доставчика няма да внася ДДС, докато клиента не извърши плащане по фактурите.

Премахва се възможността за ползване на данъчен кредит, преди да е извършено плащане. В резултат на това с въвеждането на режима малките и средни предприятия ще избегнат внасянето на ДДС до момента на получаване на плащане по доставките. Едновременно с това няма да влязат пари в държавната хазна, докато данъчният кредит не е необходим за съответното предприятие. Ефектът за бюджета ще е нулев, тъй като доставчика по неплатената фактура не внася ДДС, защото не е изискуем, а клиента не ползва данъчния кредит. Търсенето на вземания от контрагентите обуславя положителен ефект от специалния режим и предоставя възможността да се предвиди предсрочна изискуемост при евентуално неплащане в определен срок.

Наличието на пропуски и неточности в концепцията на режима водят до редица проблеми пред практикуващите. Според разпоредбите [3] на ЗДДС, съставянето на дневниците е задължително като в тях се описват подробно всички направени покупки и продажби през месеца. При авансово плащане доставчикът е длъжен да издаде фактура, в която е начислен на отделен ред ДДС, в 5-дневен срок от получаване на плащането. Тя се отразява в дневника за продажбите в данъчния период, за който е издадена. С въвеждането на касовата отчетност механизмът за водене на дневниците по ДДС става усложнен и объркан.

Констатира се случаи, при които предприятията изкуствено бавят плащанията до момента, в който извършат реализация на произведената си продукция и се нуждаят от данъчен кредит. При фактури с продължително просрочие не се предвижда как да се документират и докога могат да не бъдат счетоводно отразени в дневниците.

На база изложеното по-горе се достига до извода, че режима на касова отчетност е неприложим за авансовите плащания [4].

Важен проблем пред режима се оказва междуфирмената задължнялост. Съществува вероятност някои предприятия, регистрирани по режима да не търсят вземанията си в определения срок, след като не са длъжни да начислят дължимия данък в бюджета. На тази база е възможно увеличение на обема на просрочените задължения и удължаване сроковете за тяхното погасяване. Неполучаването на плащане за дълъг период е проблем, който съществува в практиката, но нормативно няма решение. Тук е резонно да се позовем на давностния срок, при който след изтичането му вземанията могат да се отпишат и да се признават за разход. От своя страна ДДС не е получен и съответно не е внесен в бюджета, следователно самият данък не може да се признае за разход.

Затрудненията при изготвянето на първичните счетоводни документи и регистри, както и счетоводното отразяване на разчетите за ДДС са процеси, които усложняват документирането. Извършването на еднотипни повтарящи се действия в дневниците за продажбите отнема работно време, поражда неудобство и допълнителна ангажираност на персонала във фирмата. За предприятия, регистрирани по режима, увеличаването на документооборота усложнява работата и създава условия за определени административни проблеми.

Режима „Касовата отчетност на ДДС“ създава проблеми на предприятия-

та и при протичане на данъчни ревизии, което води до отлагане във времето на паричните потоци. Срокът за проверка значително се удължава от необходимостта да се определи, дали плащането по конкретна облагаема доставка е пълно или частично. В заключение се посочва, че автоматизацията е трудно възможна, което е свързано с допълнителни разходи за счетоводни услуги. Въвеждането на режима изисква непрекъснато актуализиране на Софтуера за счетоводни регистри и отчетни документи, което е свързано с изходящ паричен поток.

От изложеното до момента, може да се направи извода, че предприятията прилагащи режима, срещат усложняване на счетоводно-отчетния процес, което непосредствено влияе върху платежоспособността и ликвидността им.

Друга съществена трудност, срещана при използването на режима „Касова отчетност на ДДС“, е изискването за задължително плащане по банков път. В случаите когато плащането е уговорено в брой, режима на се прилага, въпреки че е получено разрешение за това. Съществуваща слабост се наблюдава, когато клиента има възможност да влияе на доставчика и поиска от него издаване на фактура в брой, а той да плаща по нея отложено във времето. В подобна ситуация специалния режим няма да намери своето приложение – доставчика ще начисли и внесе ДДС, а клиента ще ползва данъчния кредит, т. е. всичко е както преди въвеждането на режима „Касова отчетност на ДДС“.

Причина за слабия интерес от страна на предприятията към режима е незадължителната регистрация за всички фирми на територията на страната. Задължителното разплащане по банков път, усложнената документация и еднотипните повтарящи се действия, водят до избягване от страна на предприятията, които водят стандартна отчетност, сключването на сделки с фирми, прилагащи касова отчетност.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Очертаните проблеми в хода на изследването на специалния режим за „Касова отчетност на ДДС”, са основание да се направи извода, че малките и средните предприятия, регистрирани по него срещат редица трудности, ограничения и проблеми при платежоспособността и ликвидността си. Ползите от изследваните проблеми при организацията и счетоводното отчитане на финансово-стопанската дейност на предприятията, разкриват възможността за адекватни решения и откриване на перспективи при прилагането на специалния режим.

Поради усложненията, които режима води със себе си, той не привлича бъдещи предприятия, но със сигурност насочва счетоводителите да обърнат внимание на положителните и отрицателните страни, преди да посъветват своите клиенти, дали да прилагат специалния режим.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Василева, В. Изменения и допълнения в ЗДДС, в сила от 01.01.2014 г. // Сп. „Актив”, бр.1, 2014.
- [2] Концепция за въвеждане на режим „Касова отчетност на ДДС” в Националното данъчно законодателство., <http://212.91.171.190/Document.aspx?id=2135882115&category=normi&lang=bg-BG&interpretedQuery=%d0%ba%d0%b0%d1%81%d0%be%d0%b2%d0%b0+%d0%be%d1%82%d1%87%d0%b5%d1%82%d0%bd%d0%be%d1%81%d1%82+%d0%bd%d0%b0+%d0%94%d0%94%d0%a>
- [3] Закон за данък върху добавената стойност // Д ъ р ж а в е н вестник, бр. 63 от 4 август 2006 г., доп. ДВ. бр.18 от 28 Февруари 2020 г. (<http://www.lex.bg/en/laws/ldoc/2135533201>) (12.05.2020)
- [4] Наръчник на икономиста (Коментар по измененията на ЗДДС и ППЗДДС). Пловдив, Изд. Учебен център „ПЛУТОН – 1”, 2014.

ФУНКЦИОНАЛНО ПРОЯВЛЕНИЕ НА ДАНЪК ДОБАВЕНА СТОЙНОСТ КАТО ИНСТРУМЕНТ ЗА ФОРМИРАНЕ НА ПАРИЧНИ ПОСТЪПЛЕНИЯ В ДЪРЖАВНИЯ БЮДЖЕТ

FUNCTIONAL MANIFESTATION OF VALUE ADDED TAX AS A TOOL FOR THE FORMATION OF CASH RECEIPTS IN THE STATE BUDGET

Ivan Nikolaev Sabev, Ph.D.
Technical University of Gabrovo

Abstract

The chosen topic is important for the scientific progress and economic developments of the modern society. The relevance of this work is determined by the need for a scientific clarification and a case examination of the possibilities for a functional manifestation of the value added tax (VAT). The main objective of the report is to outline the main functions and tasks of the VAT, by analysing its intrinsic characteristics, and to derive specific guidelines for generation of income in the state budget on this basis.

Keywords: value added tax (VAT); turnover tax; taxes; direct and indirect taxes

ВЪВЕДЕНИЕ

Данъците са една от най-динамични сфери на финансовата теория и практика, които изискват прецизен и всеобхватен анализ. Те са основните приходи в бюджета на всяка съвременна държава, предназначени за покриване на нейните разходи.

В икономическата и финансова литература съществуват различни видове данъци. За целите на настоящата разработка се поставя акцент върху проявлението на данък добавена стойност (ДДС). Той формира основната част от приходните постъпления в държавния бюджет. Това е предпоставка за задълбочено изследване и характеризиране на механизма му на действие. Преди да се анализират теоретичните постановки и функциите на ДДС, е необходимо да се изведе понятието „данък“ и „данъчно облагане“ в юридически и икономически аспект.

ИЗЛОЖЕНИЕ

В съвременните научни направления понятието „данък“ се тълкува по различни начини. Настоящият доклад акцентира основно върху икономическия смисъл на думата. Въпреки това, не бива да се пренебрегва и юридическото тълкуване. Съгласно Конституцията на Република България всички граждани са равни пред закона и са длъжни да плащат данъци и такси, установени със закон, съобразно техните доходи и имущество [1]. В резултат на това се приема, че гражданите на държавата са равни както пред закона, така и пред данъците.

Данъците са комплексно явление предизвикано чрез правни норми, което поражда икономически ефекти. Облагането им се осъществява чрез прилагане на държавната власт, регламентирано в данъчните закони. Данъците са основна техника за събиране на пари (чрез мобилизиране на част от доходите на икономическите агенти – домакинствата, фи-

нансови и нефинансови фирми), с цел да се изпълнят конкретни функции и да се решат дадени задачи [2]. Изпълнението на функциите и решаването на задачите се осъществява от държавата в полза на народа, обществото.

Във финансовата литература понятието „данък“ отразява съществена част от процеса на разпределението и преразпределението на националния доход и формирането на преобладаващата част от бюджета на държавата [2]. Според **Ем. Калчев** понятието „данъчното облагане“ най-общо отразява начините и формите за прилагане на данъците като инструменти за финансиране на публичните бюджети [3].

Функционалното проявление на данъците се основава на техните различни класификации. С оглед на практическото им значение се обособяват преки и косвени (непреки) данъци. Първите са определени годишно (често в зависимост от договорената предварително база) върху собствеността, професията или дохода, а косвените са върху потреблението и обръщението – данъците върху оборота, митата и регистрационните такси [4]. В зависимост от въздействието на данъка върху платците преките данъци са задължение, което се поема от законния платец, докато косвените са включени в цената на стоките и услугите като задължението се поемат от крайния потребител.

ДДС е наследник на косвените данъците известни като „данъци върху стоките“, а по-късно и като „данъци върху оборота“. Той е най-широко прилагания косвен данък в света и притежава набор от качества, които го правят предпочитан пред своите предшественици [5]. При ДДС е налице разлика между реалния платец на данъка и този, който го начислява и внася. Той се плаща от купувача (крайния потребител) на стоките и услугите, а се начислява и събира на всеки етап от възпроизводствената верига. Следователно ДДС се характеризира ка-

то косвен, прехвърляем, некумулятивен, многофазен оборотен данък.

В България ДДС е въведен през 1994 г., като заменя прилагания до тогава „данък върху оборота“. Между двата данъка съществуват някои прилики, които могат да се изведат в следните общи черти [5]:

а) данъка се включва към цените на стоките и услугите като данъчната тежест се поема от крайните им потребители, а начисляването и внасянето на данъка се осъществява от производителите и търговците;

б) еднакъв е икономическия източник и при двата данъка – доходите на населението, закупуващи стоки и услуги;

в) сходна облагаема основа – цената на стоките и услугите, обявена от производителите и търговците;

г) облагат се само стоки и услуги, предназначени за крайно потребление, без тези влагани в производството. Това се обуславя от прехвърляемостта на данъците;

д) общ принцип за възникване на задължението за начисляване на данъка – смяната на собствеността на стоките и услугите;

В резултат на очертаните прилики се констатира, че и двата данъка са косвени, което е предпоставка за по-лесното усвояване на новия данък. В действащия към момента Закон за ДДС се ползват и понятия като „данъчен обект и субект“, „данъчна ставка“, „данъчен период“, „данъчно задължено лице“ и др., които го отличават от ползвания до 1994 г. „данък върху оборота“.

На база анализ на регламентите в ЗДДС се установява, че между двата данъка съществуват някои съществени различия. Те се породени от базовите принципи на облагане на двата закона, в основата на които стои изменената нормативна уредба. Следователно за целите на настоящия доклад паралелно с

изтъкването на съществените различия се характеризират и споменатите по-рано понятия в ЗДДС. Целта на подобен подход в изследването е да се установят предимствата на данъка върху добавената стойност. Чрез извършване на сравнителен анализ между „данъка върху оборота” и ДДС, могат да се обособят следните различия [5]:

Първо. За системата на ДДС е характерна регистрацията в съответствие с действащия Закон за ДДС. Съществува два вида регистрацията – задължителна и по избор. Обикновено задължителната регистрацията е обусловена от т.нар. праг на регистрацията, който представлява сумата на оборота. Превишението на тази сума в продължение на определен период от време води до регистрацията на данъчно задълженото лице по ЗДДС. Под „данъчно задължено лице“ в закона се разбира всяко лице извършващо независима икономическа дейност, без значение от целите и резултатите от нея. От своя страна „независима икономическа дейност“ в закона се характеризира като дейността на производители, търговци и лица, предоставящи услуги, включително в областта на минното дело и селското стопанство, както и упражняването на свободна професия, включително на частен съдебен изпълнител и нотариус. Независима икономическа дейност е и всяка дейност, осъществявана редовно или по занятие срещу възнаграждение, включително експлоатацията на материално и нематериално имущество с цел получаване на редовен доход от него [6]. В действащия към момента ЗДДС всяко данъчно задължено лице с облагаем оборот 50 000 лв. или повече за период не по-дълъг от последните 12 последователни месеца преди текущия месец е длъжно в 14-дневен срок от изтичането на данъчния период, през който е достигнало този оборот, да подаде заявление за регистрацията по този закон [6], т.е. данъчно задължените лица превишаващи т.нар. праг на регистрацията

от 50 000 лв. подлежат на задължителна регистрацията.

Второ. Системата на ДДС се характеризира с регистрацията по Закона и подаването на данъчна декларация. След изтичане на определен период от време, регистрираното по ДДС лице е длъжно да подаде данъчна декларация и в определен от закона срок да внесе в бюджета полагащия се в полза на държавата данък. Съгласно действащия у нас ЗДДС за всеки данъчен период регистрираното лице подава справка – декларация, съставена въз основа на дневника за покупките и дневника за продажбите. Съгласно Закона, заедно със справката – декларация се подават и отчетните регистри за съответния данъчен период. Това се случва до 14-то число включително на месеца, следващ данъчния период, за който се отнасят. По смисъла на Закона „данъчният период“ е периодът от време, след изтичането на който регистрираното лице е длъжно да подаде справка – декларация с резултата за този данъчен период [6]. В съответствие с подаването на справката – декларация и отчетните регистри към Националната агенция по приходите (НАП) е необходимо да се установи, резултатът за данъчния период. В закона понятието „резултат от данъчния период“ се характеризира като разликата между общата сума на данъка, който е изискуем от лицето за този данъчен период, и общата сума на данъчния кредит, за който е упражнено правото на приспадане през този данъчен период [6]. Във връзка с факта, че ДДС е прехвърляем данък и се понася от крайните потребители, регистрираните данъчно задължени лица могат да ползват данъчен кредит, представляващ сумата, която последните имат право да приспадат от данъчните си задължения по ЗДДС. Когато начисленият данък за продажбите превишава данъчния кредит, разликата представлява резултат за периода – данък за внасяне. Съответно, когато данъчният кредит превишава

начисления данък, разликата представлява резултат за периода – данък за възстановяване. Регистрираното лице определя само резултата за всеки данъчен период – данък за внасяне в държавния бюджет или данък за възстановяване от държавния бюджет.

Трето. ДДС се характеризира с всеобщност на облагането на стоките и услугите. Относно „данъка върху оборота“ са характерни преференции във връзка с облагането като например за отделни видове производства. Обектът на облагане с данък е само новосъздадената (добавена) стойност [7]. Изброените в закона случаи определени като „обект на облагане“ в икономически аспект представляват всъщност „предмет на облагане“, т.е. доставки и придобивания, а не „добавената стойност“ – обекта. Въпреки това се счита, че в икономически аспект „предмета на облагане“ с данък добавена стойност са действията със стоки и услуги, записани в закона като доставки. Респективно „обекта на облагане“ е добавената стойност в процеса на реализация на стоките и услугите. С ДДС се облагат всички доставки на стоки и услуги, освен изрично записаните в закона случаи на доставки, облагани с нулева ставка и освободени доставки.

Четвърто. Съществува разлика между начисляването на „данък върху оборота“ и „данъка върху добавената стойност“ в цените на стоките и услугите, както и в определянето на данъчното задължение, когато сумата не е упомената. Това е породено от въздействието на двата данъка върху стойността на стоките и услугите. Например данъка върху оборота се определя пряко с процента на ставката върху стойността и води до натрупване на косвения данък сам върху себе си. Чрез ДДС това натрупване се избягва, защото данъка се начислява само върху добавената стойност от производител или търговец. Същите като данъчно задълженото лице имат право да приспаднат данъчния кредит от начисления данък и в края на данъчния пери-

од да установят само резултата. Интересното в случая е, че с еднакви данъчни ставки данъчната тежест е различна, породена от разликата в сумите на данъка върху оборота и данъка добавена стойност. Например при стоки с цена 200 лв. и еднакви данъчни ставки на ДО и ДДС 20%, сумата на данъка, съдържащ се в цената ще е различен. Сумата на ДДС се изчислява като: $200 \cdot 20 / 100 + 20$, а на ДО: $200 \cdot 20 / 100$.

Резултатът от направените изчисления показва, че сумата на ДО е 40,00 лв., а на сумата на ДДС е 33,33 лв. Следователно данъчната тежест на ДДС е с по-благоприятно влияние върху крайните потребителските цени.

Пето. Данъка върху добавената стойност е многофазен данък, за разлика от „данъка върху оборота“, който е еднофазен. Последния облага брутния оборот, докато ДДС облага нетния оборот, само новосъздадената стойност, в която и да е фаза от възпроизводствения процес [8]. ДДС се начислява и събира на всеки етап от реализацията на стоки и услуги, което води до по-високата ефективност на данъка.

Извършеният сравнителен анализ между „данък върху оборота“ и ДДС позволява да се направи извода, че последният е модифициран данък върху оборота, който притежава качества, определящи го като най-приложимия косвен данък в света.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проявлението на данъците се анализира и доказва от многобройните теоретични и емпирични изследвания както в българската, така и в чуждата икономическа литература. Това показва, че въпросите, свързани с тях, са интересни и актуални, тъй като засягат съществени сфери от икономиката и социалния живот.

Данъците са в основата за провеждането на ефективна финансова политика. Без тях е немислим икономическия про-

сперитет на всяко съвременно общество. Проучените теоретични постановки, свързани с функционалната същност на данък добавена стойност оказват пряко въздействие при формирането на паричните постъпления в държавния бюджет. В основата на въвеждането на ДДС е желанието и стремежа да се преследва и постигне желаната цел – увеличаване приходната част на бюджета. Вземането на рационални финансови решения, свързани с приложението на ДДС, е изключително важна и отговорна задача за икономическия напредък на страната.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Конституция на Република България - Държавен вестник, чл. 60, ал. 1.
- [2] Адамов, В., Димитрова, Т., Ненков, В., Петев, М. Техника на данъчното облагане, АИ „Ценов“, Свищов, 2013.
- [3] Калчев, Ем., Данъци и данъчно облагане., Изд. „Планета 3“, София, 2010.
- [4] Адамов, В. Обща теория на данъка. Изд. „Абагар“, Велико Търново, 1995.
- [5] Влахов, Д., Кондарев, И., Шишкова, Д. и др. Данъкът върху добавената стойност и хармонизираните с него акцизи (коментар по законопроекта), изд. „Дикта – интелект“, София, 1993.
- [6] **Закон** за данък върху добавената стойност - // Д ъ р ж а в е н вестник, бр. 63 от 4 август 2006 г., доп. ДВ. бр.18 от 28 Февруари 2020 г. (<http://www.lex.bg/en/laws/ldoc/2135533201>) (13.05.2020)
- [7] Тананеев, Ем., Стойкова, П., Данъчен контрол и администрация. Велико Търново, 2013.
- [8] Стоянов, В. Данъкът върху добавената стойност и новите акцизи. София, 1994.

„ИНДУСТРИАЛНИТЕ ЗОНИ КАТО ПУБЛИЧНО-ЧАСТНО ПАРТНЬОРСТВО“

"INDUSTRIAL ZONES AS A PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP"

Antoaneta Petrova Ivanova - Bares

*Sofia University "St. Kliment Ohridski", Faculty of Economics and Business
Administration,
Department of Industrial Economics and Management, PhD student*

Summary.

The present study aims at considering the industrial zones as one of the most sustainable forms of interaction between public authorities and industry, taking into account trends in industrial development and the competitiveness of the economy. The main task of this partnership is to attract private investors in priority sectors of the economy.

Keywords: industrial zones, public-private partnership, economic development.

ВЪВЕДЕНИЕ

Предизвикателствата пред публичното управление са да се търси форма и подход, чрез които ефективно да се управляват публичните активи, да се трансформират класическите административно-бюрократични структури и да се добави повече пазарна дисциплина и конкуренция в обществените структури.

Осъзнавайки ограничеността на ресурсите, които всяко общество може да вложи под форма на инвестиции в собственото си развитие, се търси тази комбинация от фактори, които да могат да ускорят и да поддържат трайна конкурентоспособност на националната икономика. На помощ идва взаимодействието между правителството и частните фирми, като се изгражда благоприятна среда за развитие на малкия и среден бизнес, осигуряване на достъп до технологии, развитие на научно-изследователската инфраструктура. Търсят се такива структури, чрез които с минимална инвестиция на публични средства и ресурси да се постигне максимална

полза, да се стимулира и поддържа устойчив икономически ръст в дългосрочен план. Такива структури, чрез които институциите могат да стимулират, развиват и подпомагат икономическото развитие в регионален и национален план и не на последно място да насочват развитието на икономика, са индустриалните зони.

За страната ни проблемът, свързан с публично субсидираните инвестиционни усилия и как те могат да превърнат една индустриална зона в двигател на растежа на регионалната икономиката, е особено актуален предвид дългогодишната реиндустриализация на икономиката и настъпилата неочаквана и принудителна ориентация на икономиката (от планово към пазарно стопанство), променената икономическа реалност и нарастващата конкуренция във връзка с пълноправното ни членство в Европейския съюз. Индустриалните зони изпъкват с ползите и възможностите, които предоставят на всички заинтересовани страни за реализирането на целите им.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Посредством публично-частното партньорство (ПЧП) се постигат различни полезни ефекти – икономически, организационни, научни. Очакванията на инвеститорите са ПЧП да поеме функциите по вземане на решения от публичните структури и да смекчи негативния ефект от бюрокрацията при реализиране на инвестиционен проект (Perrot, 2000). И индустриалните зони, и публично-частното партньорство се включват в обхвата на новия публичен мениджмънт. И двете форми се стремят да преодолеят традиционния административно-бюрократичен подход на класическото публично управление.

Сътрудничество се постига на база формално договаряне между страните, при която връзка едната страна предоставя ползването на свой актив срещу определено възнаграждение, а другата страна управлява актива и извлича ползи от него.

Концентрацията на разнородни и същевременно допълващи се компании на ограничена географска територия би предизвикало синергичен ефект помежду им. Тя също така има за цел да повиши ефективността им, да формира споделена база от знания и по този начин да изгради иновационен капацитет, основа за бъдещи продукти и услуги. Създава се възможност за предоставяне и на съпътстващи продукти и/или услуги, което би довело до разширяване на потенциалните пазари. От гледна точка на трансфера на ресурси, близката локация на отделни компании прави възможно създаването на формални и неформални контакти, формиране на транзактивни знания за другите участници и бързото разпространение и/или трансформация на хетерогенни знания и тяхното новаторско рекомбиниране.

Такъв механизъм безспорно би могъл да бъде една добре организирана

и позиционирана индустриална зона. Разполагането на различни предприятия, от различни сектори, изследователски лаборатории и научни звена и/или институти, върху ограничена територия и на базата на общ интерес и споделена инфраструктура (енергийна, транспортна, логистична, научна, финансова) да предоставят продукти и/или услуги в глобален аспект може да се превърне в успешен модел за икономическо и социално въздействие и промяна.

Индустриалните зони се явяват едно договорно партньорство между държавата или неин представител и частни организации с цел индустриално развитие. Държавата предоставя определени преференции и услуги срещу определен обем инвестиции в определени сектори от икономиката от страна на частните организации. Такъв вид сътрудничество между публичната власт и частния сектор е на практика публично-частно партньорство. Това включва разпределение на отговорности и власт, споделяне на риска, ползване на съвместни комуникационни и информационни канали, споделена отговорност и в крайна сметка отговорност пред данъкоплатеца. Характеристиките на публично-частните партньорства могат да се използват, за да се опишат в цялост индустриалните зони.

Основните характеристики на ПЧП, които се откриват и при индустриалните зони:

- *договорни отношения* – сключва се формален договор между публичната власт и частната организация;
- *делови отношения* – договори за ПЧП, които се опитват да систематизират бизнес взаимоотношенията, като определят ролите и отговорностите на партньорите и в този процес идентифицират кой ще поеме и какъв дял от рисковете и компенсацията (Noble, 2006);

- *общии процедури за вземане на решения* – те предполагат ефективно сътрудничество, което насърчава вземане на решения по най-добрия начин, тъй като имат перспектива, покриват процеса за вземане на решения и обезпечават общата отговорност за взетите мерки (Игнатова, 2018). Облекчените административни процедури провокират по-високо ниво на отговорност и прозрачност в администрацията и намаляват загубите, непотизма, корупцията и злоупотребите на властта. Променят облика на публичната власт и я правят по-ефективна, подготвена и обучена за работа със значими инвестиционни проекти;
- *споделяне на инвестиционния риск* – всяка страна е длъжна да реализира определена инвестиция, в която е по-добра – държавата в инфраструктура и изпълняване на законовите изисквания по узаконяване на земята, частното предприятие по намиране на финансиране и изпълнение на инвестиционния проект;
- *прехвърляне на риска към страната*, която най-добре може да го оцени и да повлияе върху неговото въздействие;
- *дългосрочни взаимоотношения* – този род сътрудничество се изпълнява и ползва за повече от един отчетен период. Това прави взаимоотношенията между страните дългосрочни и необвързани с промени в управлението на едната или другата страна. Наличието на формален договор, с ясно разписани права и задължения на страните, внася допълнителна сигурност. Разбира се функционираща, некорумпирана и ефективна съдебна система са минималните задължителни условия за спазване на предварително договорените права и задължения на страните.

Това е едно дългосрочно сътрудничество между публични институции и частни партньори. За да бъде сътрудничеството успешно, партниращите си страни споделят риска от начинанието. Разходите по неговото планиране и създаване, узаконяване, административно придвижване през различни институции, довеждане и изграждане на съпътстващата инфраструктура са за сметка на публичния партньор. Обвързването с локацията, инвестицията в производството, нейното финансиране, намиране на квалифицирана работна сила, обучението ѝ, осигуряване на постоянна заетост са рискове за сметка на частния партньор. Всяка страна взема рационално решение на база анализа за разходи-ползи и след като оценят положително проекта, създават дългосрочно договорно сътрудничество, което задоволява и двете страни – публичната и частната.

При индустриалните зони публичният партньор създава в рамките на партньорството, сигурност за инвестицията и финансов стимул за частния инвеститор. Сигурността идва по линия на пряката свързаност на администратора с публичното управление и гаранцията, предоставена от него за преференциално отношение на администрацията към проблемите на частния инвеститор. Финансовият стимул се изразява в намаляване на общата цена на инвестицията за частния инвеститор, поради изградена, готова за ползване и узаконена инфраструктура (пътна, енергийна, комуникационна, подземна) и облекченото административно обслужване, което иначе би било един съществен и продължителен разход. За публичната страна в това партньорство ползите се изразяват в повишаване на заетостта, по-ефективно ползване на националните ресурси, в

трансфериране на знания и умения от често чужд инвеститор към местните лица, в повишаване на квалификацията на работещите местни лица и не на последно място в повишаване публичните приходи от данъци и осигуровки. За определени региони от страната изграждането и привличането на инвеститори в тяхната зона може да бъде начало за демографско и икономическо възстановяване, което само по себе си е достатъчно основание за осъществяване на такъв проект.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Погледнато от страни публично-частното партньорство е идеален вариант за реализиране на редица обществени инициативи. В светлината на новия публичен мениджмънт то дисциплинира общественения сектор, като го принуждава да оперира в партньорство с по-ефективния частен сектор. Развива комуникативните му способности и гъвкавостта. Всеки случил се, смислен проект, допринася за повишаване конкурентоспособността на региона/дестинацията. Но, докато новият публичен мениджмънт поставя акцент върху пазарните стойности на дадена дейност/услуга, ПЧП се концентрира предимно върху работа в мрежата, партньорството и сътрудничество. Както Мор (Mohr, 2004) отбелязва, ПЧП е мрежа от правно-независими, но икономически обвързани субекти, публични и частни (физически или юридически лица), които заедно изграждат сътрудничество.

Две са страните, които имат интереси за изграждане на индустриални зони – операторът на зоната и инвеститорите в нея. Всяка от страните има различни цели, които предопределят действията им. Според това дали операторът е обществена или частна организация, може да се определи приоритетът за постигане на отделните цели. Разбираемо, за частните организации печалбата е приоритет, но за обществените организации ползи като подобряването на бизнес

средата и изграждането на модерна инфраструктура, възможност за развитие на производства и услуги с добавена стойност, подобряване условията на регионалната икономика са от първостепенно значение.

Индустриалните зони с изградена техническа и информационна инфраструктура са важен инструмент за привличане на различни инвестиции и създаване на нови работни места, с цел стимулиране на икономическо развитие и намаляване на различията между отделните региони на страната. Развитието на индустриалните зони би създавало възможности за осъществяване на нови инвестиционни проекти в регионален аспект.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Игнатова, О. (2018). МОДЕЛИ НА ПУБЛИЧНО-ЧАСТНО ПАРТНЬОРСТВО КАТО БАЗА ЗА ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ. София: Докторска дисертация по професионално направление Икономика, Катедра икономика и управление на отраслите, Стопански факултет, СУ. Климент Охридски.
- [2] Кацамунска, П. (2012). Реформите в публичното управление и парадигмалните трансформации на публичната администрация. e-Journal VFU, бр. 5, 20-21.
- [3] МФ. (2009). <http://www.eufunds.bg/>. Свалено от Методически указания за публично-частно партньорство.
- [4] Браун, К., & П. Джаксън (1998). Икономика на публичния сектор. С.: Пъблиш Сей Сет – Агри ООД,
- [5] Вуцова, А., Е. Митов (2016). Навлизане на нови пазари и пазарни ниши.
- [6] Ганев., П. (2019). Бумът на индустриалните зони. Преглед на стопанската политика
- [7] Mohr, A. (2004). Governance through public private partnerships: Gaining efficiency at the cost of public accountability? International Summer Academy on Technology Studies, Urban Infrastructure in Transition.
- [8] Perrot, J.-Y. a. (2000). Financing of Major Infrastructure and Public Service Projects, Paris.: Ponts et Chaussées.

„ИНДУСТРИАЛНИТЕ ЗОНИ КАТО МРЕЖИ“**"INDUSTRIAL ZONES AS NETWORKS"****Antoaneta Petrova Ivanova - Bares***Sofia University "St. Kliment Ohridski", Faculty of Economics and
Business Administration,
Department of Industrial Economics and Management, PhD student***Summary.**

By combining the characteristics of public-private partnerships with those of networks, industrial zones stand out with a number of advantages in making private investments. They can become not only a desirable way to enter and establish a certain market, but also a means of dealing with the challenges of the post-industrial era.

Keywords: industrial zones, networks, investments, economic development.

ВЪВЕДЕНИЕ

Изследвания на мрежите се провеждат от различни дисциплини и от различни автори с голяма интензивност от началото на 90-те години на XX век. Интересът на проучванията в тази област се дължи на факта, че държавната политика в напредналите икономики се стреми към „дългосрочни стратегии за развитие на „отраслите на бъдещето“, преки инвестиции в науката и вертикално-хоризонтална дифузия на иновациите като първостепенни стратегически фактори за постигане на високотехнологичен, конкурентен и устойчив икономически растеж” (Балабанов, 1999).

Изследванията за хибридни форми на координация и мрежи в българската наука се провеждат в Икономическия институт и Института по социология при БАН и Центъра по наукознание и история на науката. Логично е да се предположи, че интерес към този вид структури ще прояви и математиката, правото и политическата наука, при която обект на

изследванията биха били особеният характер на договорните отношения на организациите, правната основа за кооперативната дейност и други.

Мрежите, които поради хибридната си форма се намират между „пазара“ и „йерархията“, са разглеждани с интерес от икономическата наука. Кооперативните, хибридните, като начин на организация на икономически активните агенти попадат в ползрението на изследователите още от 70-те години на XX век, но едва през последните две десетилетия на XX век интересът към тях нараства непрекъснато. Единна теория на мрежите също не е разработена, но има множество изследвания и концепции, които създават убедителен обяснителен модел. Индустиалните зони подобно на интерорганизационните мрежи създават средата за равноправно ползване на споделяната инфраструктура от икономическите субекти, без да е необходима самостоятелна инвестиция в нейното изграждане. Допълнителна полза реализират инвеститорите в зоната по линия на изграде-

ната с публични средства инфраструктура, която те могат да ползват, без да е необходимо да извървят целия административен път по нейното одобрение, узаконяване и пускане в експлоатация. Така участниците биват предпазени от административната и правна несигурност на конкретната локация, като в същото време се ползват всички нейни предимства – данъчни, социални, правни, инфраструктурни, образователни. Различният секторен произход на отделните инвеститори в индустриалната зона създава защитена от пряка конкуренция среда. От друга страна непосредствената близост на разнородни организации и разнообразната и уникалната знаниева база на всеки участник създава предпоставка за новаторско преформулиране на хетерогенните им знания и умения. Това би било отлична среда за формиране на значим иновационен потенциал в рамките на индустриалната зона.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Механизъм на взаимодействие и сътрудничество на правно независими организации, които са представители на различни сектори от икономиката (публични и частни компании), установени на географско близки дестинации, със споделен икономически интерес, много се доближава до два вида кооперативни усилия – публично-частните партньорства и мрежите и по-конкретно интерорганизационните мрежи.

Интерорганизационните мрежи са по-добре описани в научната литература. За тях има богата теоретична (въпреки и нееднородна) рамка както в чуждестранната, така и в българската специализирана литература и има множество публикации от различни области на познанието. Една работеща дефиниция на мрежите, която служи за рамка, в която се провежда изследването, предоставя Клайд Мичъл. Той дава едно много кратко, но доста всеобхватно определение за мрежи – „специфично множество от връзки меж-

ду социалните актьори” (Mitchell, 1969, стр. 2).

При изследване на теорията, която може да допринесе за изясняване характера на индустриалните зони, се сблъскваме с утвърдения и работещ модел на мрежите от деятели. За този вид сътрудничество важат споделяне на риска, разпределение на отговорности и задачи, използване на общи комуникационни и информационни канали, споделена отговорност и притъпени властови контакти. Връзките са по-скоро кооперативни и реципрочни, а не властови и едностранни. Това до голяма степен описва и случващото се в индустриалните зони.

Индустриалните зони, ясно обвързани с правителствени приоритети, са обикновено зони, администрирани от публични компании, които са от съществено значение за даден регион – например фирми от военнопромишлен комплекс, от автомобилната индустрия, от сектора на високите технологии, изследователски лаборатории и университети и т.н. Те се разглеждат и като места с възможност да се създадат производства със специфична икономическа насоченост, годни да стимулират развитието на цял регион. Ако тези обособени икономически зони са ефективни и успешни, следващата стъпка в тяхното развитие би била техния успех да се разпространи и извън зоната. Ефектът би могъл да се постигне, като се направи опит за създаване на локални мрежи с участието на други индустриални агенти в зоната и извън нея.

Всъщност всеки от индивидуалните инвеститори в индустриалната зона вече участва в своя собствена мрежа. Това са мрежите от доставчици и клиенти, които всеки икономически субект (съзнателно или несъзнателно) си е изградил в процеса на своята работа. Но тук се има предвид мрежата, която целенасочено ще се създаде в рамките (или около нея) на индустриалната зона още с избо-

ра на инвеститори. Фирмите, локализирани на една ограничена територия, лесно могат да генерират синергичен ефект и респективно да увеличат продуктивността си, както и иновационният си капацитет. Чрез изграждане на мрежи в зоната ще се увеличи ефектът от спестената инвестиция, ще се създадат условия за трансфер и абсорбиране на съществуващи знания на един или повече от участниците, което би рефлектирало върху възможността за нов тип производства. Като косвен ефект от коопериране на усилията ще се подобри социалната среда и това ще рефлектира върху способността за усвояване и използване на наличната информация и знания и за използването, и за разработването на нови продукти и услуги.

Една от предпоставките за учредяването на мрежа в или около индустриални зони е географската близост между субектите. Тяхното локализиране предопределя възможността им да споделят знания и възможности, което е предпоставка за бъдещи партньорства. Втората предпоставка е допълване, а не конкуренция на производствените функции. Третата предпоставка е наличие на адаптивен и абсорбиционен капацитет в инвеститора, чрез който да се разпознае новата, релевантна за конкретния инвеститор информация и да се ползва като възможност за нови продукти и/или услуги. Четвъртата значима предпоставка – възникване и управление на обща знаниева база между инвеститорите и между инвеститорите и администраторът се явява като следствие от останалите три. Изграждането на кооперативна вместо конкурентна връзка може да спомогне за затваряне на вече съществуващи структурни дупки между различните сектори – частен сектор, наука/образование и обществен сектор.

Мрежите създават средата за участие на основа на най-добрата експертиза за всяка организация, запазвайки правната самостоятелност и възможност-

та за вземане на решения относно насоките за развитие на вътрешноорганизационната експертиза. Всеки участник сам определя както характера и нивото на използваните ресурси, нивото и дълбочеността на усвояване или споделяне на нови знания, така и до каква степен да обвърже собствената си организация с останалите участници. Отправна точка е организационният интерес и как той допринася за постигането на целите. Администраторът/операторът на индустриалната зона може да се възползва от тази характерна черта на интерорганизационните мрежи. Така да се извърши подбора на кандидатите за инвестиции в индустриалната зона, че да се създаде база от допълващи се организационни компетенции на база конкурентни умения, продукти и услуги помежду им.

Освен директните ползи от функционирането на една индустриална зона за регионалната икономика, можем да наблюдаваме някои от „ефектите на мрежите“. Ако разгледаме индустриалните зони като един „двустранен пазар“, то директните и индиректни въздействия ще окажат влияние върху всички участници. Функционирането им като платформа за създаване на бизнес среда на определена територия, индустриалната зона чрез някои от ефектите на мрежите може да увеличи ефективността на всички участващи инвеститори. Ролята на посредник не е самата индустриална зона, а компанията която финансира, създава и управлява зоната. Чрез своите действия тя може така да конфигурира инвеститорите, че да създаде едновременно два пазара на своята територия и да увеличи както своята, така и ефективността на привлечените участници. По този начин би се реализирал един от ефектите на мрежата – колкото повече потребители ползват един общ продукт/услуга, толкова по-голяма е ползата за всички участници.

Ако разгледаме подробно предимствата на мрежите пред чисто пазарните

или йерархични решения за набавяне на ресурси и ги екстаполираме към индустриалните зони можем да видим огромният потенциал, който може да бъде генериран от индустриалните зони при подбор на участниците с цел създаване на допълваща се производствена верига. Предимствата на интерорганизационните мрежи пред пазарния и йерархичния организационен модел според Сюдов (Sydow J., 1992), са:

Транзакционни предимства на мрежите пред „пазара“:

- по-ниски разходи при търсене на клиенти и доставчици;
- спестяване на разходи при подготовката, договарянето и контрола по договора;
- по-добра информираност поради тясната връзка между партньорите;
- трансфер на тацитни знания между партньорите;
- разпространение на конкурентна информация при по-добър контрол чрез разпространение на знания;
- спестяване на (двойния) качествен контрол;
- бързо налагане на иновациите.

Предимства пред „йерархията“:

- комбинация на йерархична координация с пазарен тест;
- целенасочена, функционално специфична съвместна работа;
- голяма взаимност на кооперационните решения;
- по-голяма „чувствителност“ към околната среда на цялата система;
- по-лесно преодоляване на организационния консерватизъм при напасване към променящата се околна среда.

Ако при избора на инвеститори в индустриалната зона освен чисто финан-

совата страна (капиталова стабилност, размер на собствения капитал, размер на инвестицията, разкрити нови работни места) се прави селекция според уникалността на специфичните стопански функции на всеки инвеститор, е възможно надграждане на ползите за всеки отделен участник и за локацията като цяло. Крайната цел е създаване на конкурентно предимство в следствие на свързване на допълващите се стопански функции. Синергия може и трябва да бъде търсена и по линия на индивидуализиране характеристиките на едно ефективно масово производство и предлагането на тази индивидуализирана продукция на нишови и специфични пазари, но на множество пазари. Така може да се свържат ползите от намаляващите производствени разходи (икономии от мащаба) и задоволяване потребителските желания, посредством оформяне по желания на клиента на крайния продукт. За целта може да се привлекат такива компании, чиито продукти или услуги се допълват. Чрез надграждане, усъвършенстване и придаване на индивидуални (по желание на клиента) характеристики на крайното изделие, ще се създаде по-висока обща добавена стойност за всички участници.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Индустриалните зони могат да бъдат припознати като средството, посредством което би се осъществил преходът и адаптацията на потенциален инвеститор към нов пазар с нови и различни от обичайните правила на поведение. Цялата необходима информация за локацията може да се придобие от администратора на зоната, като в същото време се получава и пълното му съдействие и подкрепа за реализация на инвестицията. Инвеститорът може директно да премине към установяване на пазарните контакти и търговските отношения. В една индустриална зона може да бъде осъществявано комплексно сътрудничество между хетерогенни организации. Ако се съчета-

ят в рамките на индустриалната зона секторно разнородни инвеститори, то съществува поне теоретичната възможност за комбиниране на практичните инженерни умения със сложно научно знание и с добавка на тясно специализирано умение относно маркетингови, управленски, финансови познания по създаването и налагането на нови продукти и услуги на пазара. Те предоставят уникалната възможност на всички участници, без да „напускат“ собственото си поле на институционална организираност и професионална изява, да дадат най-доброто от себе си и да участват с равни права в иновационния процес. В този случай индустриалните зони се припокриват с мрежите, като позволяват достъпа до националните и глобалните пазари, без участниците да напускат собствения си регион, законова, административна и институционална среда.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Балабанов, И. (1999). Съвременни стратегически акценти в индустриалната политика. Икономическа мисъл, № 3.
- [2] Чалъков, И. (2003). Социализмът като общество на мрежите и проблемът за икономическото развитие. Социологически проблеми 1-2.
- [3] Чалъков, И. (2000). Теорията за техноикономическите мрежи и проблемът за икономическото развитие в непазарната икономика. Социологически перспективи, 120-136.
- [4] Кресналияска, Г. & Д. Мудурска (2017). Поява и необходимост от новия публичен мениджмънт. Достъпно на: <http://www.lpajournal.com/wp-content/uploads/2017/06/Kresnaliyska.Mudurska-full-text.pdf>
- [5] Седларски, Т. (2012). Институционалното утвърждаване на свободния пазар в новата стопанска история. Икономическа мисъл. N 5, с. 83-109.
- [6] Mitchell, J. C. (1969). The Concept and Use of Social Networks. Social Networks in Urban Situations. Analyses of Personal Relationships in Central African Towns, 1-50.
- [7] Porter, M. (2000). Wettbewerbsvorteile (Competitive Advantage). Spitzenleistungen erreichen und behaupten, 6 Aufl. Frankfurt/Main: Campus.
- [8] Sydow, J. (1992). Strategische Netzwerke: Evolution und Organisation, Wiesbaden. Wiesbaden: Gabler Verlag.

СЪЗДАВАНЕ НА БЛАГОПРИЯТНА СРЕДА В ОРГАНИЗАЦИЯТА ЗА ГЕНЕРИРАНЕ НА КРЕАТИВНИ БИЗНЕС ИДЕИ

CREATING A FAVORABLE ENVIRONMENT IN THE ORGANIZATION TO GENERATE CREATIVE BUSINESS IDEAS

Tsanka Zlateva-Petkova
Technical University - Gabrovo

Abstract

A successful business starts with a good and promising idea. It does not matter whose author it is and what position he holds in the organization. It is necessary to create a favorable organizational environment so that associates from all levels can share their ideas and these ideas may reach the senior management team - the level where ideas can be approved, validated and implemented through the rational management of people and resources.

Keywords: *creativity, business ideas, methods of brainstorming.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Успешният бизнес започва с добра и перспективна идея. Не е важно чий е нейният автор и каква позиция или длъжност заема той в организацията. Необходимо е да бъде създадена благоприятна организационна среда, за да може сътрудници от всички нива да споделят идеите си и те да достигат до екипът от висшия мениджмънт, защото там е нивото, където идеите могат да бъдат одобрени, утвърдени и реализирани посредством рационалното управление на хора и ресурси.

ИЗЛОЖЕНИЕ

В повечето случаи успешно реализираните бизнес идеи са били плод на нестандартно мислене, иновационна нагласа и техни автори са хора с въображение и интуиция. Често те идват в резултат от усилен труд, творческо вдъхновение и използване на нетрадиционни похвати.

За съжаление, обаче, не са малко и случаите, когато прекрасни идеи биват

провалени и не достигат дори до ниво на обсъждане и обмисляне. С цел да бъдат избегнати такива случаи от бъдещите мениджъри ще обобщим начините, по които бизнес идеите се провалят:

1) Когато организациите са с голям мащаб и многочислен състав, това предполага да имат многопластова управленска структура. Тогава връзката между управленските нива и работниците и служителите от най-ниските нива се изгубва или е необходимо да се „препраща“ нагоре по йерархичната стълбица. При това транслиране най-общо могат да се случат две неща – идеята да бъде променена или видоизменена при препредаването или да бъде „открадната“ от амбициозен човек, който няма професионални идеи, но желае да затвърди служебните си позиции. Практиката показва, че когато това се случи, работниците и служителите предпочитат да не споделят идеите си и тогава организацията неизбежно губи добри възможности.

2) Когато идеята се придвижва по йерархичната стълбица в съответствие с

управленската структура, често тя бива използвана за отстраняване и на други проблеми и несъвършенства, което може да я преобразува напълно и да я отдалечи от първоначалния замисъл. Когато това се случва често, сътрудниците предпочитат да задържат в себе си предложенията. Това също е ситуация, която не е положителна за организацията, защото служителите губят интерес към новаторството.

3) Когато мениджър от по-ниско управленско ниво реши, че дадена идея не представлява възможност за организацията или е лишена от достойнства. Всъщност истинската причина може да бъде, че този мениджър вижда заплаха за собствените си позиции. Тогава идеята бива потулена и забравена, за да не достигне до висшите нива на управление.

В обобщение можем да кажем, че когато работниците и служителите не срещат нужното внимание от висшестоящите мениджъри, когато идеите им биват потулени и отхвърлени или използвани по неправомерен начин, те изгубват мотивацията си за пълноценна работа и ориентираността си към новаторство, творчество и подобряване на процесите. Те се концентрират единствено в преките си задължения, за които получават своите възнаграждения.

По тази причина е важно да се създаде благоприятна обстановка и среда за професионално творчество, търсене на новаторски идеи и да се насърчава креативността и ангажираността на всички сътрудници в организацията. Изграждането на такава среда е задължение и отговорност на висшите мениджъри и елемент от организационната култура на всяка съвременна организация.

В обобщение ще предложим няколко способа в полза на мениджърите за изграждане на творческа нагласа и атмосфера, носеща усещане у служителите за новаторство и ориентираност към личностно развитие и усъвършенстване на бизнес процесите.

- За създаването на спокойна работна атмосфера и приятен микроклимат съществена роля има личността на мениджъра. Обикновено лидерите имат изяви ярка индивидуалност, високи професионални умения и интелектуални способности, доказали са своята полезност за организацията и имат съществени приноси за нейното развитие и просперитет. От техните разбирания зависи в каква посока ще работят подчинените им хора – атмосфера на толерантност и уважение към мисленето на другите, творчество, ориентираност към иновации и желание за развитие или среда с липса на компромиси, авторитарно поведение и професионална некомпетентност.

- За да видят „бял свят“ бизнес идеите трябва да бъдат споделени с правилния човек и да достигнат на правилното място, където могат да бъдат оценени и реализирани. За тази цел трябва да се осигури възможност на всички сътрудници да споделят идеите си. Най-достъпните за тази цел начини са e-mail адрес или кутия за предложения. Също така важно е сътрудниците да бъдат изслушани, а не просто игнорирани. Препоръчително е тази работа по събиране и отсяване на идеите да не бъде възложена на „добронамерен“ сътрудник, който субективно ще обработва информацията и ще се старее да не натоварва излишно началника си. Обикновено, в своя защита за липсата на внимание към идеите на подчинените, мениджърите се оправдават с липса на време и претовареност. Добър пример в това отношение е президентът на Intel Анди Гроув, който всеки ден отговаря лично на имейлите, които получава.

- За да поддържа активността и бързото си мислене мениджърът е полезно да увеличи времето за пряка работа със сътрудниците от търговския отдел и клиентите. Това ще благоприятства създаването на подходяща творческа среда. Понякога липсата на увереност и инициативност у служителите ограничават

предлагането на нови идеи и импровизирането в решаването на текущи задачи. Присъствието на мениджъра и неговата пряка ангажираност в тяхната работа ще способства за повишаване на тяхната инициатива и желанието за търсене на нови възможности и решения.

- Положителен ефект за създаване на креативна трудова среда има създаването на специализирани екипи или малки групи от специалисти за осъществяване на всеки отделен проект в организацията. Сътрудниците трябва да бъдат насърчавани да работят заедно, съвместно и да получават еднакво възнаграждение и поощрение за постигнатите резултати и успехи. Не бива да се допуска мнение, че самостоятелната и индивидуална работа се оценява по-високо от груповото постижение, защото тогава има риск, сътрудниците да отхвърлят всички чужди идеи като неподходящи и да държат единствено за своите идеи. Освен това, чувството за екипност и принадлежност към група от специалисти има положителен социален ефект от гледна точка на това, че сътрудникът се чувства оценен като професионалист и приема да бъде част от разработването на нещо ново и перспективно. В този случай той е мотивиран да даде най-доброто от себе си и ще знае, че приносът му е бил оценен и възнаграден.

- Мотивацията на сътрудниците е важен компонент в постигането на висока производителност и добри общо икономически резултати от дейността. Редица проучвания доказват, че когато хората харесват същността на работата си, заплатата не е на първо място във факторите за мотивация. И обратното – когато не харесват работата си, първото място е отредено за заплатата. От социална гледна точка, служителите харесват да бъдат похвалени или да бъдат изтъкнати заслугите и постиженията им в работата пред останалите колеги. Това дори е много по-важно от самата заплата. Обичайно работата на мениджъра изисква да му бъдат докладвани про-

блемните или кризисните ситуации, да се търсят бързи решения за връщане към желаното състояние. По този начин на преден план излизат проблемите и трудностите, а добрите постижения и успехите остават на заден план. Ако сътрудниците биват хвалени ежедневно, в по-широко присъствие, те ще се чувстват спокойни и поощрени да споделят повече идеите и вижданията си и това ще допринесе за създаване на благоприятна среда за креативни и новаторски идеи. Не е случаен примерът с политиките, които търсят добрите новини, за да ги направят публично достояние и след това да ги използват в своя полза.

В резултат на изложените по-горе способности за създаване на благоприятна творческа среда за генериране на бизнес идеи могат да бъдат изведени някои препоръки към мениджърите:

1. Високото самочувствие, демонстрирано пред работниците и служителите не създава благоприятна обстановка за творческо изпълнение на задълженията и не изгражда ориентираност към новаторство и експерименти. Нетрадиционните и иновативни идеи могат да постъпят от всяко ниво на организацията.

2. Осигурете директен достъп за работниците и служителите си, за да се чувстват спокойни да изложат идеите и вижданията си пред вас.

3. Наложете си да прекарвате повече време в търговския отдел и да отделяте внимание на преките продажби.

4. Мотивирайте сътрудниците и материално за техните добри идеи, като възнаграждавате креативността, инициативността и новаторския дух.

5. Препоръчително е да се създават специализирани екипи за всеки отделен проект. По този начин целите ще бъдат селектирани, разпределени, постижими и изпълнявани в рамките на текущата проектна дейност.

6. Въпреки кризисните и проблемни ситуации, ежедневно търсете добрите новини и изтъквайте постиженията на

сътрудниците пред възможно най-широка аудитория.

7. Самите вие бъдете позитивни, креативни, иновационно ориентирани и не спирайте да търсите новото. Дори да изглежда непостижимо, ще има хора в организацията, които да могат да го осъществят.

Преди да разгледаме някои от най-популярните методи за създаване на креативни идеи, нека да представим източниците на бизнес идеи:

- Като основен източник на бизнес идеи безспорно се счита личностният професионален и социален опит. Натрупаните през годините знания, умения и наблюдения, изградените представи за ситуации и взаимодействия, социалните нагласи и потребности на близките хора и обществото като цяло дават достатъчно информация за търсенето, предпочитанията и потребностите на евентуалните клиенти или ползватели на услугата. Тази събирана през годините информация се натрупва и се пречупва през начина на мислене на човека. Генерираните идеи са в пряка зависимост от личните предпочитания на човека, свързани с изградените вътрешни сетивни усещания и разбиранията му за живота, света и бизнеса.

- Вторият по значимост източник е изобилието от информация – научна, практическа, изследователска, художествена, научна фантастика и др. Начините на разпространение на информацията вече нямат ограничения – от книгите, справочниците, енциклопедиите до електронните медии – радио, телевизия, интернет. В частност може да открием научните съобщения от конференции и симпозиуми, рекламните материали, брошури, проспекти, каталози, където се представят новите достижения на техниката и технологиите, новите продукти и услуги в унисон с изследванията на потребителското мнение, търсенето и предлагането.

- Като трети източник може да се посочат поръчаните или разработени от

специалистите на организацията конкретни пазарни проучвания, анализите на бизнес ситуацията, предпочитанията и потребителското търсене, състоянието на клиентите и бизнес партньорите.

- И на последно място, но не и по значимост, стоят методите за генериране на нови идеи, стимулиране на творческото мислене, насърчаване на инициативността и ориентираността към иновации.

Творчеството (креативността) може да се определи като процес на търсене и изразяване на нови идеи, които са различни от традиционния и общоприет начин и модел на мислене. Свикнали сме да окриваме креативността повече в областта на изкуствата, научните и технологични сфери. В последните години се търси креативност и при бизнес идеите,

Възприемаме креативността като умение да се мисли различно, което може да бъде както природна дарба, така и умение, което да се развива и научава в процеса на личностно израстване.

Съществуват различни методи и подходи за генериране на нови идеи. Те са широко разпространени и добре познати, както в научната литература, така и в управленската практика. Тяхното познаване е важно, защото те могат да послужат като техники за откриване на нови възможности и изработване на бизнес решения. Сред най-популярните и лесни за приложение методи се открояват: [1]

1) Методът на "пробите и грешките" е един от най-универсалните и популярни методи за целенасочване на човешката мисловна дейност. Неговото съдържание се свежда до последователни опити за решаване на дадена проблемна ситуация, като се отстраняват постепенно всички варианти, които водят до негативни резултати. Те се отчитат като "грешна проба" за решаване на проблема. Положителното в този метод е неговата обхватност и силното приближаване до реалната действителност, но те не

са подходящи, когато трябва да се даде решение на проблема.

2) Методите на морфологичния анализ са много близки по своето съдържание до метода на "пробите и грешките". Разликата се състои в това, че при тях се определя структурата на проблема и областта на всички възможни решения, а евристичните програми се изграждат във формата на морфологични схеми. Всяка от тях съдържа по пет основни стъпки:

- дефиниране на проблема;
- определяне на факторите, които оказват влияние върху неговото решаване;
- описание на параметрите на решението;
- анализ на възможностите за решаване на проблема;
- избор на начина за решаване на проблема.

Предимството на методите на "морфологичния анализ" се състои в това, че при тях се създава възможност за условно експериментиране на решенията, а така също и за тяхното оценяване, преди да са внедрени в практиката.

3) Методът на "66-те жужащи заседания" е близък по съдържание до метода Мозъчната атака. Основното различие е в начина на извеждане на набора от идеи. Обучението се осъществява в една основна група, разделена от своя страна на множество подгрупи, пред които се поставя проблемната ситуация. Генерирането на идеи се осъществява на две равнища. Първото равнище са подгрупите, където се обсъждат индивидуалните идеи и въз основа на които се оформя набор от идеи, който се представя от ръководителя на подгрупата в общия форум на основната група. Предимство на този метод е, че в малките групи от по 4-5 души може да се постигне добра съвместимост и да се генерират и селектират голям брой идеи. За сравнително кратко време могат да се натрупат голям брой идеи, чието количество нараства пропорционално на

броя на подгрупите. Като недостатък може да се посочи, че има вероятност за получаване на противоречиви обобщени идеи в подгрупите, което ще доведе до затруднения при провеждане на дискусиите в голямата група.

4) Горданови техники. Основават се на същите принципи както при Мозъчната атака, но има разлика в осъществяването на процедурата по натрупване на идеи. Провеждат се с помощта на водещ, чиято задача е да поставя въпросите разпокъсано, без логическа връзка, с цел да не се разкрива същността на проблема и да се предотвратят предварителни заключения, че е открито най-доброто решение на проблемната ситуация.

5) Методът „Мозъчна атака” е може би най-популярният и предпочитан в управленската практика. Той се използва за стимулиране на творческата активност на участниците по дадена тема или въпрос. Работата се провежда с определен брой хора, обединени в група и включва генериране на идеи, анализ на проблемна ситуация, оценка на идеи и генериране на контраидеи.

На базата на метод „Мозъчна атака” са разработени и следващите два метода.

а) „Шест мислещи шапки” е популярен метод за брейнсторминг, справяне с проблеми и вземане на решения. Той е изобретение на малтийския мислител Едуард де Боно, който през 1985 г. го популяризира в своята едноименна книга „Шест мислещи шапки”.

Шестте мислещи шапки помагат определен въпрос да се разгледа от шест различни страни (гледни точки). За целта хората от групата слагат (символично) на главата си първо една от шапките. След като обмислят или изчерпят всички възможности, чрез типа мислене, който символизира шапката, те преминават към шапка с нов цвят и т.н., до пълната ротация на всички шест шапки. Това е полезно и се прави с цел да се

прецени ситуацията по балансиран начин и да се вземе най-доброто решение.

б) Друга разновидност на Мозъчната атака е методът “Дисни”. Той е групов брейнсторминг и техника за паралелно мислене. Намира приложение при вземане на групови или екипни решения при възникване на конкретна ситуация, въпрос или проблем, за чието разрешаване е целесъобразно да се активират творческите възможности на сътрудниците от групата или екипа за откриване на нетрадиционни възможности и подходи за благоприятен изход от кризата.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Препоръчваме използването на разгледаните по-горе методи за генериране на творчески бизнес идеи, тъй като те са утвърдени и за тяхното правилно прилагане са разработени редица методики. Тяхното приложение е наистина широко обхватно – те присъстват в обучението, управлението, бизнеса, техниката и технологиите. Подходящи са за решаване

на многообразието от проблеми в организациите – от чисто технически и инженерни решения като например въвеждането на постоянно-токов електродвигател при задвижване на шевни машини и използването на честотно-регулируемо задвижване на шевни машини по отношение подобряването на икономическата им ефективност [2] до използването им за генерирането на оригинални идеи и тяхната последваща оценка във връзка с работа по филмови сценарии и проекти в известното филмово студио Walt Disney.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] <https://psihologiq.dokumentite.com/art/mozychnata-ataka-kato-metod-za-generirane-na-racionalni-idei-1>
- [2] Дочев М., Ст. Стойчев. Ефективност от използване на честотно-регулируемо задвижване на шевни машини. МНК Унитех`08, Габрово, том II, стр. 192-194, 2008, ISSN 1313-230X

ОПЕРАТИВНОТО ПЛАНИРАНЕ НА ЧОВЕШКИТЕ РЕСУРСИ В ОРГАНИЗАЦИЯТА КАТО ИНСТРУМЕНТ ЗА ПРЕОДОЛЯВАНЕ НА КРИЗИ С НЕДОСТИГ НА КВАЛИФИЦИРАНИ СПЕЦИАЛИСТИ

OPERATIONAL PLANNING OF HUMAN RESOURCES IN THE ORGANIZATION AS A TOOL FOR OVERCOMING CRISES WITH A SHORTAGE OF QUALIFIED SPECIALISTS

Tsanka Zlateva-Petkova
Technical University - Gabrovo

Abstract

Human resource`s plans are an important management tool that anticipates events and allows the organization's management to prepare in time for future changes, rather than reacting to situations that have already occurred. Human resource plans inform people in the organization about some of their goals and objectives and help to improve communications in the organization, as well as to coordinate efforts and increase the efficiency of the salary. It is the needs for human resources and the planned activities for their satisfaction that become the basis for the formulation of the basic plans for human resources in the organization.

Keywords: Planning, planning of HR, methods for HR planning.

ВЪВЕДЕНИЕ

Осигуряването и планирането на човешките ресурси в организацията, необходими за осъществяване на дейностите и процесите е съпроводено от редица трудности и ограничения. Основното затруднение произтича от факта, че е почти невъзможно да се открият и привлекат точния брой необходими сътрудници, с потребната компетентност и квалификация, в подходящото време, за точното място в звената на организацията.

За да се преодолеят тези трудности до известна степен е полезно събирането на подходяща информация относно текущото състояние на персонала, ретроспективен анализ на текучеството на персонал и изготвяне на прогнози за предвиждане на бъдещи събития.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Основната цел на планирането на човешките ресурси е да подсигури дейно-

стите и процесите в организацията с необходимите специалисти и работници както в количествено, така и в качествено отношение. В опростен вид казано това означава, че трябва:

.1. да се събере информация за потребностите от персонал в съответните звена, подразделения, участъци, отдели, сектори, дирекции и др.;

.2. да се анализира получената информация и да се конкретизират числените бройки необходим персонал;

.3. да се определи необходимата компетентност, знания, умения, способности и професионална квалификация на потребностите от персонал;

.4. да се разпредели необходимия персонал по териториален принцип и местоположение в организацията (за нуждите на звено, отдел, участък и пр.)

.5. да се определи времето или времевия интервал, когато този персонал ще бъде необходим.

От тази позиция може да се определи „същността на планирането на човешките ресурси като дейност по системно събиране, анализиране и мониторинг на подходящи данни, определящи посоката на поведение на организацията, необходими за индикиране на възможни рискове и за вземане на управленско решение относно желаното и възможното количество и качество на човешките ресурси, както и за тяхното пространствено и времево разпределение за периода на планиране в организацията.” [1, стр. 77]

Ефективното управление на човешките ресурси в организацията изисква разработване на няколко вида планове на различно ниво на планиране, свързани с тази функционална дейност:

- Стратегическите планове се разработват на най-високото мениджърско ниво. Те имат за цел осъществяването на стратегическите цели на организацията като цяло и съдържат разпределението на ресурсите, приоритетите и необходимите действия. Съществена трудност при разработването на тези планове е изискването за гъвкавост (с цел да отговарят на промените), тъй като те се разработват в дългосрочен план (над 5 години), а предвиждането на промените в динамична среда е не винаги възможно.

- Тактическите планове съдържат тактически цели и имат за цел прилагане на части от стратегическите планове. В сравнение с тях, те са по-специфични и конкретни. Разработват се от мениджърите на средно управленско ниво за средносрочен период от време.

- Оперативните планове се разработват за краткосрочни периоди. Тяхната цел е прилагане на тактическите планове и осъществяване на ежедневните задачи и отговорности в дейността по управление на човешките ресурси. Разработват се на средно и под средното мениджърско равнище.

- Планове за действие в извънредни ситуации. Разработват се с цел идентифициране, избиране и прилагане (при не-

обходимост) на алтернативни възможности за действие, в случай на възникнали затруднения и препятствия при осъществяване на приетите вече планове в организацията. Ползността на тези планове се заключава в идентифицирането, обмислянето и мониторинга на показатели-те за извънредни ситуации.

Планирането на необходимостта от персонал в организацията се извършва в няколко етапа. Първият етап е свързан с количествените характеристики на персонала, които се определят на базата на анализ на няколко групи фактори, свързани с:

- Оценка на настоящата ситуация по отношение на количеството персонал. Това включва брой на персонала в организацията, брой на персонала по отделни групи, структурни звена и подразделения на организацията.

- Намеренията на ръководството за дейността на организацията в краткосрочен, средносрочен и дългосрочен план. Те могат да се разпределят в няколко групи:

- Постигане на определени цели в дейността на организацията като увеличаване броя на клиентите и предлаганите услуги, разширяване на клоновата мрежа, завладяване на нови пазари и др.

- Намерения за технологични промени, внедряване на нови техники и технологии, информационни системи и програмни продукти и др.

- Създаване/актуализиране на нормативите за труд, които показват числеността на необходимия персонал.

- Определяне на финансовата политика, анализ на финансовото състояние, очаквани приходи, възможности за ползване на кредит/инвестиране.

- Очакванията за вътрешно и външно движение на персонал. Вътрешното движение на персонала се изразява в израстване на персонала по длъжност (кариерно развитие, движение по вертикала) и преместване от едно звено в друго

или в подразделенията на организацията (движение по хоризонтала). Външното движение се разграничава в две групи – напускащи поради пенсиониране и предвиден процент текучество (доброволно напускащи). Числеността на първата група се определя по информация за лицата, на които предстои пенсиониране. Втората група може да бъде предвидена по два начина:

1) Ретроспективен анализ на база събрана информация за текучество за определен период от време (например последните 3-5 години). Данните могат да бъдат обобщени или диференцирани по длъжности, пол, образование и др.

2) Марков анализ на база наблюдения на тенденциите в кариерното развитие, напусканията и пониженията в длъжност за определен период.

- Евентуалните промени в макроикономическата ситуация, в която функционира организацията. Те могат да бъдат свързани с трудовото законодателство, кредитната политика на държавата, осигурителното право и др. имащи отношение към дейността на фирмата и човешките ресурси.

В края на етапа на определяне на необходимостта от персонал организацията получава информация в две съществени направления:

1) Количеството ресурси, с което организацията разполага.

2) Количеството ресурси, които са необходими.

Във втория етап трябва да бъдат определени необходимите човешки ресурси в качествено отношение. Това включва оценка в следните направления:

1) Очаквано образование.

2) Изискван професионален опит.

3) Специфични и допълнителни знания, умения и способности.

Откриването и наемането на персонал с желаната подготовка и квалификация не е единствената трудност за организацията. Друг съществен въпрос е как ви-

сококвалифицирани специалисти могат да бъдат задържани на работа и да бъдат лоялни към работодателя. В тази връзка организацията трябва да анализира равнището на възнагражденията на пазара на труда и на категориите персонал, които са й необходими; финансовите ресурси, с които разполага, за да осигури персонал с необходимото качество и количество и за да го задържи.

В третия етап на процеса на планиране на човешките ресурси организацията определя местоположението, където персоналът е необходим. Това може да бъде в резултат от намерения за предстоящи промени, реструктурирания или във връзка с вътрешните и външни движения на персонала в организацията.

В края на четвъртия етап организацията има яснота по въпроса с времевите граници и диапазони, в които ще разполага с необходимите по качество и количество човешки ресурси за осъществяване на своите дейности или за предстоящо разширяване на бизнеса.

Приключването на процеса на планиране на човешките ресурси и получените резултати от направените анализи дават възможност на организацията посредством специалистите от „Човешки ресурси“ да изготвят следните задължителни планове:

- План за набиране на персонал.

- План за обучение на персонал.

- План за съкращаване на персонал.

Планирането на човешките ресурси е пряко обвързано с планирането на разходите за персонал в организацията. И двете дейности произтичат от анализа на дейността на организацията.

Изготвянето на ефективни и достоверни планове и разчети за необходимостта от човешки ресурси се обуславя от използването на различни и подходящи методи за планиране на човешките ресурси. В научната литература съществува богато разнообразие от методи за планиране на човешките ресурси. Не е възможно да се определи най-добрия или

най-подходящия метод, тъй като всеки от тях се характеризира със своите предимства и недостатъци.

Двете основни и големи групи методи за планиране на човешките ресурси са – обективни и субективни.

В групата на обективните методи се включват статистическите методи и анализът на работното време.

Статистическите методи, които предвиждат бъдещото състояние на човешките ресурси в зависимост от миналото, се основават на убеждението, че бъдещето е свързано с миналото и установените тенденции се запазват. Предимство на метода е лесното му прилагане. Като недостатъци се възприемат невъзможността да се използва в бързо променяща се среда и вероятността да се повторят допуснати грешки в миналото.

Статистическите методи, които търсят правопрпорционална зависимост между броя персонал и определящите за развитието на дейността фактори, се основават на показатели като брой обслужени клиенти, производителност на труда, обем продажби и др.

Анализът на работното време определя необходимия брой персонал на базата на измерване на необходимото време за изпълнение на определена работа от един работник. Предимствата на този метод се свързват с това, че оценката се прави на базата на извършени измервания и планирането на човешките ресурси става на базата на ориентировъчни показатели за времето, което е необходимо за изпълнение на работата.

В групата на субективните методи са включени управленската оценка, методът „Делфи” и методът „Бенчмарк”.

Управленската оценка се базира на професионалния опит на ръководителя. Той е способен сам да определи колко и какви хора са му необходими за извършване на дадена работа. Предимство на метода е това, че е лесен за прилагане и гъвкав. Недостатък е, че понякога ръководните длъжности се заемат от хора с

недостатъчна компетентност и опит или не познават характера и спецификата на дейността, което не им позволява да определят числеността на необходимия персонал.

Методът „Делфи” се базира на анонимно анкетиране на различни ръководители, които отговарят самостоятелно на въпроси, свързани с необходимостта от работна сила. Целта на метода е постигане на единодушие затова анкетирането като процедура се повтаря толкова пъти, колкото е необходимо до постигане на единодушие.

Методът „Бенчмарк” се използва често за планиране на човешките ресурси. Характерно при него е сравняването с конкурентна организация в бранша. Недостатъците на този метод се свързват с това, че не винаги може да се получи точна информация за числеността на ръководителите и служителите на конкурентната организация и произтичащи проблеми от недобре и неясно формулирани критерии, по които да се направи сравнението.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В управлението на човешките ресурси една от най-бързо развиващите се области е планирането на човешки ресурси и в частност планирането на потребностите от персонал в организацията, тъй като планирането като управленска функция осигурява възможности за по-тясно интегриране и обвързване на всички елементи с организационните цели и стратегии.

Ефективността и полезността на управлението на ЧР се изразява чрез неговия принос в успешната реализация на плановете и стратегиите и в устойчивото развитие на организацията.

Променливият характер на бизнес средата и силната динамичност на процесите в нея налагат необходимостта от предварително обмисляне и планиране на дейностите, чрез които организацията ще осигури необходимия мотивиран пер-

сонал, притежаващ точните знания, умения и компетентности, за да осъществява своите цели, планове и стратегии.

По своята същност планирането на човешките ресурси е творческа дейност, насочена към предвиждания за бъдещето на човешки ресурси в организациите.

Тази дейност е утвърдена практика в стопанския и публичен сектор, където има специалисти с висока квалификация

в областта на управлението на човешките ресурси и с нагласа да мислят за тяхното бъдеще.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Пейчева, Мирослава. Управление на човешките ресурси. Изд. „Тракия-М”, София, ISBN 978-619-7003-04-8, стр. 77, 2012 г.