ИЗВЕСТИЯ

НА СЪЮЗА НА УЧЕНИТЕ - РУСЕ / том 12

ISSN 1311-106X

2015



СЪЮЗ НА УЧЕНИТЕ - РУСЕ

PROCEEDINGS

of the Union of Scientists Ruse

Book 1

TECHNICAL SCIENCES

Volume 12, 2015



ИЗВЕСТИЯ
НА СЪЮЗА НА УЧЕНИТЕ - РУСЕ

Известията на Съюза на учените - Русе е научно списание, което се издава от 1998 г. Годишно списанието излиза във вид на няколко серии. Основни езици са български и английски, с тенденция постепенно да се премине към цялостното му отпечатване на английски.

Всяка серия се подготвя от съответния редакционен съвет, одобрен от Управителния съвет на СУ – Русе. **Редакционният съвет** урежда всички организационни и технически въпроси, свързани с издаването, одобряването на рецензентите и научната редакция на постъпващите материали.

За публикуване се приемат научни и научноприложни статии, съобщения, обзори с конкретни приноси в областта на физико-математическите, хуманитарните, технологичните, техническите и социалните науки.

Авторите носят отговорност за своите материали. Текстовете се представят в редакцията на електронен носител, придружен с един отпечатък. Оформлението на материалите трябва да бъде съобразено с приложения на последната страница модел.

Всички материали се рецензират от хабилитирани специалисти в съответната научна област. Тези материали, неполучили положителна рецензия, няма да бъдат отпечатани. Ръкописи не се връщат. Хонорари на авторите не се изплащат.

След отпечатването на серията авторският колектив получава безплатно 3 отделно оформени отпечатъка от статията; при желание – може да си закупи и цялата книжка.

Известията на Съюза на учените - Русе се изпращат във всички големи библиотеки в страната и в редица български и чуждестранни университети.

ГЛАВЕН РЕДАКТОР: проф. д-р Златоживка Здравкова
ОТГОВОРНИ РЕДАКТОРИ: доц. д-р Теодор Илиев и проф. Владимир Хвърчилков
КОРЕКТОР: Лилия Илиева
ПРЕДПЕЧАТ И ТЕХНИЧЕСКА ПОДГОТОВКА: доц. д-р Ивайло Стоянов
ДИЗАЙН НА КОРИЦАТА: д-р инж.-диз. Теодор Кючуков

АДРЕС НА РЕДАКЦИЯТА: Русе 7000, ул. "Константин Иречек" 16,
Е-поща: suruse@uni-ruse.bg, **URL:** http://suruse.uni-ruse.bg/

© СЪЮЗ НА УЧЕНИТЕ – РУСЕ

Печат: Университетски издателски център при Русенски университет „Ангел Кънчев“

ISSN 1311-106X

СЪДЪРЖАНИЕ

Деница Митева, Велизара Пенчева, Асен Асенов, Димитър Грозев
Възможности за приложение на метода SERVPERF за оценка качеството на таксиметровите услуги 9-16

Джемал Топчу, Велизара Пенчева
Основни товародатели/товарополучатели в градовете и обща характеристика на транспортния процес при превозите на товари в малки партиди 17-25

Хасан Хасанов, Александър Дончев, Момчил Киринов
Стенд-симулатор за калибриране на уреди, измерващи параметри на движещи се обекти 26-33

Виктория Рашкова
Анализ на криптографските методи, криптографските режими и атаки 34-41

Здравко Христов, Вяра Русева, Стефан Стефанов
Анализ на хардуерно и софтуерно осигуряване на системи за енергиен мониторинг 42-49

Елена Иванова, Теодор Илиев
Тенденции в развитието на следващо поколение мрежи 50-54

Ventsislav Keseev
Experimental study of the direct approach for control of magnetic field 55-60

Ivanka Tsvetkova
A study on the impact of the sensors density and their remaining energy on the accuracy of the localization methods used in WSN 61-66

Ilieva Liliya
A work breakdown structure and an algorithm for implementation of photovoltaic projects in Bulgaria 67-80

Simeon Iliev
Investigation of the influence of the boundary values of exhaust gas recirculation in diesel engine 81-85

Metodi Dimitrov
Mechanical design of the Rada self-reconfigurable robot 86-90

Stanislav Kostadinov, Stanislav Ivanov
Packaging Design Animation in PDF3D 91-97

Teodor Kyuchukov
Automotive lighting sculpture. Born beyond existing borders 98-107



Проект № **BG051PO001-3.3.06-0008 „Подпомагане израстването на научните кадри в инженерните науки и информационните технологии“** се финансира по схема „Подкрепа за развитието на докторанти, постдокторанти, специализанти и млади учени“ на Оперативна програма “Развитие на човешките ресурси” с финансовата помощ на Европейския социален фонд.

Партньори по проекта:
Русенски университет „Ангел Кънчев“ и Технически университет – Габрово

Продължителност на проекта: 24 месеца /22.07.2013 - 21.07.2015 г./

Основна цел на проекта: Подобряване качеството на обучение и научни изследвания чрез създаване на по-добри условия за работа на докторанти, постдокторанти и млади учени.

Основни задачи за постигане на целта:
- Мотивиране и стимулиране развитието на научния потенциал на партньорите по проекта;
- Създаване на предпоставки за по-качествена и резултатна научноизследователската дейност на партньорите по проекта.

Основни дейности по проекта:

***Дейност 1**. Подкрепа на нови и започнали докторски програми чрез:*

1.1. Осигуряване на допълнителни средства за докторанти за повишаване на мотивацията за подготовка на дисертационен труд.

1.2. Подпомагане разработването на дисертационния труд чрез научни планове, научни публикации, експертизи от хабилитирани лица, наем за достъп до специализирана апаратура и оборудване, специализирана измервателна апаратура, хардуер и софтуер, материали и консумативи за експериментите и др.

1.3. Насърчаване на академичната мобилност - участие в национални и международни научни форуми, участие в практическа и експериментална дейност във водещи научни центрове и др.

1.4. Подкрепа за научни публикации в международно признати издания, участия в научни прояви и др.

***Дейност 2**. Програма за развитие на постдокторанти, специализанти и млади учени чрез:*

2.1. Организиране и провеждане на програми за обучение и повишаване квалификацията на младите хора, работещи в сферата на науката с участието на специалисти от съответната научна област с цел повишаване мотивацията на включените в програмата.

2.2. Подкрепа за научни публикации в международно признати издания и участия в научни прояви

2.3. Изграждане на работещи механизми и подкрепа за различни форми на мобилност на учените за научен обмен, участие в работни срещи, семинари, конференции и конгреси на национално и европейско равнище.

2.4. Предоставяне на финансова помощ за провеждане на научни изследвания, свързани с: повишаване на научния потенциал; за програми, подкрепящи създаването на връзки между университетски и частни структури за трансфер на знания; консумативи за експериментите и др.

2.5. Осигуряване на достъп до специализирана изследователска апаратура, научни съоръжения, база данни, библиотеки и др.

2.6. Осигуряване на специализиран софтуер за съответната научна област.

Брой участници в проекта: – 40 в т.ч. 28 от Русенски университет „Ангел Кънчев" и 12 от Технически университет - Габрово. От тях:

- Докторанти - 26
- Постдокторанти - 9
- Млади учени - 5

Ръководство на проекта:

Ръководител - чл. кор. проф. дтн Христо Белоев;
Координатор - проф. д-р Михаил Илиев;
Отговорник за РУ - доц. д-р Нина Бенчева;
Отговорник за ТУ - доц. д-р Ирина Александрова.

Резултати от работата на проекта:

Резултатите от изпълнението на проекта досега са много добри: 8 участници са защитили дисертационен труд за образователна и научна степен „Доктор", 4 постдокторанти са избрани на академична длъжност „Доцент", 2 от младите учени са зачислени в докторантура. Участниците в проекта са подготвили и публикували над 140 научни публикации в България и чужбина. Отпечатани са 4 книги, 3 монографии и 2 учебни пособия. Проведени са множество работни семинари по различни теми, подпомагащи работата на участниците в проекта. Резултатите от изпълнението на проекта се публикуват в уеб страницата на проекта – http://pink.uni-ruse.bg/.

ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ПРИЛОЖЕНИЕ НА МЕТОДА SERVPERF ЗА ОЦЕНКА КАЧЕСТВОТО НА ТАКСИМЕТРОВИТЕ УСЛУГИ

Деница Митева, Велизара Пенчева, Асен Асенов, Димитър Грозев
Русенски университет „Ангел Кънчев”

OPPORTUNITIES FOR APPLICATION OF THE METHOD TO EVALUATE SERVPERF QUALITY OF TAXI SERVICES

Denitsa Miteva, Velizara Pencheva, Asen Asenov, Dimitar Grozev
„Angel Kanchev” University of Ruse

Abstract: A SERVPERF model was expressed to assess taxi service quality. All 22 items can be divided into five dimensions including tangibles, assurance, reliability, responsiveness, and empathy. It is done a questionnaire on the bases of SERVPERF model. To improve the quality of taxi services in the survey were added and questions about this – how many passengers in taxis automobiles are there, at what age and what sex they are. These data bases will help us to further research, analysis and improvement of the quality of taxi services in real conditions in city of Ruse, Bulgaria.
Keywords: Taxi transport; Service quality; SERVPERF; SERVQUAL; Passengers; Questionnaire.

ВЪВЕДЕНИЕ

Транспортът е отрасъл, от който зависи състоянието и развитието на всички други отрасли. В последните няколко десетилетия на нашето съвремие, автомобилният транспорт се очертава като най-динамично развиващият се транспорт, показващ ефективно взаимодействие с научно-техническия прогрес.

Пътническият таксиметров транспорт допълва градския пътнически транспорт и има важно значение за по-пълно задоволяване на транспортните потребности на населението в градовете. Той се явява неразделна и много важна съставна част от транспортната система на страната.

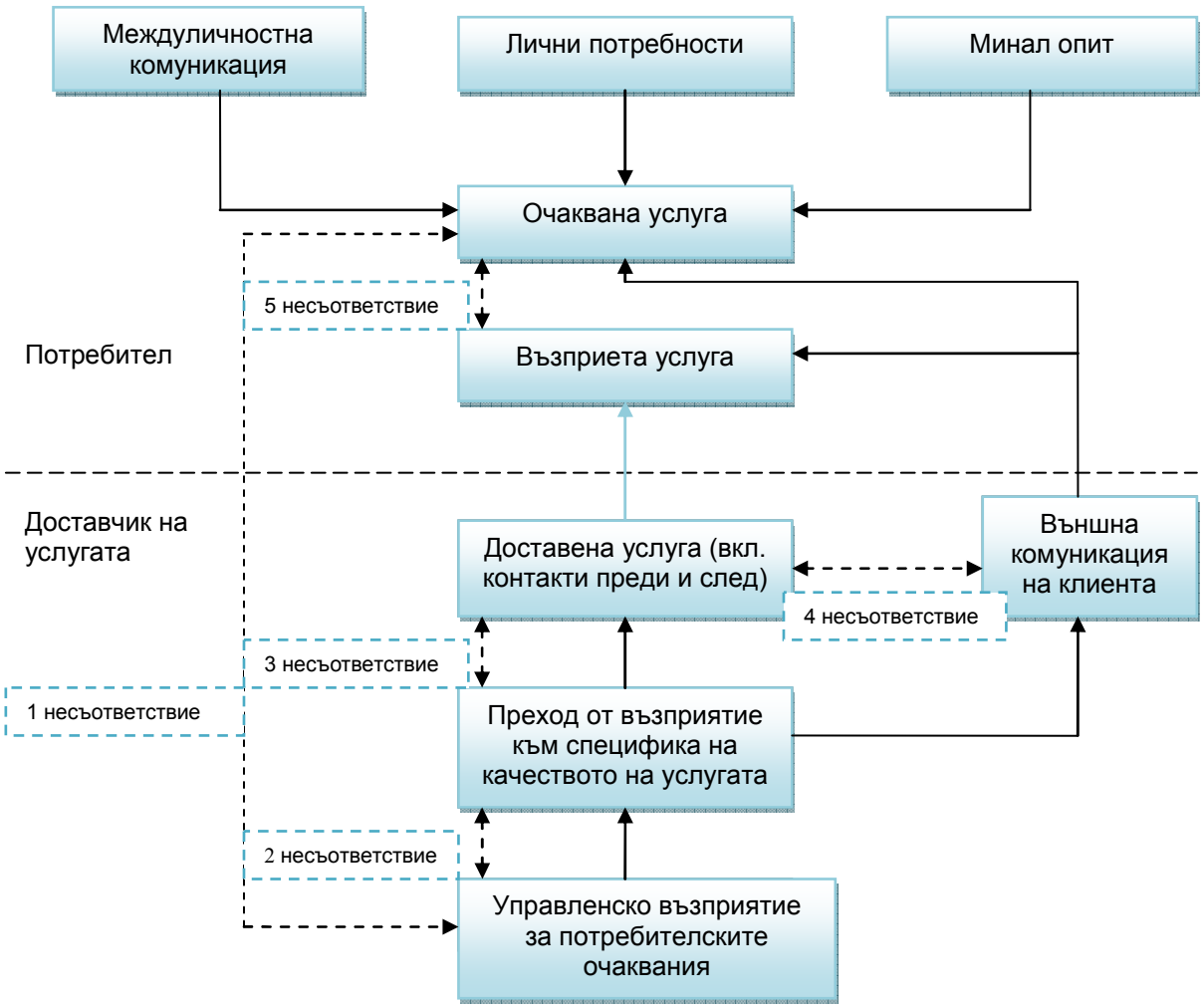
Благодарение на него животът на хората днес се е подобрил качествено и самото качество на предлаганата транспортна услуга и по-конкретно при таксиметровата услуга зависи до голяма степен и от превозвачите. В литературата са посочени два метода - SERVQUAL и SERVPERF, които са подходящи оценяване на качеството в различните сектори на услугите [1].

В настоящата статия се прави преглед на посочените два метода, с цел определянето на по-подходящия за оценяване качеството на таксиметровите услуги, отчитайки изискванията на пътниците и се предлага анкетна карта.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Методът SERVQUAL (абревиатура от Service Quality – качество на услуга) е разработен от група американски автори - Парашураман, Зелтамал и Бери, през 1985 г. за оценяване на качеството в сферата на услугите [1]. Той се базира на разбирането за възприетото качество на услугите, като резултат от съпоставката на клиентските очаквания и реално предоставената услуга. След провеждане на по-задълбочени интервюта с ръководители на четири големи компании в САЩ и серия фокусни групи с клиенти били изяснени ключовите атрибути за качеството, възприемано от двете страни. Данните показват, че въпреки различията между отделните индустрии, са налице много общи характеристики на качеството. Това откритие позволява да бъде разработен единен модел за оценка и подобряване на качеството в сферата на услугите.

Моделът, представен на фиг. 1 визуализира процеса на възприемане на качеството, като акцентира върху основните причини клиентът да не оцени високото качество на една услуга. Според [3] налице са пет зони, в които може да възникне несъответствие във възприеманото качество.



Фиг.1. Модел SERVQUAL

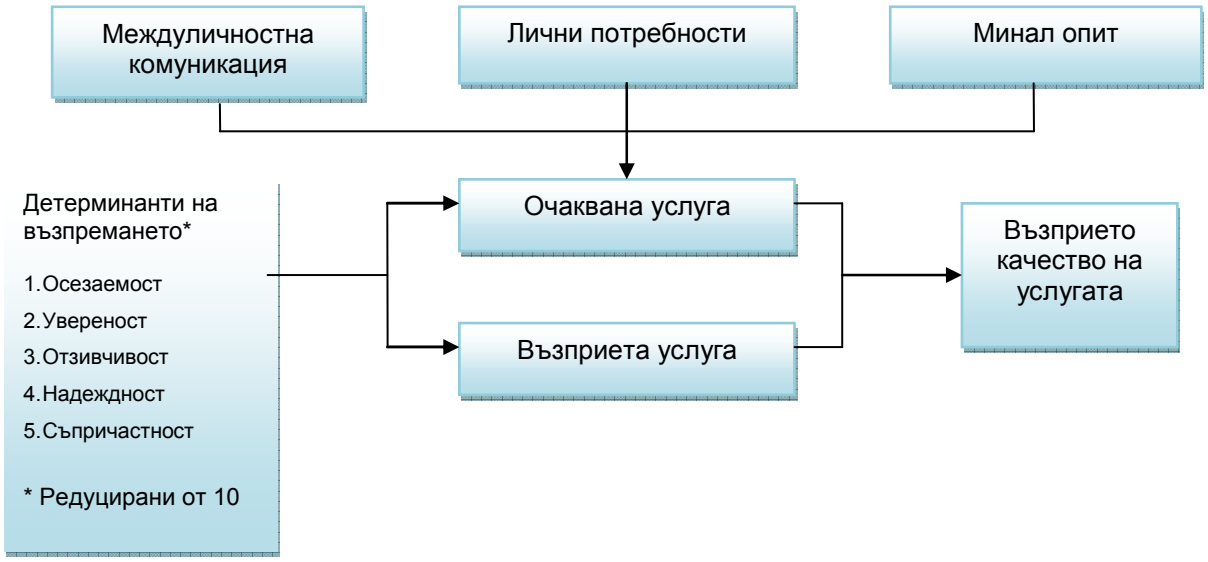
Първият проблем може да бъде погрешното разбиране на мениджърите за очакванията на клиента за качествена услуга. Това обикновено води до предлагане на услуга, чийто характеристики не са високо ценени и съответно не са в състояние да удовлетворят клиента.

Второто несъответствие се поражда от невъзможността на някои мениджъри да организират изпълнението на всички елементи на услугата, въпреки че са наясно колко важни са те за клиента.

Третият проблем, с който се сблъскват мениджърите, е разривът между първоначалния замисъл за това какви характеристики трябва да притежава предлаганата услуга и нейните характеристики след реалното й доставяне. Тук важна роля играе компетентността и мотивацията на персонала, извършващ услугата.

Следващата възможна причина за разочарование от качеството на услугата е погрешна комуникативна стратегия на фирмата. Понякога в желанието си да рекламират добре продукта, мениджърите преувеличават реалните качества на предлаганата услуга и по този начин, повишавайки очакванията на клиента, намаляват удовлетвореността му след получаване на услугата.

Петата проблемна зона, разгледана на фиг. 2 е свързана с несъответствието между очакваното ниво на обслужване и реално възприетото. Авторите отбелязват, че това несъответствие е пряко повлияно от наличието или отсъствието на предходните четири, като то може да бъде с различна сила и посока. В случай, че възприетото ниво на качество превъзхожда очакванията на клиента, неговата оценка за качеството на услугата би била положителна, а в противен случай – отрицателна.



Фиг.2. Критерии на клиента при възприемане качеството на услугата

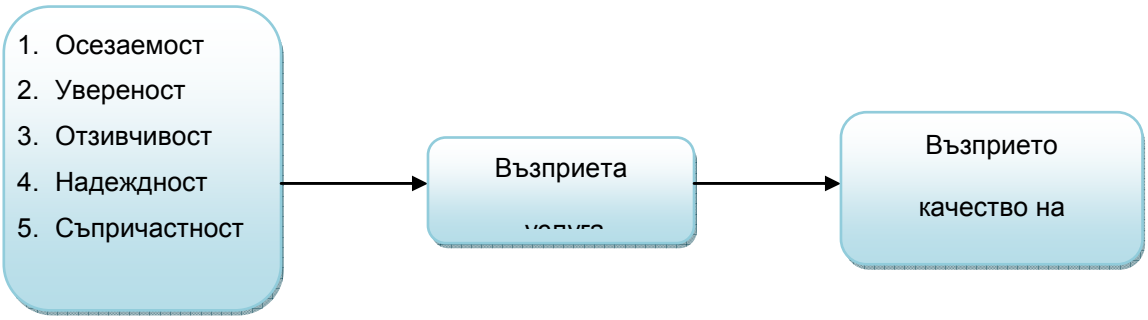
На база направеното изследване е установено, че критериите, които потребителите използват при формиране на очакванията и възприятията си по отношение на качеството на услугата, са универсални за всички типове услуги. Първоначално са идентифицирали десет показатели на качеството на услугата, но по-късно след позадълбочена работа са ги обобщили в пет – надеждност, увереност, осезаемост, съпричастност, отзивчивост (reliability, assurance, tangibles, empathy and responsiveness), който образуват акронима RATER – „експертът“ [6].

Измервателният инструмент представлява мултиточкова скала, състояща се от 22 паралелни твърдения – очаквания (E от англ. език - expectations) и възприятия (P от англ. език - perceptions), които представят петте размерност на качествената услуга. При оценяване на качеството клиентите биват помолени да изберат отговор по Ликертова скала, която включва отговори от напълно съгласен до напълно несъгласен - като „1 е напълно несъгласен”, а „5 – напълно съгласен”. Разликата между възприятията и очакванията представлява оценката на качеството на услугата (P-E=Q). Когато Q<0 е налице несъответствие в нивото на обслужване, а когато Q>0 очакванията на клиента са били надхвърлени.

Въпреки това ефективността на метода SERVQUAL съществуват няколко проучвания, които са предизвикали дебати относно прилагането му.

През 1992 г. Кронин и Тейлър предлагат, че възприятията са единствените критерии, които могат да измерват и определят качеството на обслужване и извеждат модела SERVPERF (фиг.3) [1]. През 1993г. Боулдинг също отхвърля прилагането на анкета, свързана с очакванията на клиентите и потвърждава своята теза, че качеството на услугите се влияе само от възприятия . Именно тези критични бележки са довели до развитието на по-опростения инструмент за измерване на качеството на услугите на име SERVPERF [1]. Всъщност, моделът SERVPERF е компонент, който отчита действителните възприятия и се състои от 22 паралелни твърдения (също като SERVQUAL), но се изключва всякакво разглеждане на очакванията на потребителите. Впоследствие, SERVPERF се използва за измерване на качеството на обслужване в различни области [4].

Самият термин „очаквания” е объркващ според авторите, които предлагат в метода да се използват само „възприятията” на клиента (SERVPERF-метод), в резултат на което ще се получи по-добър количествен показател за качество на услугата. Именно заради това за проучване качеството на транспортната услуга при таксиметровите превози е необходимо да се използва предлаганата от тях методика.



Фиг.3. Модел SERVPERF

На първо място SERVPERF методът е по-подходящ за прилагане, защото времетраенето за попълване на анкетната карта е по-малко и би могло да се извърши в рамките на един превоз на пътник/ци от началната до крайната точка на избрания от него маршрут.

Второ – очаква се да се получи по-добър и по-точен количествен показател, отчитащ качеството на транспортната услуга при таксиметровите превози.

На трето място, но не на последно по значение, очакванията на клиентите (при SERVQUAL метода) могат да бъдат ниски, причинено от предишен опит от ползването на услугата, и ако те не се сбъднат, няма да съществува несъответствие, а качеството на услугата ще се счита за неутрално. В потвърждение на подобна теза Грьонрос (1993) счита, че „очакванията нарастват с течение на времето" и призовава за нов етап при изследването на качеството на услугите чрез измерване и оценка в динамиката на услугата. Сходни разсъждения развива и Андерсън (1992), като допълва, че в SERVQUAL-метода не се вземат предвид разходите за подобряване на качеството на услугите [1]. При прилагането на метода SERVPERF се използва една базова анкета – за получено (възприето) качество, което се адаптира към особеностите на таксиметровата услуга и таксиметровите превозвачи (доставчици) на услугата. Въпросите в анкетата са разделени на групи, които отчитат пет групови показатели за качество на услугата, показани в табл.1 [2].

Въпросите в приложената анкетна карта (*приложение 1*) се подредени за по-голяма прегледност според това дали се отнасят за таксиметровия автомобил, таксиметровия водач или обкръжаващата ги среда. Това налага разместване на въпросите, което е представено в табл. 1.

Таблица 1

Въпроси от анкетната карта, съответстващи на показатели за оценка качеството на таксиметровата услуга

№	Показатели	Характеристики	Въпроси №
1	***Осезаемост*** (tangible)	Физическите доказателства за услугата и средата, в която тя се предлага, произвежда и доставя – помещения, оборудване, външен вид на служителите	1,2,3,5,7
2	***Увереност*** (assurance)	Компетентност, вежливост на служителите и тяхната способност да създават атмосфера на доверие и поверителност	4,6,8,14,18
3	***Отзивчивост*** (responsiveness)	Желанието от страна на служителите да помагат на клиентите и незабавно да ги обслужват	10,16,20,21
4	***Надеждност*** (reliability)	Способността на предприятието и неговите служители да изпълни услугата във вид и време, които са обещани на клиента	13,15,19,22
5	***Съпричастност*** (empathy)	Грижа и индивидуален подход при обслужването на клиентите	9,11,12,17

Метод за изчисление по модел SERVPERF след провеждане на анкетното проучване

Таксиметровите услуги имат такива характеристики като неосезаемост, нетрайност, неделимост и разнородни [4]. Следователно моделът SERVPERF може да се използва за оценяване на изпълнението на качеството на таксиметровите услуги. Според основният принцип на SERVPERF, таксиметрови услуги могат да бъдат разделени на n на брой аспекти. За всеки аспект i (i = 1, 2, …,n), се използва формулата (1) за изчисляване на изпълнението на възприятията от таксиметровите услуги

$$SQ_i = \frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m}\overline{PS_{ij}}, \qquad (1)$$

където SQ_i е качеството на таксиметрови услуги в даден аспект i;

m - броят на елемент във всяка посока,

M - общият брой на въпросите ($m \in M$);

$\overline{PS_{ij}}$ - средството за изпълнение на качеството на таксиметровите услуги на всеки j-ти респондент за отговорите по i-я аспект (твърдение, въпрос).

Претегленият $SQ_i^{'}$ (Service Quality Index - комплексен показател за качество [4]) се определя по формула (2)

$$SQ_i^{'} = \frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m}\overline{IS_{ij}}.\overline{PS_{ij}}, \qquad (2)$$

където $SQ_i^{'}$ е претеглената стойност на качеството на таксиметровите услуги в даден аспект i;

$\overline{PS_{ij}}$ - средна по важност позиция на всеки j-ти респондент за отговорите по i-я аспект (твърдение, въпрос).

Получените оценки от анкетата по групи се осредняват с отчитане на значимостта на груповите показатели, които са приоритетни за клиентите чрез допълнителна анкета, което дава комплексна оценка за качеството на таксиметровата услуга. С цел подобряване качеството на таксиметровата услуга като цяло са добавени въпроси в анкетна карта (приложение 1), отнасящи се за това колко пътници са в таксиметровия автомобил, на каква възраст са и какъв пол.

Скалата на SERVPERF ще бъде подходяща за провеждане на изследвания в реална среда за определяне качеството на таксиметровите услуги в град Русе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От анализа на двата метода, може да се каже, че методът SERVPERF е по-подходящ от SERVQUAL, тъй като не само намалява броя на анкетите, но също намалява натоварването на самото проучване, както от страна на анкетиращите (таксиметровите водачи), така и на анкетираните (пътниците), които генерират обективни отговори. По този начин ще може да се извърши обективно оценяване на качеството на таксиметровата услуга, както и да бъдат решени въпроси, свързани с повишаване качеството на обслужване за по-пълно удовлетворяване потребностите на клиентите.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Антон Недялков, Проблеми на качеството в операционния мениджмънт на услугите, Русе, 2012г.
[2] Антон Недялков, Методика за измерване на качеството на услугите, Русе, 2011г.
[3] A. Parasuraman, Valarie A. Zelthaml, & Leonard L Berry, A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research, Journal of Marketing, 1985
[4] Mohd. Adil, Dr. Odai Falah Mohammad Al Ghaswyneh, SERVQUAL and SERVPERF: A Review of Measures in Services Marketing Research, Global Journal of Management and Business Research Marketing, 2013
[5] YAO Zhi-gang, Xiao-dong D., Measuring Passenger's Perceptions of Taxi Service Quality with Weighted SERVPERF: a Case of Hangzhou, China.
[6] http://www.mindtools.com/pages/article/rater.htm

Адреси за контакти:

маг. инж. Деница Митева
Катедра „Транспорт”
Русенски университет “Ангел Кънчев”
Тел.: 0883 412051
E-mail: dmiteva@uni-ruse.bg

проф. д-р Велизара Пенчева
Катедра „Транспорт”
Русенски университет “Ангел Кънчев”
Тел.: 082 888 377
E-mail: vpencheva@uni-ruse.bg

доц. д-р Асен Асенов
Катедра „Транспорт”
Русенски университет “Ангел Кънчев”
Тел.: 082 888 605
E-mail: asasenov@uni-ruse.bg

инж. д-р Димитър Грозев
Катедра „Транспорт”
Русенски университет “Ангел Кънчев”
Тел.: 0899 809 884
E-mail: dgrozev@uni-ruse.bg

Настоящата статия е изготвена с финансовата помощ на Европейския социален фонд. Русенският университет „Ангел Кънчев” носи цялата отговорност за съдържанието на настоящия документ, и при никакви обстоятелства не може да се приеме като официална позиция на Европейския съюз или Министерството на образованието и науката".

Проект: № BG051PO001-3.3.06-0008 „Подпомагане израстването на научните кадри в инженерните науки и информационните технологии”.

Приложение 1

А Н К Е Т Н А К А Р Т А

Уважаеми пътници,

Във връзка с проучване качеството на таксиметровите услуги в град Русе, ще Ви бъдем много благодарни, ако отговорите на въпросите по-долу. Моля оценете качеството на таксиметровата услуга в зависимост от степента на Вашата удовлетвореност.

Оградете или маркирайте с „Х" отговорите на въпросите като „1 е напълно несъгласен", а „5 – напълно съгласен".

Благодарим Ви!

Колко пътника сте?

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4

Пол:

- ☐ Мъж
- ☐ Жена
- ☐ Дете

В коя възрастова група попадате?:

- ☐ 0 ÷ 12 години
- ☐ 13 ÷ 17 години
- ☐ 18 ÷ 25 години
- ☐ 26 ÷ 49 години
- ☐ 50 ÷ 64 години
- ☐ 65 ÷ 79 години
- ☐ 80 и повече години

	Въпроси	**Оградете или маркирайте Вашия отговор с „X” *като* *„1 е напълно несъгласен”, а „5 – напълно съгласен”.***				
1	Таксиметровият автомобил е добре изглеждащ и чист отвън	1	2	3	4	5
2	Таксиметровият автомобил е чист и удобен отвътре	1	2	3	4	5
3	Има наличен обозначен лицензен номер и име на таксиметровия превозвач	1	2	3	4	5
4	Обозначена първоначална цена и пробег за километър	1	2	3	4	5
5	В таксиметровия автомобил има необходимото оборудване за превоза (касов апарат, багажник)	1	2	3	4	5
6	В таксиметровия автомобил са налични съоръжения за сигурност, колан, столче, възд. възглавница	1	2	3	4	5
7	Таксиметровият водач е добре облечен	1	2	3	4	5
8	Таксиметровият водач е учтив и вежлив към клиентите си	1	2	3	4	5
9	Таксиметровият водач сърдечно обслужва пътниците	1	2	3	4	5
10	Таксиметровият водач има търпеливо отношение спрямо пътниците	1	2	3	4	5
11	Таксиметровият водач е положително настроен	1	2	3	4	5
12	Таксиметровият водач винаги има най-добри намерения към клиентите.	1	2	3	4	5
13	Таксиметровият водач не пуши, не говори по телефона или не се храни и не пие по време на шофиране	1	2	3	4	5
14	Таксиметровият водач издава фискален бон	1	2	3	4	5
15	Таксиметровият водач спазва правилата за движение по пътищата	1	2	3	4	5
16	Таксиметровият водач в готов да използва маршрут по желание на пътника	1	2	3	4	5
17	Таксиметровият водач притежава познания за обществени места (за отдих, пазаруване, култура, др.)	1	2	3	4	5
18	Таксиметровият водач притежава знания за маршрутите	1	2	3	4	5
19	Таксиметровият водач отказва избрания от клиента маршрут или използва обходен такъв	1	2	3	4	5
20	Диспечерският център осигурява в срок резервирания таксиметров автомобил на своите клиенти	1	2	3	4	5
21	Диспечерският център адекватно реагира при жалби и/или загубен багаж	1	2	3	4	5
22	Неетична конкуренция сред таксиметровите превозвачи	1	2	3	4	5
	Друго, посочете					

ОСНОВНИ ТОВАРОДАТЕЛИ/ТОВАРОПОЛУЧАТЕЛИ В ГРАДОВЕТЕ И ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ТРАНСПОРТНИЯ ПРОЦЕС ПРИ ПРЕВОЗИТЕ НА ТОВАРИ В МАЛКИ ПАРТИДИ

Джемал Топчу, Велизара Пенчева
Русенски университет „Ангел Кънчев”

THE MAIN SHIPPERS / CONSIGNEES IN CITIES AND GENERAL CHARACTERISTICS OF THE TRANSPORT PROCESS IN THE TRANSPORT OF GOODS IN SMALL BATCHES

Dzhemal Topchu, Velizara Pencheva
„Angel Kanchev” University of Ruse

Abstract: This paper presents a general characterization of the transport process in the transport of goods in small batches in the cities of Bulgaria and the main shippers / consignees in cities. A survey and analysis of the total number of outlets and the population by planning regions in the country in recent years was done. The transport process is analyzed for the transport of goods in small batches. Comparative characteristic of the technical-performance indicators of the car is made in linear reversible and assembly/delivery/delivery-collective routes.
Keywords: Domestic Carriages, Shippers / Consignees, Loads, Shops, Small Batches, Outlets.

ВЪВЕДЕНИЕ

Автомобилният транспорт играе важна роля в транспортната система на България. Тя се обуславя от участието му в транспортните процеси, като основен и спомагателен вид транспорт [3]. С него се извършва основната част от превозите на товари. Той е основен компонент при дистрибуцията на материални продукти в градовете, при спазването на срока за доставка, при наличие на изискването ***„точно на време”***, съхранението на превозваните товари, намиращи се под разпореждането на превозвача и възможността връзките да бъдат реализирани ***„от врата до врата”***. Автомобилният транспортен процес заема съществено място при реализацията на търговските взаимоотношения. Освен чрез фактическото спазване на срока за доставка и чрез съдействието си за материалната реализация на търговската сделка той се превръща във важен елемент на логистичната верига.

В настоящата работа е представена обща информация на товародателите и товарополучателите на товари в малки партиди и характеристика на автомобилния транспортен процес при превозването на тези товари.

ИЗЛОЖЕНИЕ

1. Обща информация за товародателите/товарополучателите на товари в малки партиди в районите и градовете на страната

Република България е разделена на шест района на планиране [5] - Северозападен, Северен централен, Североизточен, Югозападен, Южен централен и Югоизточен райони фиг.1. Информация за площта, населението и броя на търговските обекти за шестте района на страната е представена в табл. 2 [1]. Всеки един район включва в себе си по-малки административни единици – области. В страната са обособени 28 области, включващи градове и села.

Към 2013 г. в градовете на страната е отчетено, че живеят 5 291 675 жители, което е 72,83 % от населението на страната. Населението на десетте най-големи града в България (фиг. 2) е показано в табл. 1.

Броят на търговските обекти в страната непрекъснато расте [1]. В последните години той е между 125 000 и 130 000 търговски обекти (фиг. 3). Резултатите показват, че като цяло има тенденция за увеличаване на търговските обекти през 2012г., спрямо 2008г., като увеличението е с 13%[1]. Това се дължи на голямото търсене и предлагане на разнобразни продукти.



Фиг. 1. Географското разпределение на районите в България



Фиг. 2. Географско разположение на областите с 10-те най-големи града в България

Таблица 1

Население на 10-те най-големи града в страната и процентно съотношение спрямо останалото население

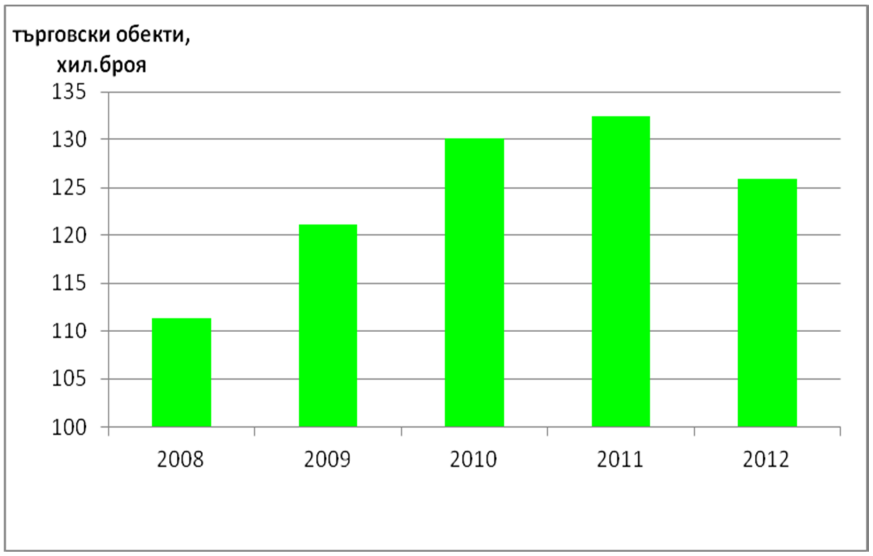
Град	**Бр. население**	**% от населението в градовете**	**% от общото за страната**
София	1 204 685	22,78	16,58
Пловдив	338 153	6,39	4,65
Варна	334 870	6,33	4,61
Бургас	200 271	3,78	2,76
Русе	149 642	2,83	2,06
Стара Загора	138 272	2,61	1,90
Плевен	106 954	2,02	1,47
Сливен	91 620	1,73	1,28
Добрич	91 030	1,72	1,25
Шумен	80 855	1,53	1,11
Общо в 10-те града	2 736 352	51,72	37,67
Други населени места	2 555 323	48,28	62,33

Броят на търговските обекти (табл. 2) тясно корелира с населението в основните градове на регионите на планиране. В Югозападния район, с център гр. София има най-много търговски обекти (магазини) 39 424 броя, следван от Южен централен

район (център гр. Пловдив) с 24 234 броя търговски обекти, Югоизточен район (център гр. Варна) с 19 893 броя, Североизточен (с център гр. Бургас)- 16 600 броя, Северен централен район (с център гр. Русе) с 13 075 бр.

Според направеното изследване в табл. 2 се наблюдава, че в Югозападния район има най-много търговски обекти (магазини) 39 424 броя, от които 26 057 броя са търговските обекти за нехранителни стоки и 13 367 броя са храни, напитки и тютюневи [1].

Планирането на превозите до търговките обекти в транспортните системи на големите градове се основава на определяне на рационалния обем превози в зададен интервал от време. Превозите се извършват с автомобилен транспорт, на който трябва да се осигури висока мобилност и маневреност, за да се постигне бърза доставка на товара в необходимия срок. Използват се предимно автомобили с товароносимост от 1,5 до 3,5 t. Защото в големите градове има забрана за движение на товарни автомобили (движението е само по определени маршрути и/или със разрешително) поради големите им габаритни размери и товароносимост над 3.5 t. Преобладаваща част от превозите са на товари в малки партиди.



Фиг. 3. Брой на търговските обекти за продажба на дребно

Таблица 2

Брой търговски обекти за продажба на дребно към 31.12.2012г.
По статистически райони, население и площ на страната

Статистически район	Площ, км^2	Население към 31.12.2013г.	Храни, напитки и тютюневи изделия, бр.	Нехранителни стоки, бр.	Общо хранителни и нехранителни стоки, бр.
Общо за страната	**111 001.50**	**7 245 677**	**47 248**	**78 661**	**125 909**
Северна България	**48 531**	**2 600 750**	**16 673**	**25 685**	**42 358**
Северозападен	19 070	810 401	5 361	7 322	12 683
Северен централен	14 974	835 813	5 150	7 925	13 075
Североизточен	14 487	954 536	6 162	10 438	16 600
Южна България	**62 470.50**	**4 644 927**	**30 575**	**52 976**	**83 551**
Югозападен	20 306.4	2 127 618	13 367	26 057	39 424
Южен централен	22 365.1	1 453 619	9 455	14 779	24 234
Югоизточен	19 799	1 063 690	7 753	12 140	19 893

Товарите, превозвани на малки партиди (табл. 3), са свързани с транспортиране на:

- продоволствени стоки (хляб и хлебни изделия, мляко и млечни изделия и др.);
- промишлени стоки;
- уедрено разнасяне на ежедневния печат;
- -комунално-битови услуги (събиране на смет и др.) и т.н..

В табл. 3 са посочени търговските обекти в страната по групи товари.

Таблица 3

Търговски обекти за продажби на дребно към 31.12.2012г.

Вид и стокова спецификация	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**
Търговски обекти	**111 370**	**121 039**	**130 102**	**132 304**	**125 909**
За храни, напитки и тютюневи изделия	43 784	45 930	48 877	49 324	47 248
в това число:					
Неспециализирани с разнообразни хранителни стоки	30 835	31 986	32 841	32 559	29 856
Плодове и зеленчуци	2 143	2 518	2 930	3 163	3 262
Месо и месни продукти	979	1 113	1 340	1 349	1 385
Риба и рибни продукти	352	424	460	481	484
Хляб и хлебни изделия	1 833	1 961	2 260	2 379	2 290
Захар и захарни сладкарски изделия	2 023	1 793	2 118	2 143	2 074
Алкохолни и безалкохолни напитки	2 090	2 148	2 576	3 043	2 929
За нехранителни стоки	67 586	75 109	81 225	82 980	78 661
в това число:					
Неспециализирани с разнообразни нехранителни стоки	10 490	12 604	14 469	15 287	14 991
Текстилни изделия	2 415	2 808	2 879	3 156	2 923
Облекло	15 317	17 604	18 076	17 371	17 171
Обувки и кожени изделия	3 174	3 637	3 835	3 869	3 696
Мебели, осветителни тела и стоки за домакинството	3 273	3 400	3 530	3 410	3 104
Електродомакински уреди, радио и телевизионни стоки	2 059	1 908	2 047	2 058	1 691
Железария, бои и стъкла	2 760	2 825	2 960	2 876	2 757
Книги, весници и книжарски стоки	2 955	2 701	2 875	3 189	2 652
Строителни и отоплителни материали	1 860	1 598	1 883	2 215	1 878
Парфюмерия и козметика	2 725	3 044	3 178	3 051	2 993
Автомобили, мотоциклети и резервни части за тях	4 842	4 820	5 676	6 174	5 188
Аптеки, оптики и санитарни магазини	4 825	5 268	5 281	5 360	5 245
Бензиностанции	**2 882**	**2 804**	**2 766**	**2 725**	**2 684**
Газостанции	**804**	**672**	**607**	**534**	**555**

От изброеното в таблица 3 се вижда, че това са специфични стоки. Спецификата идва от това, че те са [2]:

- предназначени са за отделни лица или домакинства, обикновено в малки количества;

- възникват като правило в градски условия, което предполага: сложно развита пътна мрежа; интензивността на градското движение и натовареността на транспортната мрежа оказва съществено влияние при извършване на тези превози; в условията на тясно съседство на пътническите и товарните потоци остър проблем е безопасността на движението и екологията на града;

- за много от товарите ефективността на превозите не се определя от характерните показатели за транспортния процес (изпол-

зване товароносимостта на транспортното средство, минимален пробег и др.), а от значение е съхраняването на товара и своевременното му доставяне;

- - броят и състава на получателите.

Това налага и промени в самата система на разпределението:

- в баланса на времето за работа на превозното средство значително място заема времето за престои (за товарно-разтоварни операции и оформяне на документи) и времето за маневри на автомобила;

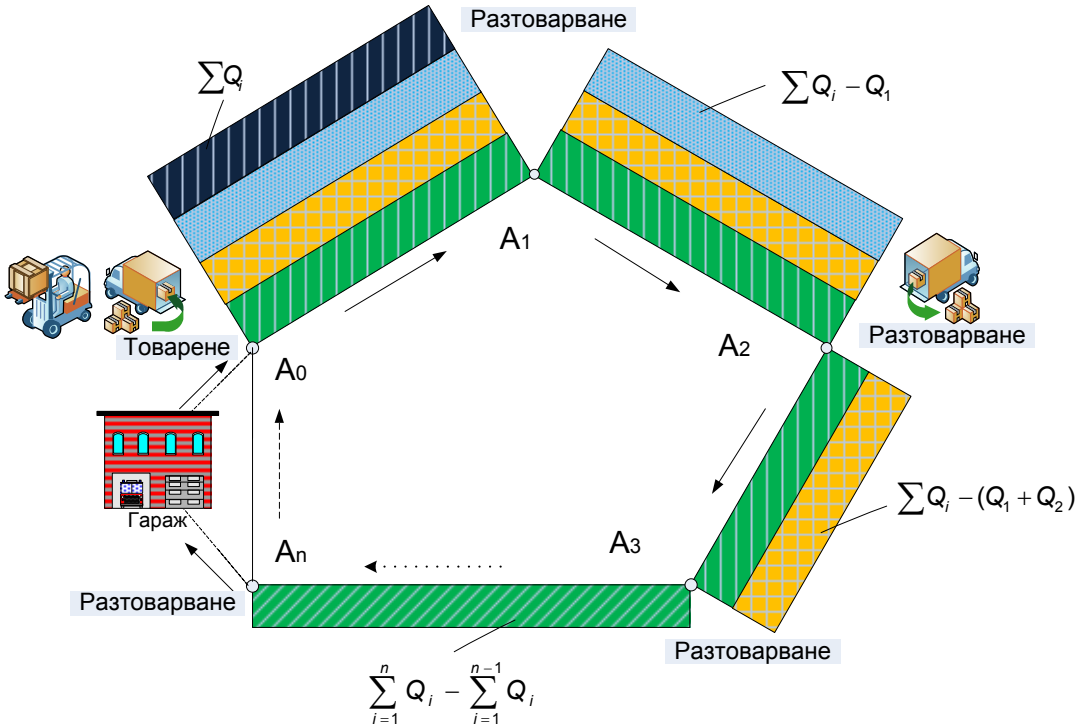
- върху скоростта на транспортните средства при преместването на товара оказва влияние и пътната обстановка, която от климатичните условия [2].

2. Транспортен процес при превоз на товари в малки партиди

Транспортен процес се нарича процесът на преместването на товари и пътници, включващ всички необходими за това подготвителни и задължителни операции: подготовка на товарите, товарене и разтоварване (качване и слизане на пътниците) приемане и съхраняване на товара, подаване на подвижния състав за натоварване и др. [4].

Малки партиди са такова количество товар, което не може изцяло да запълни едно транспортно средство. В сухопътния транспорт малкопартидни се считат товари с маса до 2000 kg. [4].

Превозването на товари в малки партиди се извършва по разносни, събирателни и разносно-събирателни маршрути. При събирателния маршрут (фиг.5), подвижният състав, преминава последователно през товарните пунктове, постепенно се натоварва и превозва товара в един пункт. При разносните маршрути (фиг.4), натовареният подвижен състав в началния пункт се натоварва целия товар и се разнася на партиди по пунктовете на маршрута, като постепенно се разтоварва. Разносно-събирателният маршрут е комбинация от двата- подвижният състав едновременно събира един товар и разнася друг (например разнасянето на хранителни продукти с едновременно събиране на тарата).

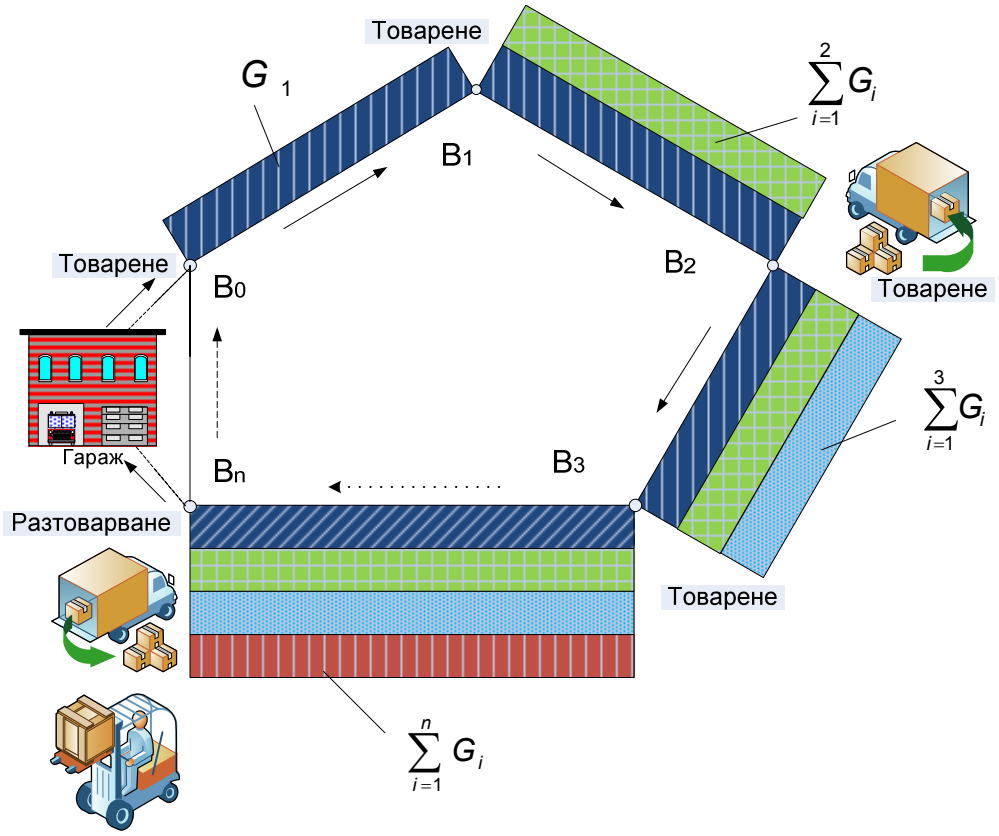


Фиг. 4. Схема на разносен маршрут

където A_0, A_1, A_2, A_3 и A_n са отправни пунктове;

Гараж – гараж;

Q – количеството товар при разносен маршрут.



Фиг.5. Схема на събирателен маршрут

където B_0, B_1, B_2, B_3 и B_n са отправни пунктове;

Гараж – гараж;

G – количеството товар при събирателен маршрут.

При разносните маршрути дължината на маршрута е $l_m = A_1A_2.....A_i....A_n$, а при събирателните $l_m = B_1B_2.....B_i....B_n$, където $i = 1,2,...n$ е броят на разтоварните или товарни пунктове. При движение по маршрута автомобилът извършва един курс [4].

При определяне на технико-експлоатационните показатели на работа на автомобилите при разносни/събирателни/разносно-събирателни маршрути трябва да се вземе предвид различието в сравнение със тези на линейно обратимите маршрути.

В табл.4 е показано сравнителна характеристика на тези показатели за двете групи маршрути. Разлика има при определянето на дължината на маршрута, коефициента на статично използване на товароносимостта на автомобила.

Спецификата на разносните, събирателните и разносно-събирателните маршрути поражда потребност от по-адекватно моделиране на производствените ситуации и процесите с отчитане на повече фактори и изисквания, наложени както от разнообразното потребителско търсене, така и от променящите се условия при неговото задоволяване. Адекватното отразяване на пазарните условия налага необходимост от сложни конструкции и модели на системи за оптимизация. Моделите се изменят (еволюират), отразявайки изменението на операционната среда (потока на връзки и данни, целите и потребностите).

Таблица 4

Сравнителна характеристика на технико-експлоатационните показатели на автомобила при линейно обратими и събирателни/разносни/разносно-събирателни маршрути

№	Показатели на работа на подвижния състав на маршрутите	Линейно обратими маршрути	Събирателни/разносни/разносно-събирателни маршрути
1.	Дължина на маршрута l_m	l_m е пътят, който подвижния състав изминава последователно през всички товарни и разтоварни пунктове при движение в едната посока.	$l_m = l_o$ където l_o е пробегът на автомобила за един оборот.
2.	Време за оборота t_o	$t_o = \frac{l_o}{\mathbf{v}_т} + \mathbf{z}_{ко}.t_{т-р}$, където $\mathbf{v}_т$ е средната техническа скорост на движението на подвижния състав; $t_{т-р}$ – средното време за товарене и разтоварване за 1 курс; $\mathbf{z}_{ко}$ – броят на курсовете за 1 оборот.	
3.	Брой на курсовете за оборот $z_{ко}$	$z_{ko} = 1$ - използване пробега в едната посока. $z_{ko} \geq 2$ - за други линейно обратими маршрути.	$z_{ko} = 1$
4.	Средно време за товарене и разтоварване за курс $t_{т-р}$	$t_{т-р} = \frac{\sum_{i=1}^{z_к} t_{т-р_i}}{\mathbf{z}_к}$, където $z_к$ е броят на курсовете; $t_{т-р_i}$ - времето за товарене / разтоварване на i-я курс.	$t_{т-р} = \sum_{j=1}^{k} t_{т-р_j}$, където k е броят на пунктовете на маршрута; $t_{т-р_j}$ - времето за товарене / разтоварване в j-я пункт на маршрута.
5.	Средна дължина на курса с товар $l_{кт}$	$l_{кт} = \frac{\sum_{i=1}^{z_к} l_{т_i}}{\mathbf{z}_к}$, където l_T е пробегът на автомобила; l_{Ti} –дължината на i-я курс с товар в участък от маршрута.	
6.	Среден коефициент на статическо използване на товароносимостта γ_c	$\gamma_c = \frac{\sum_{i=1}^{z_к} q_{ф_i}}{q\mathbf{z}_к} = \frac{\sum_{i=1}^{z_к} \gamma_{c\,i}}{\mathbf{z}_к}$, където γ_c е коефициентът на статическо използване на товароносимостта на транспортното средство на i-я курс; $q_{\max}$ е максималното количество товар, превозено в даден участък от маршрута; q -номиналната товароносимост на автомобила.	$\gamma_c = \frac{q_{ф\max}}{2q}$ - за събирателните и разносните маршрути; $\gamma_c = \gamma_{c1} + \gamma_{c2}$ - за събирателно-разносни маршрути; където $q_{ф\max}$ е максималното фактическо количество товар, превозван по даден участък на маршрута; γ_{c_1} и γ_{c_2} са коефициентите на статично използване товароносимостта на автомобила при разносни и събирателни маршрути.
7.	Средно време за I курс	$t_к = t_д + t_{т-р} = \frac{l_{кт}}{\mathbf{v}_т.\beta_к} + t_{т-р}$	
8.	Брой на оборотите $\mathbf{z}_0$ по маршрута за времето в наряд $T_н$	$\mathbf{z}_0 = \frac{T_н - t_н}{t_o}$, където $t_н$ е времето за нулевия пробег на подвижния състав;	

№	Показатели на работа на подвижния състав на маршрутите	Линейно обратими маршрути	Събирателни/разносни/разносно-събирателни маршрути
		$T_н$-времето в наряд.	
9.	Брой на курсовете $z_н$ за времето в наряд $T_н$	$\mathbf{z}_н = \frac{T_н - t_н}{t_к} = \mathbf{z}_o.\mathbf{z}_{ко}$	
10.	Количество на товарите, които автомобилът превозва за курс, оборот и време в наряд $Q_{к(о,н)}$	за курс $Q_к = q.\gamma_c$; за оборот $Q_o = q.\gamma_c.\mathbf{z}_{ко} = q.\sum_{i=1}^{\mathbf{z}_{ко}} \gamma_{c_i}$; за времето в наряд $Q_н = Q_o.\mathbf{z}_o$.	
11.	Извършена транспортна работа за курс, оборот и времето в наряд $p_{к(о,н)}$	за курс $P_к = Q_к.l_{кт}$; за оборот $P_o = Q_o.l_Q = q.\sum_{i=1}^{\mathbf{z}_{ко}} (\gamma_c.l_т)_i$; за времето в наряд $P_н = Q_н.l_Q = \mathbf{z}_o.q\sum_{i=1}^{\mathbf{z}_{ко}} (\gamma_c.l_т)_i$.	
12.	Среднодневен пробег $l_{сд}$	$l_{сд} = l_o.\mathbf{z}_o + l_н$, където $l_н$ е нулевия пробег.	
13.	Коефициент на използване пробега за оборот и времето в наряд $\beta_{о(н)}$	$\beta_o = \frac{\sum_{i=1}^{\mathbf{z}_{ко}} l_{т_i}}{l_o}$, $\beta_н = \frac{\mathbf{z}_o \sum_{i=1}^{\mathbf{z}_{ко}} l_{т_i}}{l_o.\mathbf{z}_o + l_н}$	
14.	Необходим брой автомобили по маршрут $A_м$	$A_м = \frac{\sum Q_{к(о,н)}}{Q_{к(о,н)}}$, $A_м = \frac{\sum P_{к(о,н)}}{P_{к(о,н)}}$, където $\sum Q_{к(о,н)}$ е количеството товари в тонове, подлежащи на превозване от всички автомобили за определено време (курс, оборот, наряд); $\sum P_{к(о,н)}$ - транспортната работа, подлежаща на извършване от всички автомобили за определено време (курс, оборот, наряд).	-
15.	Интервал на движение I	$I = \frac{t_o}{A_м}$	-
16.	Честота на движението $A_ч$	$A_ч = \frac{A_м}{t_o}$	-

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От направеното изследване може да се направят следните изводи:

1. През последните години се наблюдава нарастване броя на търговските обекти с 13% (126 000 броя) до 2012г. В резултат на което превозените количества товари в малки партиди в градовете непрекъснато расте поради тяхното широко използване при транспортиране на социално значими стоки.
2. При събирателните, разносни и разносно-събирателни маршрути транспортния процес и неговите показатели имат специфика, което трябва да се отчита при моделирането и оптимизацията му.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Национален статистически институт, НСИ, 2013, www.nsi.bg.
[2] Пенчева, В., Изследване и оптимизация превозите на товари в малки партиди, дисертационен труд, Русе, 2000.
[3] Петков И. Автомобилни превози, София. 1999.
[4] Симеонов Д., В. Пенчева. Взаимодействие на видовете транспорт, РУ "Ангел Кънчев". Русе. 2001.
[5] Устойчиво развитие на регионите. РУ "Ангел Кънчев". Русе. 2008.

Адрес за контакти:
маг. инж. Джемал Ерол Топчу
Катедра „Транспорт"
Русенски университет "Ангел Кънчев"
Тел.: 0898201679
E-mail: dtopchu@uni-ruse.bg

проф. д-р Велизара Пенчева
Катедра „Транспорт"
Русенски университет "Ангел Кънчев"
Тел.: 082 888 377
E-mail: vpencheva@uni-ruse.bg

Настоящата статия е изготвена с финансовата помощ на Европейския социален фонд. Русенският университет „Ангел Кънчев" носи цялата отговорност за съдържанието на настоящия документ, и при никакви обстоятелства не може да се приеме като официална позиция на Европейския съюз или Министерството на образованието и науката".

Проект: № BG051PO001-3.3.06-0008 „Подпомагане израстването на научните кадри в инженерните науки и информационните технологии".

СТЕНД-СИМУЛАТОР ЗА КАЛИБРИРАНЕ НА УРЕДИ, ИЗМЕРВАЩИ ПАРАМЕТРИ НА ДВИЖЕЩИ СЕ ОБЕКТИ

Хасан Хасанов, Александър Дончев, Момчил Киринов
Технически университет - Габрово

STAND-SIMULATOR INSTRUMENT CALIBRATION, MEASURING PARAMETERS OF MOVING OBJECTS

Hasan Hasanov, Aleksandar Donchev, Momchil Kirinov
Technical University of Gabrovo

Abstract: This article presents a model system for verification and calibration of measuring instruments working on moving objects, and in particular - of vessels. The system is a stand-simulator based on a six-degree-of-freedom Stewart Platform which provides the necessary sensitivity, manoeuvrability and precision of movement of the working platform. Based on the mathematical model developed kinematics of mechanical module is designed sufficiently effective control algorithm, which is presented in detail in this work..
Keywords: Calibration system; Parameters of moving objects; Dynamic measurements&accuracy.

ВЪВЕДЕНИЕ

Измервателните средства, определящи параметри на подвижни обекти, работят в условията на динамични въздействия, обусловени преди всичко от движението на самите обекти. Тези обекти могат да бъдат самолети, кораби или сухопътни транспортни средства. Динамичните въздействия оказват влияние върху работата на измервателните средства, което се изразява преди всичко с намаляване на точността им в динамичен режим. Количественият показател за определяне на точността в динамичен режим е динамичната грешка, чиято основна съставляваща зависи от инерционността на уредите и динамичните характеристики на измерваните и влияещите величини. Тази съставляваща на динамичната грешка се нарича инерционна и обикновено приема стойности, които значително превишават останалите съставки на грешката от измерване [1]. Ето защо важни задачи за метрологичната наука в тази област са калибрирането на измервателните средства, оценяването и корекцията на грешките от измерване.

Практическото решаване на тези задачи налага едно основно условие, а именно - наличие на достатъчно функционална за съвременните стандарти апаратура, притежаваща референтни качества. Значителни затруднения в това отношение възникват от обстоятелството, че в областта на динамичните измервания не съществува достатъчно добре развита еталонна база. Това важи особено за измервателните средства, определящи параметрите на движение на кораба.

Ето защо обезпечаването на метрологичната дейност, свързана с калибрирането (calibration), проверката, настройката и др., в тази област е свързано с решаването на редица практически и теоретични задачи [2, 3]. В основата на всички тях обаче стои задачата за създаване на достатъчно функционална и притежаваща еталонни свойства автоматизирана система за възпроизвеждане на величините, които характеризират положението и движението на кораба.

Направените изследвания в тази област [4, 5, 6, 7], както и анализът на характеристиките, дефиниращи движението на кораба по шестте му степени на свобода [8], показаха, че най-подходящият вариант за нейното построяване е на базата на механизми с паралелна кинематика (хексапод с шест степени на свобода). Тези механизми притежават редица достойнства, такива като висока чувствителност, маневреност, точност, големи допустими натоварвания, надеждност, компактност и др. Въпреки това, вследствие на редица причини [9, 10, 11], реализирането на големия потенциал,

който имат тези механизми в измервателната техника е твърде недостатъчно в днешно време. Сред тези причини са: сложността на управление на актуаторите; непълната теоретична база, обуславяща привеждането на величините, възпроизвеждани от тези механизми, в условия, обезпечаващи метрологична проследимост на измервателната единица; недостатъчната прецизност на методиките, позволяващи да се получат както оптимални варианти на конструкциите, така и най-подходящите за избраната конструкция алгоритми на управление, които ще осигурят зададената точност за възпроизвеждане на статични и динамични величини и др.

Във връзка с всичко това, особена актуалност придобива задачата за разработване на условията, обезпечаващи реално приложение на възможностите на механизмите с паралелна кинематика в системите за проверка на динамичната точност на средствата, измерващи параметри на движещи се обекти, което е и целта на настоящата работа.

СТРУКТУРНА СХЕМА НА СИСТЕМАТА

Обобщената структурна схема на системата е показана на фиг.1. Механичният модул на апаратурата се управлява от компютър, а връзката помежду им е осъществена посредством подходящ интерфейс. Моделът на заданието, формулиран чрез компютъра, е образуван въз основа на степените на свобода на работната платформа от механичния модул. Поради което, както е показано на фиг.1, заданието се състои от три ъглови (формулирани от ъглите на Ойлер) и три праволинейни движения.

Механичният модул на системата представлява шестстепенна платформа на Стюард (хексапод), а външният вид на разработения за целта прототип е представен на фиг.2. Модулът има шест кинематични вериги, съединяващи работната платформа 1 с основата 2 (фиг.2). Във всяка една от тези съединителни вериги присъстват две сферични кинематични двойки и една постъпателна, снабдена със задвижване.

ПОСТАНОВКА НА ЗАДАЧАТА

В основата на математическия модел стоят задачите на кинематиката и динамиката на механизмите с паралелна структура. В настоящия анализ ще се ограничим само до изследване, позволяващо съставянето на математически модел, дефиниращ закона на движение на работната платформа (РП) във функция на елементарни премествания на актуаторите, т.е. в условията на задачата на кинематиката.

Задачата на кинематиката дава решение за зависимостите на изходните координати на РП, т.е. на обобщените координати от изменението на дължините на актуаторите.

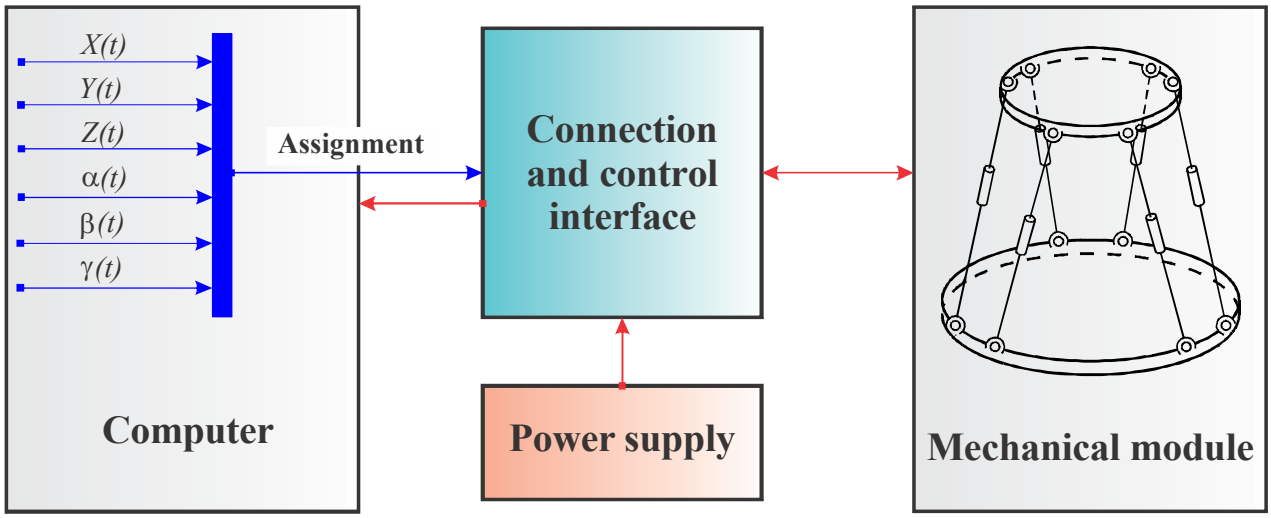


Fig. 1. Generalized block diagram of the calibration system

Тази задача може да бъде разделена на две части - права и обратна задача. Правата задача е свързана с определяне на изходните координати, когато са известни дължините. Целта при решаване на обратната задача е да се определи изменението на дължините, когато са зададени изходните координати, което съвпада с декларираната по-горе цел на настоящата работа. Съставянето на общите уравнения на обратната задача на кинематиката е обект на редица публикации, например в [2, 3]. В зависимост от конкретното приложение на тези механизми възникват редица частни случай, свързани с решението на обратната задача на кинематиката. Тези частни случаи имат важно значение при съставяне на математическия модел на разглежданата апаратура, защото дефинират зададената траектория на движение на РП в зависимост от елементарните премествания на подвижните елементи на актуаторите. На базата на конструктивния модел от фиг.2 е съставена съответстващата кинематична схема на хексапода, показана на фиг.3. Разглеждайки актуаторите в условията на задачата на кинематиката можем да приемем, че те представляват безтегловни пръти, означени на фиг.3 с B_iP_i, $i = 1,2,...,6$. Прътите B_iP_i се състоят от два елемента, свързани с постъпателна кинематична двойка. Точките P_i лежат на работната платформа (фиг.3), разположени върху окръжност с радиус r и център O_P, съвпадащ с масовия център на РП. Върху неподвижната основа са установени точките B_i, лежащи върху окръжност с радиус R и център O_B. Първият елемент на всеки един от прътите е свързан шарнирно с основата и има възможност за ъглово преместване спрямо нея. Постъпателната кинематична двойка осигурява линейното движение на втория елемент в направлението, дефинирано от единичните вектори $\vec{e}_i$, свързани със съответните пръти B_iP_i.

Неподвижната координатна система O_BXYZ е свързана с основата, като центъра ú съвпада с точка O_B, а ос O_BZ е насочена по нормалата. С работната платформа е свързана подвижната координатна система O_Pxyz. Разстоянието между точките O_B и O_P в начално положение е H_0.

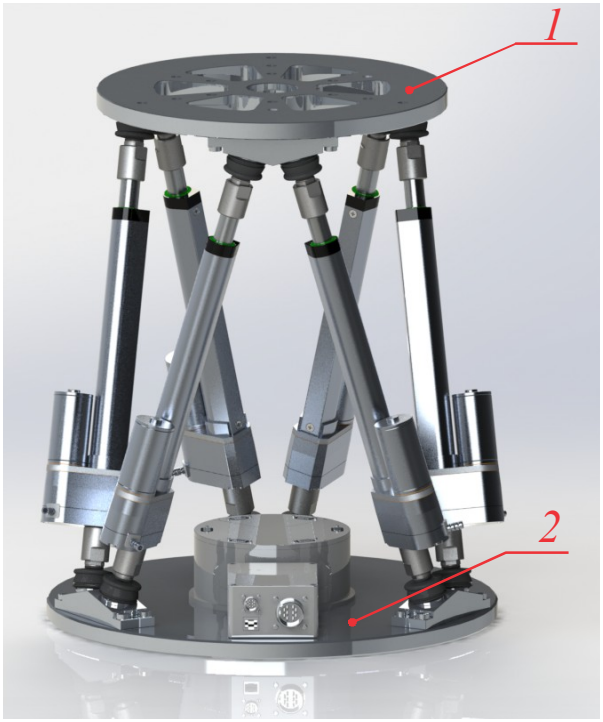


Fig.2. Mechanical module of the system

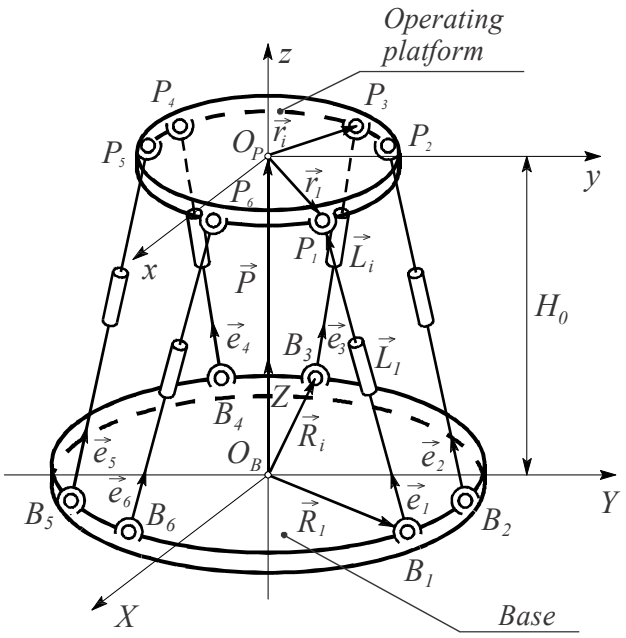


Fig.3. Kinematic diagram of the mechanical module

В кинематичния модел от фиг.3 са означени следните радиус-вектори, дефиниращи кинематиката на системата:

- $\vec{R}_i$ - радиус-вектор до точките B_i, представен в абсолютната координатна система O_BXYZ;
- $\vec{r}_i$ - радиус-вектор до точките P_i от платформата, зададен в неподвижната координатна система O_BXYZ;
- $\vec{e}_i$ - единичен радиус-вектор, свързан с актуаторите, $|\vec{e}_i| = 1$;
- $\vec{L}_i$ - радиус-вектор на *i*-тия актуатор, $\vec{L}_i = \overrightarrow{B_iP_i} = L_i.\vec{e}_i$; $i = 1,2,...,6$.

Обобщени координати, дефиниращи движението на работната платформа

Основното предназначение на стенд-симулатора е да възпроизведе движението на плавателен съд, при което сигналите, дефиниращи това движение, са изразени в узаконени единици, а стойностите им са изчислени с принадлежащата неопределеност на измерване и е обезпечена тяхната проследимост до референтен елемент. Това отговаря на условията, обезпечаващи единството на измерванията. Корабът има шест степени на свобода, откъдето и съставляващите на колебателното му движение са също шест. Последните се дефинират от шест обобщени координати.

Във връзка с всичко това можем да обобщим, че основните съставляващи на движението на РП, изразени чрез терминологията от управление на кораба, са:

- надлъжно-хоризонтални колебания (surge) – постъпателно-колебателни движения на кораба в направление, съвпадащо с посоката на скоростта на неговия ход - движение на РП по направление на ос O_BX, определено от обобщената координата X_P;
- напречно-хоризонтални колебания (sway) – постъпателно-колебателни движения на съда в направление, което е успоредно на равнината на средното ребро на кораба - движение на РП по направление на ос O_BY, определено от обобщената координата Y_P;
- вертикално клатене (heave) – постъпателни колебания във вертикално направление, т.е. редуващи се изплаване и потапяне на съда заедно с центъра му на тежест - движение на РП по направление на ос O_BZ, определено от обобщената координата Z_P;
- килево клатене (roll) – ъглови колебания на кораба около напречна ос, лежаща в равнина успоредна на равнината на средното ребро, т.е. редуващ се диферент на носа и кърмата - ротация на РП около ос O_BX, дефинирано от ъгловата координата α;

• бордово клатене (pitch) – ъглови колебания около надлъжна ос, лежаща в диаметралната равнина на кораба, т.е. редуващ се крен на левия и десния борд - ротация на РП около ос O_BY, дефинирано от ъгловата координата β;

• ъглови колебателни движения около вертикална ос, преминаваща през центъра на тежест на кораба (yaw) - ротация на РП около ос O_BZ, дефинирано от ъгловата координата γ.

Положението на платформата в неподвижната координатна система се определя с 6-мерен вектор-стълб от вида

$$\vec{R}_P = [X_P \quad Y_P \quad Z_P \quad \alpha \quad \beta \quad \gamma]^T \qquad (1)$$

Шестте компоненти на вектора на положението $\vec{R}_P$ зависят от дължините на отделните актуатори L_i и конструктивните размери на механизма с паралелна кинематика (МПК).

Векторни уравнения за определяне дължините на актуаторите

В основата на тези уравнения стои векторно съотношение, което се откроява ясно на кинематичната схема от фиг.3, т.е

$$\overrightarrow{O_BO_P} + \vec{r}_i = \vec{R}_i + \vec{L}_i, \qquad (2)$$

където $\overrightarrow{O_BO_P} = \vec{P}$ е радиус-векторът до началото на подвижната координатна система, или

$$\vec{P} + \vec{r}_i = \vec{R}_i + \vec{L}_i. \qquad (3)$$

Тримерният вектор-стълб $\vec{r}_i$ може да бъде представен чрез векторното съотношение

$$\vec{r}_i = [T].\vec{r}_i^{\,P}, \qquad (4)$$

където $\vec{r}_i^{\,P}$ е тримерен вектор-стълб на координатите на сферичните шарнири на РП; $[T]$ е квадратна 3×3 матрица, трансформираща ориентацията на подвижната координатна система O_Pxyz спрямо неподвижната O_BXYZ.

Трансформиращата матрица $[T]$ е съставена от посочените косинуси на трите Ойлерови ъгли α, β и γ. Геометричната интерпретация на матрицата $[T]$ се изразява чрез три крайни завъртания, определящи изцяло положението в ъглово отношение на подвижната координатна система O_Pxyz относно неподвижната O_BXYZ (фиг.4). Математическият запис на тази матрица се определя от матричното произведение

$$[T] = [T_\alpha].[T_\beta].[T_\gamma]. \qquad (5)$$

Матрицата $[T_\alpha]$ определя ъгловото завъртане на РП около ос O_BZ в положение, дефинирано от координатната система $O_Bx'y'z'$ (фиг.4), а съответстващият запис е

$$[T_\alpha] = \begin{bmatrix} \cos\alpha & \sin\alpha & 0 \\ -\sin\alpha & \cos\alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \qquad (6)$$

Следващите две ротации, които са съответно около ос O_Bx' с обобщена координата β и около ос O_By'' от междинната система $O_Bx''y''z''$ с ъгъл на завъртане γ (фиг.4), могат да бъдат представени посредством матриците

$$[T_\beta] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\beta & \sin\beta \\ 0 & -\sin\beta & \cos\beta \end{bmatrix}, \qquad (7)$$

$$[T_\gamma] = \begin{bmatrix} \cos\gamma & 0 & -\sin\gamma \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\gamma & 0 & \cos\gamma \end{bmatrix}. \qquad (8)$$

Замествайки (6), (7) и (8) в (5) получаваме общия вид на трансформиращата матрица (9):

$$[T] = \begin{bmatrix} \cos\alpha.\cos\gamma + & \sin\alpha.\cos\beta & -\cos\alpha.\sin\gamma + \\ +\sin\alpha.\sin\beta.\sin\gamma & & +\sin\alpha.\sin\beta.\cos\gamma \\ -\sin\alpha.\cos\gamma + & \cos\alpha.\cos\beta & \sin\alpha.\sin\gamma + \\ +\cos\alpha.\sin\beta.\sin\gamma & & +\cos\alpha.\sin\beta.\cos\gamma \\ \cos\beta.\sin\gamma & -\sin\beta & \cos\beta.\cos\gamma \end{bmatrix} \qquad (9)$$

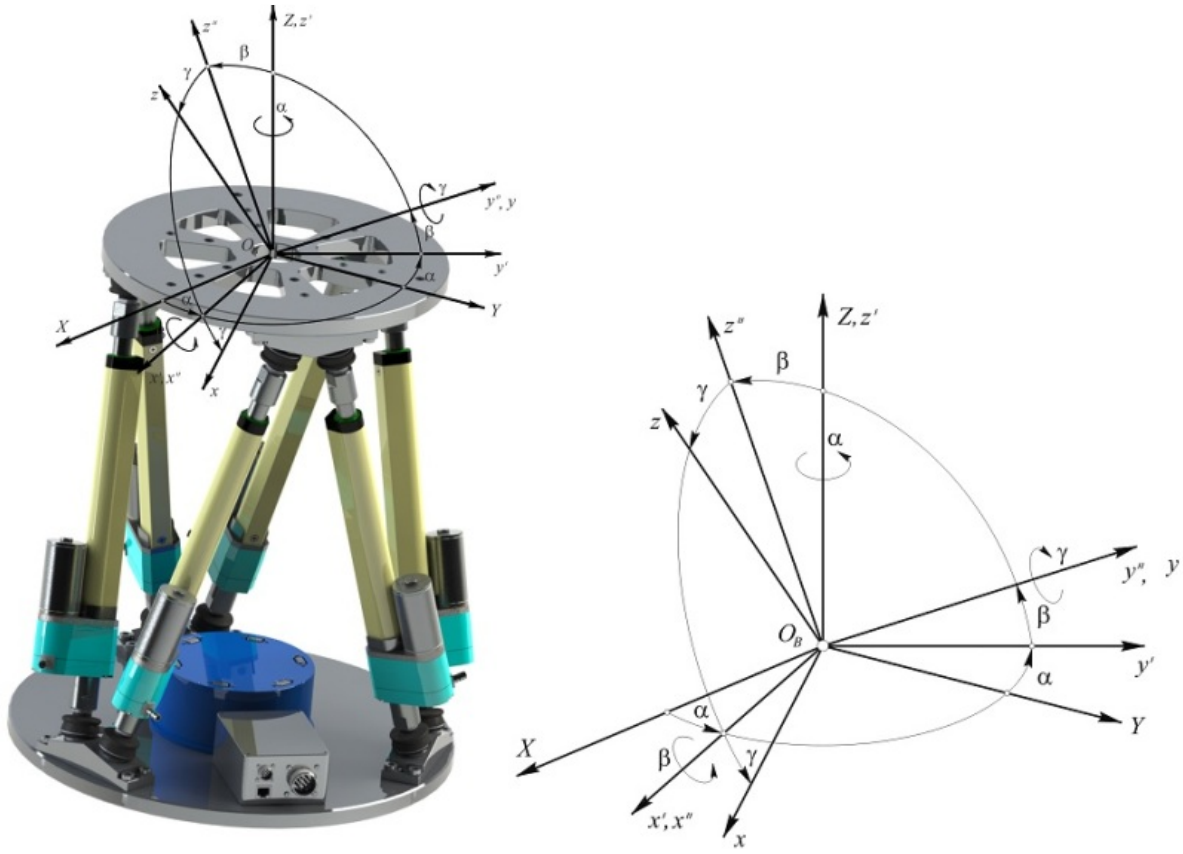


Fig.4. Diagram defining the geometry of the angular rotations of the coordinate axes

Векторът на положението на центъра на РП $\vec{P}$ ще бъде

$$\vec{P} \equiv \begin{bmatrix} X_P \\ Y_P \\ Z_P \end{bmatrix}. \qquad (10)$$

От (3) и (4) следва векторното уравнение

$$\vec{L}_i = \vec{P} + [T]\vec{r}_i^{\,P} - \vec{R}_i, \quad i = 1,2,...,6. \qquad (11)$$

Повдигайки на квадрат векторното уравнение (11) и вземайки в предвид, че $\vec{e}^{\,2} = 1$, получаваме следното уравнение за определяне на дължините на актуаторите:

$$\begin{aligned} L_i^2 = &[(\cos\alpha.\cos\gamma + \sin\alpha.\sin\beta.\sin\gamma).r_{ix}^P + \\ &+ \sin\alpha.\cos\beta.r_{iy}^P + X_P - R_{ix}]^2 + [(-\sin\alpha.\cos\gamma + \\ &+ \cos\alpha.\sin\beta.\sin\gamma).r_{ix}^P + \cos\alpha.\cos\beta.r_{iy}^P + \\ &+ Y_P - R_{iy}]^2 + [\cos\beta.\sin\gamma.r_{ix}^P - \sin\beta.r_{iy}^P + Z_P]^2. \end{aligned} \qquad (12)$$

Очевидно е, че решението на обратната задача на кинематиката може да бъде получено в явен вид (явни аналитични зависимости от X_P, Y_P, Z_P, α, β, γ), за разлика от правата задача на кинематиката.

ОБОБЩЕНИЕ

Уравнения (12) дават връзката между положението на работната платформа по шестте ú степени на свобода и съответстващите дължини на шестте актуатори. Тези уравнения могат да бъдат представени в неявен вид относно времето. Следователно, те дават възможност за дефиниране на математическата зависимост между закона на движение на РП и законите за управление на актуаторите.

Това условие може да бъде изпълнено чрез дефиниране на масиви от данни, структурирани относно шестте обобщени координати на РП, т.е.:

$$\begin{aligned} X_P &\equiv \left[X_P^1, X_P^2, X_P^3, ..., X_P^n\right]; \\ Y_P &\equiv \left[Y_P^1, Y_P^2, Y_P^3, ..., Y_P^n\right]; \\ Z_P &\equiv \left[Z_P^1, Z_P^2, Z_P^3, ..., Z_P^n\right]; \\ \alpha &\equiv \left[\alpha^1, \alpha^2, \alpha^3, ..., \alpha^n\right]; \\ \beta &\equiv \left[\beta^1, \beta^2, \beta^3, ..., \beta^n\right]; \\ \gamma &\equiv \left[\gamma^1, \gamma^2, \gamma^3, ..., \gamma^n\right]. \end{aligned} \qquad (13)$$

По координатата на времето тези масиви могат да се представят като дискретните стойности от желания закон за движе-

ние на РП, фиксирани в последователните моменти от време [12]. Така например при синусоидален закон на движение масивът от данни за координатата X_P се формира от

$$X_P^j = X_P(t_j) = A_k . sin(\omega_f . t_j + \theta_h),$$

$$j = 1,2,...,n. \qquad (14)$$

Тогава масивът от стойности за управление на *i-тия* актуатор ще се образува въз основа на (12) и има вида

$$L_i \equiv \left[L_i^1, L_i^2, L_i^3, ..., L_i^n\right], \quad i = 1,2,...,6. \qquad (15)$$

Стойностите от масива (15) са строго фиксираните значения на шестте актуатора за последователните дискретни моменти от време, дефиниращи съответстващите им закони за управление.

Осигуряването на необходимите условия за гарантиране на точността на измерванията е една от основните задачи в метрологичната теория и практика. В това отношение значително по-трудни са задачите, които стоят за решаване в областта на динамичните измервания, защото при тях е необходимо да се обезпечи точността не само на величините, но и на тяхното изменение във времето. За голяма част от величините, определящи положението на кораба спрямо водната повърхност, не съществува необходимата еталонна база. Ето защо чрез представената в настоящата работа автоматизирана система могат да бъдат решени важни задачи в тази област на метрологията.

Във връзка с това, механичният модул на системата е изграден във вид на хексапод с шест степени на свобода, което осигурява необходимата чувствителност, маневреност и точност за възпроизвеждане на зададеното движение на РП. Разработеният математичен модел на кинематиката на механичния модул дава възможност да се създаде достатъчно ефективен алгоритъм за управление.

Литература

[1] Dichev, D., Koev, H., Bakalova, T., Louda, P. (2014). A Model of the Dynamic Error as a Measurement Result of Instruments Defining the Parameters of Moving Objects. Measurement Science Review, 14 (4), 183-189.

[2] Dichev, D., Koev, H., Bakalova, T., Louda, P. (2014). A Gyro-Free System for Measuring the Parameters of Moving Objects. Measurement Science Review, 14 (5).

[3] Arendacká, B., Täubner, A., Eichstädt, S., Bruns, T., Elster, C. (2014). Linear mixed models: GUM and beyond. Measurement Science Review, 14 (2), 52-61.

[4] Chiu, Y. J., Perng, M. H. (2004). Self-calibration of a general hexapod manipulator with enhanced precision in 5-DOF motions. Mechanism and Machine Theory, 39 (1), 1-23.

[5] McInroy, J.E. (2002). Modeling and design of flexure jointed Stewart platforms for control purposes. Mechatronics, 7 (1), 95-99.

[6] Liang, Q., Zhang, D., Wang, Y., Ge, Y. (2013). Design and Analysis of a Novel Six-Component F/T Sensor based on CPM for Passive Compliant Assembly. Measurement Science Review, 13 (5), 253-264.

[7] Lee, S.H., Song, J.B., Choi, W.C., Hong, D. (2003). Position control of a Stewart platform using inverse dynamics control with approximate dynamics. Mechatronics, 13 (6), 605-619.

[8] Dichev, D., Koev, H., Louda, P. (2014). A Measuring System with an Additional Channel for Eliminating the Dynamic Error. Journal of Theoretical and Applied Mechanics, 44 (1), 3-20.

[9] Tsai, M. S., Shiau, T. N., Tsai, Y. J., Chang, T. H. (2003). Direct kinematic analysis of a 3-PRS parallel mechanism. Mechanism and Machine Theory, 38 (1), 71-83.

[10] Gao, F., Li, W., Zhao, X., Jin, Z., Zhao, H. (2002). New kinematic structures for 2-, 3-, 4-, and 5-DOF parallel manipulator designs. Mechanism and Machine Theory, 37 (11), 1395-1411.

[11] Terrier, M., Dugas, A., Hascoët, J. (2004). Qualification of parallel kinematics machines in high-speed milling on free form surfaces. International Journal of Machine Tools and Manufacture, 44 (7), 865-877.

[12] Dichev D., Koev, H., Bakalova, T., Louda, P. (2015). A Kalman Filter-Based Algorithm for Measuring the Parameters of Moving Objects. Measurement Science Review, 15 (1), 19-26.

Адреси за контакти:
Hasan Hasanov PhD
Department of Mechanical and Precision Engineering
Technical University of Gabrovo
Тел.: +359 886 519 220
E-mail: hasanovh@mail.bg

Aleksandar Donchev
Department of Mechanical and Precision Engineering
Technical University of Gabrovo
Тел.: +359 887 557 469
E-mail: spookibg@yahoo.com

Momchil Kirinov
Department of Mechanical and Precision Engineering
Technical University of Gabrovo
Тел.: +359 887 952 846
E-mail: m_kirinov@abv.bg

Настоящата статия е изготвена с финансовата помощ на Европейския социален фонд. Русенският университет „Ангел Кънчев” носи цялата отговорност за съдържанието на настоящия документ, и при никакви обстоятелства не може да се приеме като официална позиция на Европейския съюз или Министерството на образованието и науката".

Проект: № BG051PO001-3.3.06-0008 „Подпомагане израстването на научните кадри в инженерните науки и информационните технологии”.

АНАЛИЗ НА КРИПТОГРАФСКИТЕ МЕТОДИ, КРИПТОГРАФСКИТЕ РЕЖИМИ И АТАКИ

Виктория Рашкова
Русенски университет „Ангел Кънчев”

ANALYSIS OF CRYPTOGRAPHIC METHODS, CRYPTOGRAPHIC MODES AND ATTACKS

Victoria Rashkova
„Angel Kanchev” University of Ruse

Abstract: The Internet is an important tool for exchange of messages, for sending and sharing information; for online shopping; video-conferencing; searching information, etc. One of the big problems with the development of information technology becomes the protection of user data. Without appropriate safeguards, these data are susceptible to interception, deletion, modification or addition during transmission, so the confidentiality and integrity of certain information must be protected with cryptography tools. Cryptographic attacks are designed to subvert the security of cryptographic algorithms, and they are used to attempt to decrypt data without prior access to a key. They are a part of Cryptanalysis, which is the art of deciphering encrypted data. Cryptanalysis and Cryptography form the science of Cryptology. This paper gives an over view of the basic cryptanalysis techniques, cryptographic modes and cryptographic attacks.
Keywords: cryptography, cryptanalysis, cryptology, cryptographic attack, cryptographic mode.

ВЪВЕДЕНИЕ

Интернет е важен инструмент за обмен на съобщения; за изпращане и споделяне на информация; за онлайн пазаруване; видеоконферентна връзка; търсене на информация и др. Един от големите проблеми с развитието на информационните технологии е защитата на потребителските данни. Без подходящи предпазни мерки, тези данни са податливи на прихващане, изтриване и промяна по време на предаването им, така че поверителността и целостта на определена информация, трябва да бъдат защитени с криптографски средства. Криптографските атаки са предназначени да разбият сигурността на криптографските алгоритми, без да имаме достъп до ключ. Те са част от криптоанализа. Криптологията е наука, която обединява Криптоанализа и Криптографията. Криптоанализът изучава анализирането на методите и средствата, които се използват, за да се разбие даден криптографски шифър с цел да се разбере криптографския ключ, и да се дешифрира правилно значението на откритият текст [13]. Той съчетава аналитичното и логично мислене с различни математически инструменти за оптимална атака срещу даден криптографски алгоритъм. Необходимостта от използването на математически инструменти се налага поради факта, че криптографският алгоритъм е математическа функция, използвана при процесите на криптиране и декриптиране. Устойчивостта на криптографския алгоритъм и тайната на ключът определят нивото на сигурност на криптираната информация. Криптографският шифър се смята за сигурен, ако за него са необходими много повече средства и ресурси, отколкото би била облагата след неговото разшифроване [1, 9]. Статията представя основните техники на криптоанализ, криптографските режими и криптографските атаки.

МЕТОДИ НА КРИПТОАНАЛИЗ

Основните методи на криптонализ са:

• ***Честотен анализ (frequency analysis)*** – използва статистически данни за честотата на използване на буквите в дадена азбука. При него се търсят често повтарящи се букви или думи в шифротекста и се правят предположения за откриването им. При правилно разшифроване на повтарящите се символи, те се заместват в останалата част от шифротекста и отново се

търсят уязвими места, в които може да се осъществи разгадаване.

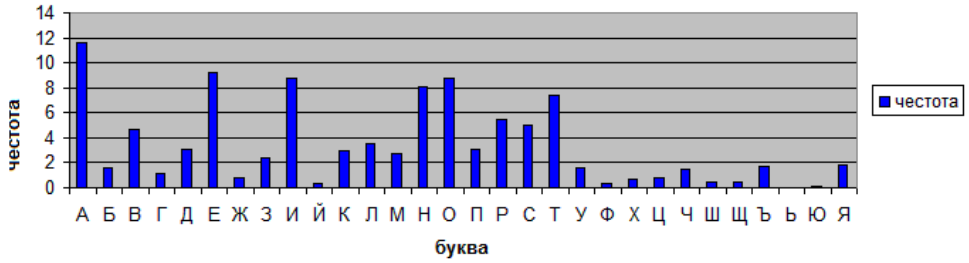
Според данните от фиг.1 се забелязва, че най-често използваните букви в българския език са гласните: ***А, Е, И*** и ***О*** и съгласните ***М*** и ***Т***. Според фиг.2 най-често използваните букви в английския език са: ***E, A, T, I, N*** и ***O***, а според фиг. 3 съответните букви в руския език са: ***О, Е, А, И, Н*** и ***Т***.

• ***Метод на Бабидж (наречен още метод на Казиски)(Kaziski's method)*** – търси еднакви поредици от символи и се означават интервалите на тяхната поява. От тях се определя дължината на ключа или дължината, която е кратна на дължината на ключа. След като се определи дължината на ключа (или неговите варианти) чрез шифъра на Юлий Цезар се разкодира шифротекстът.

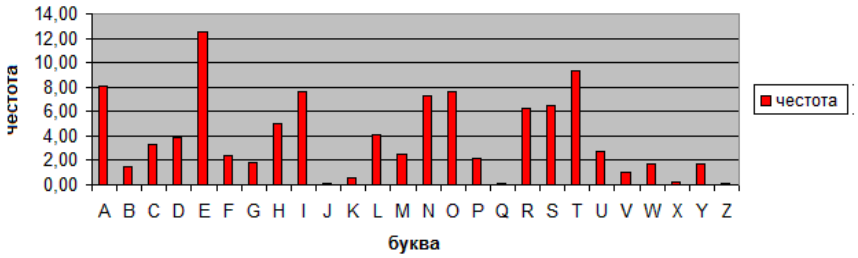
• ***Диференциален анализ (Differential cryptanalysis)*** – при този метод се следи какви изходни данни се получават при всяка промяна на входните данни. Този метод на криптоанализ е свързан с метода на линеен анализ. Използва се при симетрични блокови шифри. Проверките за DES (Data Encryption Standard) алгоритъм с този анализ са 247.

• ***Линеен анализ (Linear cryptanalysis)*** – подобен е на методът на диференциален анализ, но за всеки алгоритъм се търси линейно представяне. Използва се при симетрични блокови шифри. Проверките за DES алгоритъм с този анализ са 243.

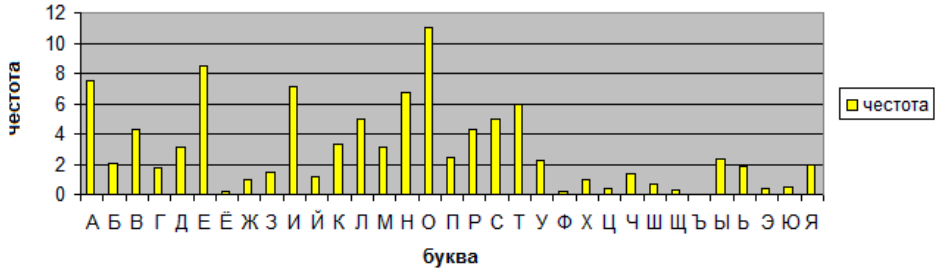
• ***Метод „груба сила” (Brute-force cryptanalysis)*** – състои се в това, че трябва да се изпробват всички възможности за ключа. Всъщност, „разбиването” на даден шифър се състои в това, да се намери начин, по-бърз от груба-сила. Например, ако един шифър има ключ, с 250 възможности, методът на груба сила очаква разбиването да стане с 249 проверки.



Фиг. 1. Честота на използване на буквите в българския език



Фиг. 2. Честота на използване на буквите в английския език



Фиг. 3. Честота на използване на буквите в руския език

РЕЖИМИ НА ИЗПОЛЗВАНЕ НА КРИПТОГРАФСКИТЕ ШИФРИ

Режимите на използване на базовите криптографски алгоритми се прилагат с различни цели [14, 8]: повишаване на сигурността, скриване на шаблоните в откритите текстове, осигуряване на по-голяма случайност в шифротекстовете, откриване на въздействия върху данновите потоци, шифриране на повече от едно съобщения с един и същ ключ, разпаралелване на процедурите на шифриране и дешифриране, повишаване на размерността на секретните ключове, гарантиране на сигурността на недостатъчно изследван алгоритъм, изравняване на дължините на откритите текстове и на шифротекстовете и др.

- **Режим на електронна кодова книга** (**ECB - E**lectronic **C**odebook **B**ook)- този режим е основен за блоковите криптографски шифри. При тях, един и същ блок от открития текст винаги се шифрира в един и същ шифроблок. Тази закономерност дава възможност да се създаде кодова книга със съответствията "открит текст - шифротекст". От тук произлиза и названието на този режим. Този режим е бавен, тъй като за 56-битов ключ, са необходими 2^{56} различни кодови книги, всяка от които ще съдържа по 2^{64} съответствия.

- **Самосинхронизиращ се потоков режим** (**SSM - S**elf-synhronizing **S**tream **M**ode)- използва се при синхронни потокови шифри. Съществува обратна връзка, затова отново има ефект на размножаване на грешките.

- **Режим на блокова верига** (**CBC - C**hain **B**lock **C**ipher)- този режим използва обратна връзка, затова шифрирането на текущия блок пряко зависи от шифрирането на предходния блок. Най-често се използва при субституционния шифър, запълващ дължината на ключа с шифротекста.

- **Верижен блоков режим на разпространение (PCBC- P**ropagating **C**ipher **B**lock **C**haining**)-** този режим отново прилича на режима на блокова верига. Разликата е, че преди да се извърши кодирането се прилага операция XOR на предходните блокове от открития текст и от шифротекста.

- **Режим с обратна връзка** (**CFM - C**ipher **F**eedback **M**ode)- този режим се използва също при блокови шифри. При него данните се шифрират / дешифрират на части. Има зависимост между шифроблоковете, затова при възникване на грешка в един шифроблок, то тя ще се отрази върху всички последващи шифроблокове (ефект на размножаване на грешките).

- **Режим с вътрешна обратна връзка** (**IFB - I**nternal **F**eed**B**ack Mode)- този режим във функционално отношение е сходен на режима с обратна връзка. Разликата е, че за обратна връзка се използва изходният шифроблок. Използват се за реализирането на блоковите шифри като синхронни потокови шифри.

- **Режим с външна обратна връзка (OFB-O**utput **F**eed**B**ack Mode**)** е режим на блоков шифър. Той е сходен с режима за обратна връзка, като него използва инициализиращ вектор. Основната разлика е, че на изхода на функцията за криптиране на блок се използва обратната връзка, вместо шифротекстът.

- **Броячен режим (CTR- C**oun**t**e**r** Mode**) –** този режим е стандартизиран през 2001 година от Националния институт по стандарти и технологии (НИСТ). Използва се при потокови шифри. Той вместо инициализиращ вектор използва брояч и от там идва името му. При този режим няма размножаване на единични грешки.

В табл. 1 са представени предимствата, недостатъците и приложенията на разгледаните криптографски режими.

Както се вижда от табл. 1 всеки режим си има предимства и недостатъци. Затова правилният конкретен избор ще зависи от условията и специфичните изисквания към криптографската система.

КРИПТОГРАФСКИ АТАКИ

Криптоатаките на шифрите по същество са процеси на разкриване на откритите текстове и/или на ключовете за дешифриране [11, 15]. Използваните в криптоанализа стратегии зависят от конкретните схеми за шифриране и от наличната информация [3, 7].

Таблица 1

Съпоставка между криптографските режими

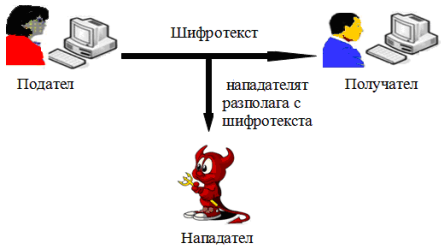
Криптографски режим	Приложение	Предимства	Недостатъци
Режим на електронна кодова книга (ECB- Electronic CodeBook)	Използва се при блокови шифри. Намира приложение при шифриране на сесийни ключове в процедурите за управление на ключовете	-прост и бърз - удобен за паралелна реализация; -ограничен ефект на размножаване на грешките -всеки блок се обработва самостоятелно	-не достатъчно сигурен - липса на синхронизация - ако разполагаме с откритите текстове и с шифротекстовете на няколко различни съобщения, може да се състави част от кодовата книга, без да знаем ключа - дължината на съобщенията не винаги са кратни на размера на блока на съответния шифър
Самосинхронизиращ се потоков режим (SSM- Self-Synhronizing stream Mode)	Използват се при синхронни потокови шифри	- има синхронизация	- наличие на ефект на размножаване на грешки -слаба устойчивост срещу въздействия върху данновия поток -трудно поддържане на синхронизацията
Режим на блокова верига (CBC- Chain Block Cipher)	Използва се при симетрични и асиметрични шифри	-сигурен -ограничен ефект на размножаване на грешките -възстановяване при грешки	- бавен -едни и същи фрагменти се шифрират еднакво -наличието на шум води до грешки в шифрирането -при липса на синхронизация липсва възстановяване при грешки
Верижен блоков режим на разпространение (PCBC-Propagating Cipher-Block Chaining)	Използва се при симетрични и асиметрични шифри	- възстановяване при грешки	- наличие на ефект на размножаване на грешки
Режим с обратна връзка (CFM-Cipher FeedBack Mode)	Блоковите шифри могат да се реализират като потокови	-данните могат да се шифрират / дешифрират на части -използва се случаен инициализиращ вектор	- съществува зависимост между шифроблоковете - ефект на размножаване на грешките - наличие на обратна връзка
Режим с вътрешна обратна връзка (IFB) (Internal FeedBack Mode)	Използва се в блокови и потокови шифри	-данните могат да се шифрират / дешифрират на части	- наличие на обратна връзка - ключовите потоци са независими от открития текст/ шифротекста -наличие на грешки при синхронизация
Режим с външна обратна връзка (OFB- Output FeedBack Mode)	Блоковите шифри се реализират като синхронни потокови шифри	-данните могат да се шифрират / дешифрират на части -не размножава единичните грешки	-не се самосинхронизира след загуба на битове -смяната на инициализиращия вектор води до това, че един и същ изходен текст се шифрира по различен начин
Броячен режим (CTR- Counter Mode)	Използват се при потокови шифри	- позволява възстановяване при грешка в изчислението - няма обратна връзка - паралелно криптиране/ декриптиране	- ефект на размножаване на грешките - не е интегриран

Известните различни криптографски атаки могат да бъдат класифицирани в следните основни групи, в зависимост от информацията, с която разполагат криптоаналитиците**:**

• ***атака само с известен шифротекст (known ciphertext-only attack)*** –това е първата открита атака от Goldberg, Wagner и Green [6]. Тази атака е най-често използваната, тъй като съществуват много средства за прихващане на шифротекста, но и най-трудно реализуемата, тъй като липсва информация както за открития текст, така и за ключа. Състои се в това, че опитващият се да разчете съобщението, разполага само с шифротекста. Ранните шифри са уязвими на тази атака. На фиг. 4 атаката е представена схематично;

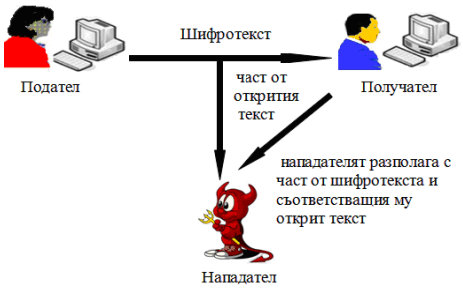
• ***атака с известни фрагменти на открития текст (known-plaintext only/ fragments attack***) - тук атакуващият разполага с прихванати части от открития текст или с целия открит текст и с части от шифротекста и от тяхната информация се опитва да разбере ключа, за да дешифрира цялото съобщение.

• ***атака с избран открит текст (chosen-plaintext attack)*** – тази атака се отличава от атаката с фрагменти от открития текст по това, че нападателят може да избира коя част от открития текст да криптира.



Фиг. 4. Схематично представяне на атаката с известен шифротекст

На фиг. 5 атаката е представена схематично;



Фиг. 5. Схематично представяне на атаката с известни фрагменти от открития текст

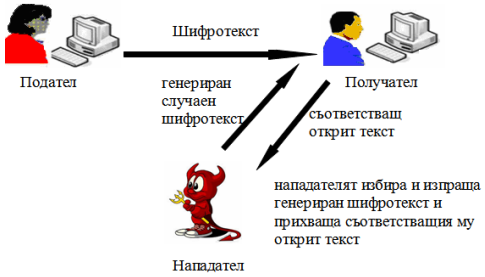
Тази атака е лесно приложима за сегашните криптосистеми. Използва се при асимет-

ричните шифри, които имат публичен ключ за криптиране, и разбиващият шифъра лесно може да криптира съобщението, след което да се опита да разбере личния ключ. Когато криптоаналитикът разполага не с известни фрагменти, а с пълна информация за откритите текстове, тази атака се нарича *атака с известен открит текст*. На фиг. 6 атаката е представена схематично;



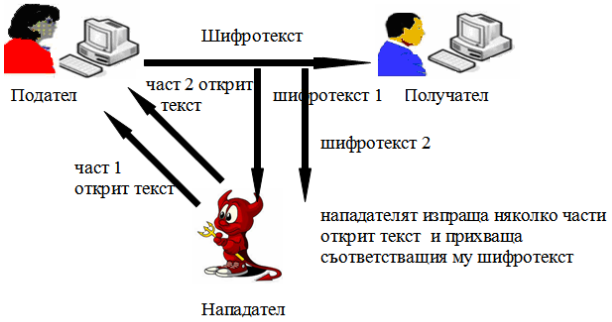
Фиг. 6. Схематично представяне на атаката с избран открит текст

• ***атака с избран шифротекст (chosen-ciphertext attack)*** - атаката започва да се използва от 2002 г., когато Mihir Bellare и Tadayoshi Kohno [10] публикуват първата статия за тази атака. Този вид атака се свързва с процеса на дешифриране. При него нарушителят изпраща генериран от него шифротекст и получава съответстващия му открит текст. От получената информация се опитва да разбере ключа за декриптиране. Необходимо е атакуващият да има достъп до страната-получател. Тази атака е най-слабата от всички разгледани до момента. На фиг. 7 атаката е представена схематично;



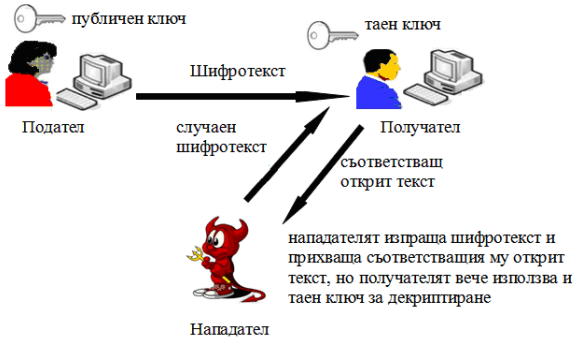
Фиг. 7. Схематично представяне на атаката с избран шифротекст

• ***атака с адаптивно избран открит текст (adaptive-chosen-plaintext attack)*** е атака, при която нарушителят изпраща определен брой от пробни шифротекстове към декриптиращото устройство, като използва получената информация от декриптирането. На фиг. 8 атаката е представена схематично;



Фиг. 8. Схематично представяне на атаката с адаптивно избран открит текст

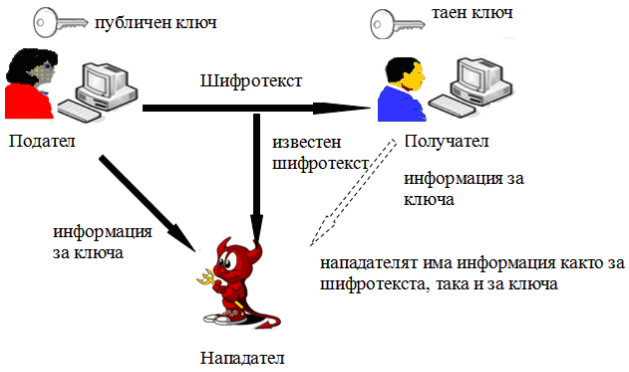
• ***атака с адаптивно избран шифротекст (adaptive-chosen-ciphertext attack)-*** въведена е от Rackoff и Simon [2], с цел предпазване от активни атаки. Тази атака е разновидност на атаката с избран шифротекст, но нападателят може да избира входните данни, в зависимост от предходните запитвания от изпратените части от генериран шифротекст. Противникът има достъп до дешифратора. За да сме сигурни, че след като нападателят разполага с шифротекста, той не може да получи информация за ключа, е необходимо да се ограничи достъпа на противника. Това става чрез добавяне на таен ключ. Тази атака се смята за една от най-сигурните. На фиг. 9 атаката е представена схематично;



Фиг. 9. Схематично представяне на атаката с адаптивно избран шифротекст

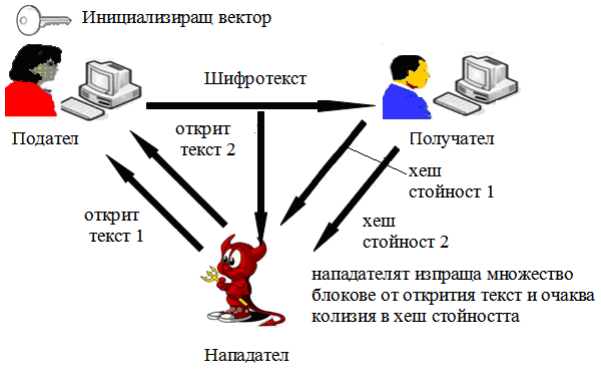
• ***атака с информация за ключа (related-key attack)***- открита е от Biham и Knudsen [4], [5] през 90-те години. Тя предполага наличието на информация за взаимовръзките между различни използвани ключове. Тази атака може да се разглежда като допълнение и в комбинация с всяка от

разгледаните по-горе атаки, например, атака само с шифротекст и информация за ключа, атака с известен открит текст и информация за ключа и т.н. Не е задължително да се използват и публичен и таен ключ, както и нападателят да разполага с информация за двата ключа. На фиг. 10 атаката е представена схематично;



Фиг. 10. Схематично представяне на атаката с информация за ключа

• ***атака рожден ден (birthday atack)***- тази атака за пръв път е демонстрирана от Ernst Bovelander през 1997 г**.** Тя използва теорията на вероятността за съвпадение между определен брой хора да се намери поне една двойка, която да е родена на една и съща дата. Според нея измежду 23-ма произволно избрани хора, шансът да има двама с една и съща рожденна дата е 50%. Ако хората са над 60 на брой - шансът е по-голям [3]. Формула (1) представя изчислението на вероятността за съвпадение, където ***n***- е броя на уникалните вероятности. Целта на атаката е намиране на колизии при използването на хеш-функциите. На фиг. 11 атаката е представена схематично;



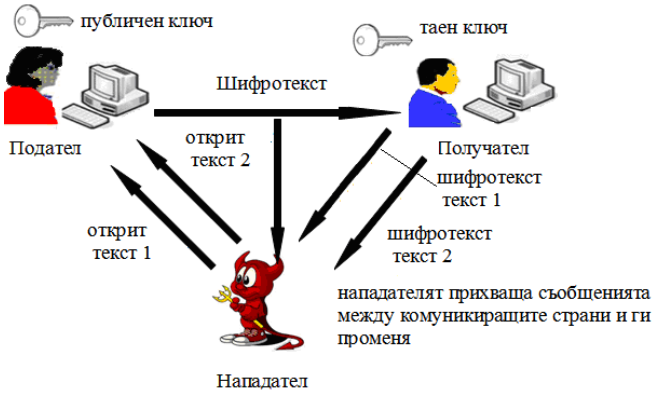
Фиг.11. Схематично представяне на атаката рожден ден

$$\bar{p}(n) = 1\cdot\left(1-\frac{1}{365}\right)\cdot\left(1-\frac{2}{365}\right)\cdots\left(1-\frac{n-1}{365}\right) = \frac{365\cdot 364\cdots(365-n+1)}{365^n} = \frac{365!}{365^n(365-n)!}, \quad (1)$$

• ***атака с посредник (meet-in-the-middle attack)*** – открита е от Diffie и Hellman [12].

Използва се в алгоритми, които използват множество ключове за криптиране, т.е. за система публичен-личен ключ. Криптоаналитикът, трябва да може да прихваща съобщенията между двете комуникиращи страни и да ги променя. В резултат на анализираната информация относно открития текст и шифротекста се намира ключът. На фиг. 12 атаката е представена схематично.

Криптографските алгоритми, които са устойчиви срещу тези атаки, се считат за максимално сигурни. Практиката показва обаче, че никога няма гаранция, че в даден момент определен шифър няма да бъде разбит.



Фиг. 12. Схематично представяне на атаката с посредник

Затова е наложително криптографските шифри периодично да бъдат подробно анализирани от криптоаналитиците и да се предоставят данните от техния криптоанализ.

Таблица 2

Съпоставка между основните видове криптографски атаки

Криптографска атака	Същност	Метод на криптоанализ	Криптографски шифър	Алгоритъм върху който се прилага	Криптографски режим
Атака само с шифротекст (ciphertext-only attack)	разполагаме само с шифротекста	метод „груба сила", честотен анализ, линеен анализ, метод на Казиски	ранните шифри са уязвими на тази атака	DES, AES	пробиваем CBC
Атака с известен открит текст (known plain text attack)	разполагаме с част от открития текст и съответстващия му шифротекст	честотен анализ, груба сила, линеен анализ, метод на Казиски, диференциален анализ	шифри с едноазбучна субституция (шифър на Цезар и др.), поточни шифри	DES	пробиваеми: ECB, CBC
Атака с избран открит текст (chosen-plaintext attack)	избор на част от открития текст и съответстващия му шифротекст	"груба сила", диференциален анализ	асиметрични шифри, блокови шифри	DES	пробиваем CFM сигурни: CBC, OFB, CTR
Атака с избран шифротекст (chosen ciphertext attack)	избор на част от шифротекста и прихващане на съответстващия му открит текст	честотен анализ, метод на Казискир метод груба сила	асиметрични шифри и рядко за симетрични	RSA	пробиваеми: SSM, CBC, OFB, CTR
Атака с адаптивно избран открит текст (adaptive-chosen-ciphertext attack)	изпращане на пробни съобщения и използване на открития им текст, но вече получателят използва таен ключ	линеен анализ,	асиметрични шифри и рядко за симетрични	RSA	пробиваеми: CBC, OFB, CTR
Атака с адаптивно избран открит текст (adaptive chosen plaintext attack)	изпращане на множество открити съобщения и прихващане на шифротекста им	диференциален анализ	симетрични блокови шифри	DES	пробиваем:CFM, сигурни: CBC, OFB, CTR
Ключова атака (related-key attack)	атакуване на шифротекста с различни ключове, като не е задължително да има информация за ключа	линеен анализ	симетрични потокови шифри и др.	DES, IDEA, AES	пробиваем: CBC сигурни: SSM
Атака с рожденни дати (birthday attack)	използва се т.н. birthday парадокс и се търсят колизии	линеен анализ, диференциален анализ	хеш функции	MD5, SHA1	сигурни: CTR, OFB
Атака с посредник (meet-in-the-middle attack)	възможност за прихващане на съобщенията между комуникиращите страни	метод груба сила, диференциален анализ	симетрични блокови шифри и др. , хеш функции	3DES, DES, IDEA, AES, MD5, SH0	сигурни: CBC, CTR, OFB

От табл. 2 се вижда, че най-често използвания метод на криптоанализ, в случаите, когато атакуващият изпраща множество пакети е диференциалният анализ. Методът груба сила е много трудоемък и поради това неговото използване обикновено е автоматизирано. Когато се използват субституционни шифри, най-често използваните атаки са честотен анализ и методът на Казиски. Най-уязвимият криптографски алгоритъм срещу атаки от разгледаните е DES.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Статията представя общ преглед на основните режими на работа на една криптографска система, методите на криптоанализ и основните криптографски атаки. Представени са предимствата и недостатъците от използването на всеки режим и вероятността от разбиване на шифъра с дадена атака. Ефективността на една криптографска система се определя от вероятността да се намери криптографския ключ и да се намери текста на криптираното съобщение. Познанията в областта на криптологията позволяват да се намали вероятността от пробив в дадена система [1].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Al-Hebshi Reemah, Salwa El-Gamal, Tarek A. Mageed, Eman Tharwat, An Over View of Cryptographic Techniques, 2000.

[2] C. Rackoff, D. Simon, Non-interactive zero-knowledge proof of knowledge and chosen ciphertext attack, Advances in Cryptology-Crypto'91, Lecture Notrs in Computer Science Vol. 576, 1991.

[3] Conrad Eric, Types of Cryptographic Attacks, 2014.

[4] Eli Biham, L. R. Knudsen, Cryptanalysis of the ANSI X9.52, CBCM Mode, 2002.

[5] Eli Biham, A Unified Approach to Related-Key Attacks, 2008.
[6] Ian Goldberg, David Wagner, Lucky Green, The (Real-Time) Cryptanalysis of A5/2, presented at the Rump Session of Crypto'99, 1999.
[7] Katz Jonathan, CMSC 414. Computer and Network Security, 2012.
[8] Kuo Cheng-Jing, Cryptography, Graduate Institute of Communication Engineering.
[9] Menezes A., van Oorshot P., Vastone S., Handbook of Applied Cryptography, CRC Press, 1996.
[10] Mihir Bellare, Tadayoshi Kohno, Chanathip Namprempre, Authenticated Encryption in SSH: Provably Fixing the SSH Binary Packet Protocol, 2002.
[11] Mohd Zaid Waqiyuddin Mohd Zulkifli, Attack on Cryptography, 2008.
[12] W. Diffie and M. E. Hellman, Exhaustive Cryptanalysis of the NBS Data Encryption Standard, 1977.
[13] Върбанов З., Трифонов Т., Криптография и криптосистеми, ВТУ, 2001.
[14] Стоянов Борислав П., Петър А. Милев, Стандартни функции, използвани в съвременните криптосистеми, 2011.
[15] Examples of Cryptographic Attacks, 2014,
[16] http://www.utilizewindows.com/security/cryptography/459-examples-of-cryptographic-attacks.

Contact information

Pr. Assist. Victoria Rashkova, PhD
Department of Informatics and Information Technologies
Faculty of Natural Sciences and Education
Angel Kanchev University of Ruse
8 Studentska Str., 7017 Ruse, Bulgaria
Phone: (++359 82) 888 214
E-mail: vkr@ami.uni-ruse.bg

Настоящата статия е изготвена с финансовата помощ на Европейския социален фонд. Русенският университет „Ангел Кънчев" носи цялата отговорност за съдържанието на настоящия документ, и при никакви обстоятелства не може да се приеме като официална позиция на Европейския съюз или Министерството на образованието и науката".

Проект: № BG051PO001-3.3.06-0008 „Подпомагане израстването на научните кадри в инженерните науки и информационните технологии".

АНАЛИЗ НА ХАРДУЕРНО И СОФТУЕРНО ОСИГУРЯВАНЕ НА СИСТЕМИ ЗА ЕНЕРГИЕН МОНИТОРИНГ

Здравко Христов, Вяра Русева, Стефан Стефанов
Русенски университет „Ангел Кънчев”

ANALYSIS OF HARDWARE AND SOFTWARE SYSTEMS ENERGY MONITORING

Zdravko Hristomirov Hristov, Viara Sabova Ruseva, Stefan Petrov Stefanov
„Angel Kanchev” University of Ruse

Abstract: Ever-increasing requirements for reduced consumption of electricity required to use energy management systems, in particular systems for energy monitoring. The article is a generalized analysis of available devices and systems for energy monitoring and proposed criteria for the comparison at the design stage. The system selection indicators are classified into three groups: hardware security, software development and user interface. For the convenience of users the advantages and user interface. For the convenience of users the advantages and disadvantages of energy management hardware and software products.
Keywords: Energy Monitoring, Struxure Ware, Sentron Power Manager, Power Xpert Meter.

ВЪВЕДЕНИЕ

Рационалното използване на електрическата енергия стои като основен проблем пред всяко производство и той има две страни – техническа и икономическа. Търговското измерване на консумираната електрическа енергия, въпреки подробната информация, която се записва в паметта на статичните електромери, не позволява да се отговори на нарасналите изисквания за анализ на енергоефективността по отделни цехове, производства, големи консуматори и др. [1].

Повишаването на енергийната ефективност води до намаляване на разхода на електрическа енергия, но за да може да се следи този показател е необходимо да се изгради съответно техническо осигуряване и да се автоматизира процеса по обработката на първичната информация. Минимизирането на разходите за заплащане на консумираната електрическа енергия има важно икономическо значение за конкретните индустриални потребители [2].

За целта се изграждат системи за мониторинг, които дават възможност за следене в реално време на показатели, характеризиращи електроснабдяването, тяхното представяне в удобен вид за всяко конкретно производство, анализ на постъпилата информация и архивиране на необходимите данни. Резултатите от анализа трябва да се използват в системите за енергиен мениджмънт с цел намаляване на разхода на енергия чрез прилагане на различни енергоефективни мерки.

Съвременните системи за мониторинг на електрическата енергия са станали много сложни [1] и обхващат сериозен набор от технически средства, всеки от които е със собствена спецификация и конкретно приложение. Тази модулна конструкция позволява огромен набор от възможности и става все по-трудно да се определи, какво конкретно е необходимо на съответното индустриално предприятие, за да се постигне добър резултат.

Това налага да се формулират критерии при избора на системи за енергиен мониторинги да се търси решение, даващо оптималното съотношение между цена-възможности, като се отчитат началните разходи за хардуерно и софтуерно осигуряване, необходимите труд, време и средства при експлоатацията, крайният вид на информацията и възможностите за анализ и практическо използване на получените данни.

Основната цел на статията е да се формулират критерии, по които може да се прави сравнение между системи за енергиен мониторинг. Приложението им от потребителите ще доведе до по-лесен избор,

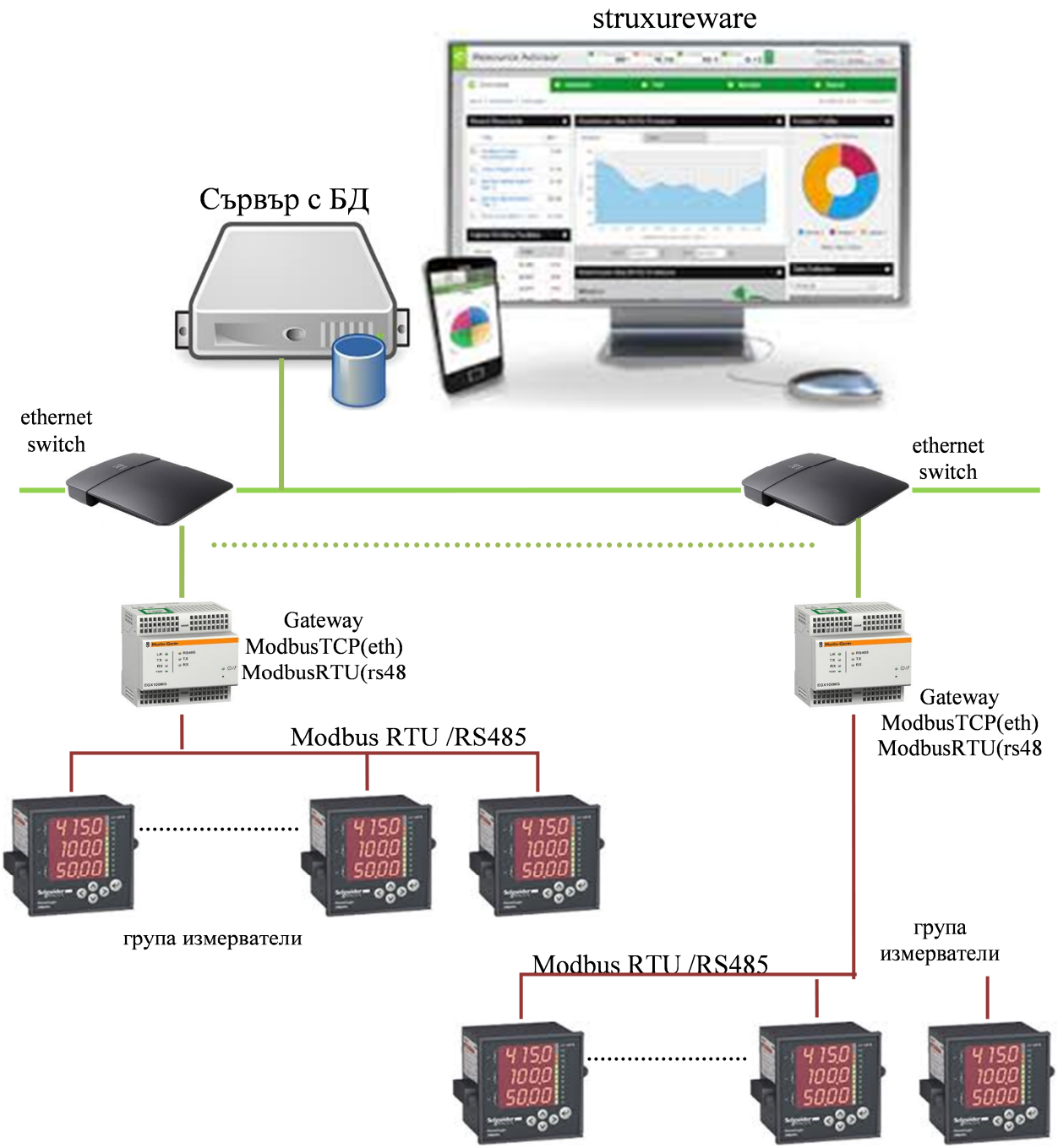
който да отговаря най-добре на изискванията на конкретния обект.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Когато предстои изграждане на система за енергиен мониторинг първо е необходимо да се вземе решение какъв тип система е подходяща в случая [3,4]. Използват се два основни типа, общият вид на които е показан на фиг.1 и фиг.2:

- първи тип - измервателите се включват чрез комуникационните канали направо в сървър, който обработва и съхранява данните;
- втори тип – връзката между измервателите и сървъра се осъществява през контролер (контролери).

Предимства на първия тип са по-ниска цена и опростено обслужване и използване на системата. Той е подходящ при относително по-малък брой контролни точки. Възможностите за управление на отделни консуматори и за развитие в система за енергиен мениджмънт са ограничени.



Фиг. 1. Общ вид на система за енергиен мониторинг с пряка връзка между измервателите и сървъра



Фиг. 2. Общ вид на система за енергиен мониторинг с използване на междинен контролер

Вторият тип дава по-голяма сигурност и по-добри възможности за управление на единични или групи консуматори. Той е подходящ при по-голям брой контролни точки, особено ако са разположени в няколко групи. Недостатъци са по-висока цена и по-сложно обслужване на системата, затова вторият тип трябва да се прилага при доказана необходимост от него.

И при двата типа системи има общи елементи, като първични и вторични преобразуватели, и комуникационни канали за

свързване на измервателите към системата за събиране на данни. В зависимост от възможностите за комуникация на измервателите и тяхното взаимно разположение по територията на обекта, се налага използването и на допълнителни устройства за комуникация, като адресни модули, концентратори, рутери, преходници и др.

Избирането на един или друг тип система за енергиен мониторинг дава различни предимства и недостатъци [8]. Вземането на това решение се базира на предварително проучване и опита на проектанта. Изборът зависи от особеностите на конкретния обект, като най-важни са: брой и взаимно разположение на контролните точки; изискванията на ползвателите на системата; необходимост от измерване на няколко вида енергии; налична измервателна техника в обекта; перспективи за развитие на обекта; предвижда ли се използване на внедряваната система за управление на технологични линии и конкретни консуматори.

Както при всяко строителство, и при системите за енергиен мониторинг проектантът предлага вариант (варианти) за изпълнение, със съответна обосновка, а инвеститорът (собственикът на обекта) избира. Изпълнението на работата трябва да протече на няколко етапа:

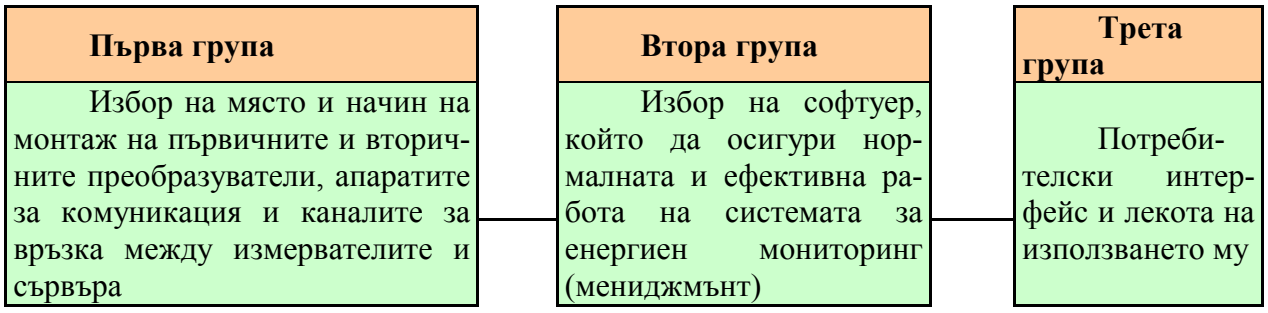
- уточняване и конкретизиране изискванията на инвеститора. За тази цел трябва обмен на информация и взаимно осведомяване: проектантът да се запознае с конкретните особености на обекта; инвеститорът да добие представа какви основни апарати и възможности се предлагат в системите за енергиен мониторинг; за какво ще се използват получените данни, включително ще се развие ли системата в такава за енергиен мениджмънт; очакват ли се перспективи за разширение и развитие на системата;
- избор на хардуерно осигуряване, което включва първични и вторични преобразуватели, измервателни апарати, устройства и канали за комуникация;
- избор на софтуерно осигуряване в базов и разширен вариант;
- избор на потребителски интерфейс с основни и допълнителни възможности.

При проектиране на система за енергиен мониторинг относително еднозначно може да бъде извършен първият етап – определяне броя и мястото на контролните точки, в които ще се извършва измерване на енергийните потоци.

За оптимално проектиране на следващите етапи, трябва да се формулират критерии, които е подходящо да се представят като серия от правила (показатели), обособени в отделни групи. Правилата трябва да бъдат достатъчно конкретни и ясни за инвеститора, за да може той да се ориентира в съотношението цена – възможности. Следвайки тези правила ще се даде възможност да се минимизира цената на първоначалната инвестиция, като се спазят всички основни изисквания към системата.

Анализът показва, че показателите за избор на система за енергиен мониторинг могат да се обобщят в три групи, както е показано в блоковата схема на фиг.3.

Показателите от всяка група са систематизирани в табл.1.



Фиг.3. Показатели за избор на система за енергиен мониторинг

Таблица 1

Показатели за избор на елементите на система за енергиен мониторинг

Първа група – хардуерно осигуряване
➢ Какво е териториалното разпределение на наблюдаваните машини (консуматори) и каква е тяхната схема на свързване към разпределителните табла – радиална или магистрална; ➢ Каква е мощността на всяка от машините или група консуматори, на които ще бъдат монтирани измерватели; ➢ Кои машини имат съществуващи първични и/или вторични преобразуватели и измерватели, техните технически спецификации, място и начин на монтиране; ➢ Възможно ли е да се разположат първичните и вторичните преобразуватели и измерватели в едно табло. Има ли изградена комуникационна мрежа близо до това табло; ➢ Какъв тип е изградената комуникационна мрежа и в каква степен е натоварена; ➢ Какво ще е необходимо да се доработи или изгради, за да се изпълни комуникация между измервателите и обслужващия сървър.
Втора група – софтуерно осигуряване
➢ Степента на сложност на изгражданата система при въвеждането на системата в експлоатация; ➢ Какъв сървър е необходим за обслужване на изградената мрежа от измерватели. Необходимо ли е да се използва повече от един сървър, за да може обслужването на всички измерватели да става в приемливо кратко време; ➢ Необходимо ли е резервиране на сървъра, за да се подсигури от загуба на данни. Къде ще се монтира резервен сървър и/или резервно захранване; ➢ Поддръжката, предлагана от производителя, и времето за реакция при възникване на проблем; ➢ Възможността да се реализира елементарна логика за управление на неотговорни процеси с помощта на наличния хардуер; ➢ Възможностите за лесно разширяване на системата за енергиен мониторинг чрез добавяне към системата на измервателни уреди на други производители или на уреди за измерване на други физически величини (за вода, за природен газ, за пара, за сгъстен въздух); ➢ Възможностите да се използват разнообразни варианти при изграждане на комуникационните канали между измервателните уреди и софтуера; ➢ Какви разширителни пакети за подобряване на функционалността се предлагат при необходимост от разширяване на системата за енергиен мониторинг. Примерно: пакет за следене и анализиране на конкретни параметри, пакет за оптимизиране на разходите чрез изключване на трансформатори или на дублирани енергоемки машини, пакет за прогнозиране на разходите според някакви параметри.
Трета група – потребителски интерфейс
➢ Доколко лесен е начина за извеждане на различните типове графики и таблици; ➢ Какви са възможностите, които са предоставени от производителя, за индивидуализиране на отделните елементи от представените графики и начина, по който те изглеждат; ➢ Възможностите, които са предоставени за използване на данните чрез отдалечен достъп, и сложността на необходимите стъпки за използването на отдалечения достъп.

За улеснение на потребителите (проектанти и инвеститори) е разработена обобщена таблица (табл.2) с основните предимства и недостатъци на различните хардуерни и софтуерни продукти в областта на енергийния мениджмънт, които се предлагат от някои от водещите фирми на нашия пазар.

Таблица 2

Сравняване на предимствата и недостатъците на хардуерни и софтуерни продукти в областта на енергийния мениджмънт,предлагани в България.

Показатели	**ШнайдерЕлектрик[5] StruxureWare**	**Siemens[6] Senton Power Manager**	**Eaton [7] Power Xpert Meter**
Хардуерно осигуряване	Предлага се голямо разнообразие от измерватели за електрическа енергия ION6200, PM700, PM800, PM1200, DM6200 и др. Те се различават по възможности, точност и цена. Възможно е добавяне на разширителни модули за управление на апарати и процеси.	Използват се няколко измервателя за електрическа енергия: PAC3100, PAC3200, PAC4200, PAC1500. Има крайно решение без ТТ до 125А. Използват се типови АП с електронна защита 3WL/3VL. Недостатък е липсата на самостоятелен маршрутизатор.	Използват се различни серии измерватели, като PowerXpertMeter 2000/4000/6000/8000/Multipoint, IQ35M, IQ250/260, IQ150S/250S, IQ130/140/150. Предлагат се и широк набор хардуерни анализиращи устройства.
Софтуерно осигуряване	Еднократно закупуване на цялостен софтуер, чиято цена зависи от броя на контролираните точки	Закупуване на базисен софтуер, който позволява да се разширява неговата функционалност с допълнителни пакети	Предлага се базисна версия, която може да се разшири с допълнителна функционалност, и да се купи пакет за генериране на отчети.
Поддръжка от производителя	Предлаганата поддръжка от производителя е усложнена със запитване чрез електронна форма през глобалния сайт. По този начин няма персонална ангажираност.	Предлаганата поддръжка е чрез запитване в реално време към глобалния доставчик на услугата. Недостатък е необходимостта да се знае на добро ниво чужд език.	
Използване на техника на друг производител	Предлага се възможност за въвеждане в системата на уреди на трети производители с условието да поддържат Modbus TCP или Modbus RTU.	Предлага се възможност за въвеждане в системата на уреди на трети производители с условието да поддържат Modbus TCP или Modbus RTU.Недостатък е необходимостта от PAC4200 за gateway към RS485 базирани устройства.	Възможно е да се включат устройства на други производители, но за целта е необходимо да се използва разширената версия PowerXpert Software Enterprise Edition
Използване на налично оборудване	Възможно е, ако наличният уред позволява свързване с подходящ комуникационен модул.	Възможно е използването на наличен хардуер, но е необходимо закупуването на разширения пакет софтуер.	Възможно е използването на налични уреди, ако те могат да комуникират по някой от предлаганите протоколи за комуникация.
Използване на наличната комуникационна инфраструктура	Възможно е без проблеми да се използва наличната мрежа, предназначена за други административни услуги	Може да се използва наличната комуникационна инфраструктура. Желателно е използването на друга подмрежа, която е различна от тази на администрацията.	Използва се широк набор комуникационни интерфейси и протоколи през Ethernet мрежата. Няма специално изискване за използване на отделна мрежа за тази цел.

Показатели	ШнайдерЕлектрик[5] StruxureWare	Siemens[6] Senton Power Manager	Eaton [7] Power Xpert Meter
Лекота на използване на приложния софтуер	Настройването на отделните графики или групи от графики е улеснено в много голяма степен и е възможно с минимално разучаване да се получат желаните комбинации от графики.	Настройването на софтуера при първоначалното пускане изисква доста широк обем от знания за работата на системата и на структурата на използваните комуникации.	В доставения софтуер са заложени предварително дефинирани шаблони за работа според различните типове използвани устройства.
Възможност за създаване на потребителски графики и таблици, съответстващи на индивидуалните нужди на обекта и подобектите	Има предварително дефинирани графики, които могат да се ползват във всички възможни комбинации от различните параметри.	Използва се главно предварително подготвения набор от графики. За да могат да се използват потребителски дефинирани графики е необходимо използването на разширения пакет софтуер.	Може да се добавят потребителски таблици и графики, и да се преобразуват във вид, специфичен за всеки самостоятелен обект. Има възможност за използване на подходящи шаблони.
Възможност за дистанционен достъп до системните данни	Достъпът до данните през интернет е улеснен максимално. Единственият недостатък е, че използването на част от приложението е обвързано с Internet Explorer.	Достъпът до данните е възможен след закупуване на WEB пакет.	Двата варианта на софтуера предлагат работа с WEB интерфейс, с достъп на повече от един клиент едновременно.
Възможност за настройка на измервателите	Чрез допълнителна конзола (managementconsole) се правят настройки на отделните измервателите, свързани в системата. При необходимост измервателят може да се програмира с най-новата версия на системния софтуер.	Препрограмиране на измервателите може да се реализира със специализиран софтуер, но не и през системата за енергиен мониторинг.	При необходимост е възможно да се препрограмират дистанционно измервателите на EATON (но не и тези на други производители), като текущото състояние се отбелязва с цветна кодировка.

Забележка: Предложената сравнителна таблица се основава на виждането на авторите и разглежда само техническата страна на предлаганите продукти.

При пълен анализ на предлаганите системи, освен техническа, следва да участва и икономическа обосновка. Окончателно сравнение би могло да се направи само при изработване на паралелни оферти на базата на един и същ конкретен реален или виртуален обект, като се отчете и продуктовото разнообразие на отделните производители. Само при такова конкретно сравнение между отделните системи може да се използва разнообразието от възможности, предлагани от различните производители, и да се избере най-добрият вариант, който дава оптимално съотношение между цена и възможности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въвеждането на системи за енергиен мониторинг е важен етап в повишаването на енергийната ефективност. Изборът на система за енергиен мониторинг трябва да се извършва на основата на показатели, които са систематизирани в три групи, съответно: хардуерно осигуряване, софтуерно осигуряване и потребителски интерфейс. Предложената в статията таблица дава възможност за техническо сравнение между предлаганите хардуерни и софтуерни продукти в областта на енергийния мениджмънт, но пълен технико-икономически анализ може да се направи само за конкретен реален или виртуален обект.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Дистанционно отчитане на електромери, Сп. Инженеринг Ревю, 2006, бр.3.
[2] Интегрални схеми за интелигентни енергийни мрежи, Сп. Инженеринг Ревю, 2011, бр.5.
[3] Сайт Power Logic - http://www.powerlogic.com/product.cfm/c_id/1/sc_id/4/p_id/56.
[4] Селектор на PowerLogic - http://www.powerlogic.com/literature/3000BR0001R1007.pdf
[5] Сайт Шнайдерелектрик - http://www2.schneider-electric.com/sites/corporate/en/solutions/struxureware/struxureware-applications.page.
[6] Сайт Сименс - https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10057619?tree=CatalogTree.
[7] Сайт Eaton - http://www.eaton.com/Eaton/ProductsServices/Electrical/ProductsandServices/PowerQualityandMonitoring/Software/index.htm.
[8] SentronPowerManager – Sentron.pdf.

Адреси за контакти:

маг. инж. Здравко Христов
Катедра "Електроснабдяване и електрообзавеждане"
Русенски университет "Ангел Кънчев"
Тел.: + 359 888 633 630
E-mail: zhristovi@uni-ruse.bg

доц. д-р инж. Вяра Събова Русева
Катедра "Електроснабдяване и електрообзавеждане"
Русенски университет "Ангел Кънчев"
Тел.: + 359 882 123 300
E-mail: vruseva@uni-ruse.bg

доц. д-р инж. Стефан Петров Стефанов
Катедра "Електроснабдяване и електрообзавеждане"
Русенски университет "Ангел Кънчев"
Тел.: + 359 885 324 397
E-mail: stefanov@uni-ruse.bg

Настоящата статия е изготвена с финансовата помощ на Европейския социален фонд. Русенският университет „Ангел Кънчев" носи цялата отговорност за съдържанието на настоящия документ, и при никакви обстоятелства не може да се приеме като официална позиция на Европейския съюз или Министерството на образованието и науката".

Проект: № BG051PO001-3.3.06-0008 „Подпомагане израстването на научните кадри в инженерните науки и информационните технологии".

ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИЕТО НА СЛЕДВАЩО ПОКОЛЕНИЕ МРЕЖИ

Елена Иванова, Теодор Илиев
Русенски университет „Ангел Кънчев”

TRENDS OF DEVELOPMENT OF THE NEXT GENERATION NETWORKS

Elena Ivanova, Teodor Iliev
„Angel Kanchev” University of Ruse

Abstract: Right now, all over the world, mobile access to the internet is becoming wholly fundamental to doing business in all industries. And not only ICT networks infrastructure in business efficiency, but it is now a vital driver of economy growth. Societal development lead sto changes in the way mobile and wireless communication systems are used. The future information of society private and professional users will be provided with a wide variety of applications and services, ranging from in fotainment services, through increased safety and efficient usage of transportation, to completely new industrial and professional applications.
The development of 5G technologies, the new types of challenges that arise from new application areas are the very low latency, and the very low energy, cost, and massive number of devices..
Keywords: mobile access, wireless communication systems, telecommunication services.

ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременните телекомуникационни услуги и приложения са двигателите на прогреса, но същевременно те поставят нови изисквания към технологиите на мрежите. В последните няколко години, благодарение на бързото развитие на съответните технологии в безжичните мрежи за достъп, се наблюдава нарастване на предоставяните услуги на базата на IP протокола. Третото поколение мобилни клетъчни системи не може да удовлетвори нарастващия широколентов трафик, което налага внедряването на усъвършенствани стандарти, позволяващи разпространението на мултимедийно съдържание от и до крайните потребители.

Непрекъснато развитие на радиокомуникациите и в частност на мобилните системи за връзка в началото 21 век, създаде условия за развитието на високопроизводителни и висикоскоростни радиосистеми за връзка. Това е свързано с повишаване на достоверността на връзката между отделните потребители и осигуряване на среда за достъп на по-голям брой потребители при по-висока скорост на обмен да данни.

След 2005 година потребителите на интернет са повече от един милиард, а през предходната година статистиката показва, че 2,7 милиарда души ползват интернет и са свързани с мобилни устройства. Удивителното развитие и потребление на комуникационни устройства, огромното количество приложения, водят до огромното увеличение на количеството трафик. Едни от последните проведени изследвания за потреблението през 2012г показват, че обикновен потребител всеки месец ползва 342 Mbyte на мобилното си устройство, на таблет 829 Mbyte, а на компютър или лаптоп 2,5 Gbyte [2].

Развитие на телекомуникационни услуги и интернет трафика, огромното количество генерирана информация на всички нива водят до разработването на следващ стандарт (*5G*) за предоставяне на свързаност до всяко мобилно устройство и по всяко време между от хората, машините (физически неща), процеси, своевременен достъп до информация, стоки и услуги по сигурни и надеждни начини.

5G мобилна мрежа ще бъде с увеличен капацитет приблизително 1000 пъти и ще поддържа връзка с повече от 100 милиона мобилни устройства. На всеки потребител ще бъде предоставяна скорост от 10 Gb/s с пренебрежимо малко закъснение и време за реакция.

Достъпът в 5G мрежата ще бъде реализиран едновременно с две нови технологии за достъп *RAT* (*Radio Access*

Technologies) и еволюирали безжични технологии (*LTE, HSPA, GSM и WiFi*). Въвеждането на тези мрежи се очаква да стане между 2020 и 2030.

Необходимостта от надеждност, висока скорост и сигурност, налага симулационни изследвания на реалните системи чрез телетрафични системи.

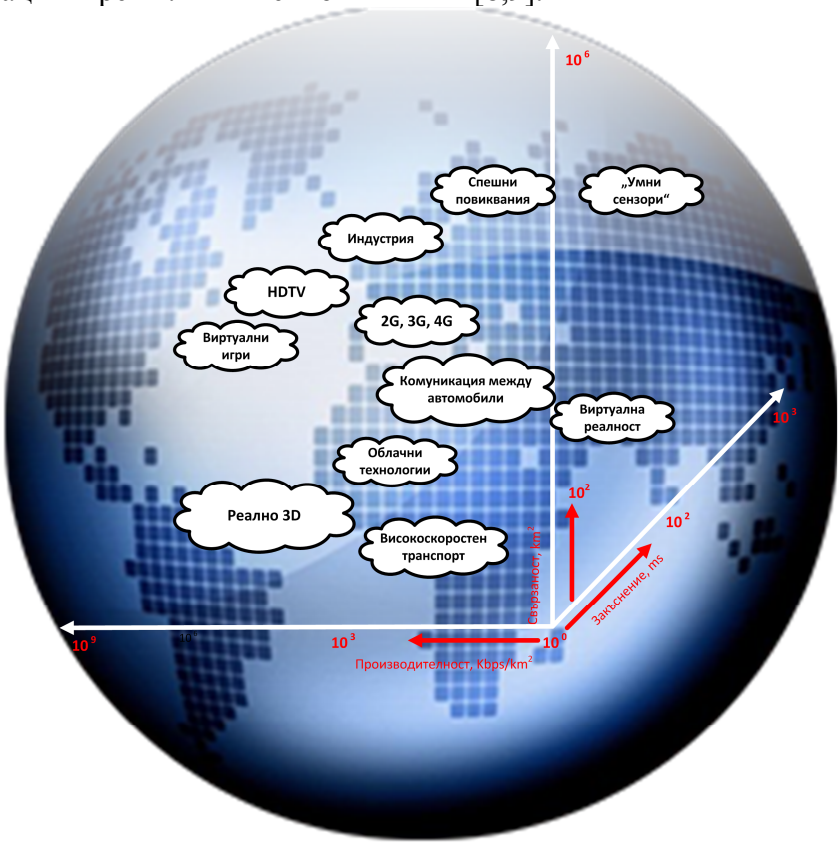
При предаването на голям по обем информация за кратък период от време, количеството на възникващите грешки се увеличава пропорционално на скоростта. Възникването на блокировки, загуба на информация, запушвания вече ще оказва много голямо влияние на крайния потребител, като вероятността за възникването им, трябва да е много по-ниска. Високата скорост и необходимостта от гарантиране на услугите, налага създаването и изследването на адекватен телетрафичен модел на възел или част от надградената телекомуникационна мрежа.

СФЕРИ НА ПРИЛОЖЕНИЕ И ПЛАНИРАНО РАЗВИТИЕ

Въвеждането на следващото поколение мобилни мрежа се планира за 2020 година, като трябва да бъде съвместимо с предходните генерации мрежи. LTE технологията ще е базова за следващата генерация, както са били HSPA и Wi-Fi. Дори 2-та генерация оказва важно влияние, поради важността на RAT в много точки на света, очакването е влиянието да продължи, дори след 2020 г..

Планира се капацитетът на 5G мрежата да е близък до този през оптична свързаност, но по всяко време и на всяко място, като поддържа мобилни платформи по заявка, удовлетворяващи всички потребности на персоналния и служебен стандарт [4,5,6]. Очаква се 5G мрежите да бъдат проектирани за мултимедийни среди във виртуална реалност (фиг.1).

Усещането за отдалеченост при комуникация между офиси на бизнес организации, намиращи се на различни физически места, не би трябвало да съществува повече [7]. Операторите, които разполагат с 5G мрежи, ще могат да създават и внедряват много по-лесно нови услуги, очаква се новите мобилни приложения и иновации значително да се увеличат. Освен употребата на телекомуникационно средство или платформа, 5G мрежите ще преобразуват природата на растежа на вертикалните индустриални сегменти и всички операции в тях [8,9].



Фиг. 1. Следващо поколение мрежи, производителност, свързаност и закъснение

Транспорта, образованието, здравеопазването, индустрията, финансовите операции и преобладаващата част от индустриалните организации се очаква да се възползват от свързаността си към 5G мрежите, а в някои случаи ще зависят изцяло от тази свързаност. Изключителният глобален мащаб на 5G мрежите се очаква да свърже милиони превозни средства, сгради, автономни индустриални машини, устройства и др. Тъй като 5G мрежите ще са ядрото на тази свързаност, те трябва да разчитат на „еволюционни“ промени в облачните и мобилните технологии, прилагани в широк мащаб.

ТЕЛЕРАФИЧНИ ПАРАМЕТРИ

Новото поколение мобилни мрежи ще поддържа различни видове трафик, в различен времеви диапазон, като надеждността за получаване на информация, трябва да бъде доста по-голяма. Пропускателната способност до крайно устройство на MAC ниво, трябва да бъде дефинирана за даден времеви участък. Този показател е един от възможните показатели за измерване на нивото на качество *quality of experience* (QoE) за определени услуги. Данновото ниво на обслужването на потребителя е пониско отколкото пропускателността на допълнителен протокол надграден на повисоките нива, като PDCP или RLC на LTE, IP, TCP/UDP/SCTP. Производителността, която потребителят получава зависи и от зададената постановка, но и от броя потребители, както и от количеството данни, които се генерират, поради това, че те влияят на натоварването на клетката, както и на заобикалящите я клети в дадената мобилна мрежа [1,3].

Заложените цели, в бъдещото поколение мобилни мрежи, са изключително високи - скоростта до крайния потребител трябва да се увеличи до 100 пъти, в сравнение с днешната [10]. Поради тази причина трябва да се направят математически изчисления, отговарящи на адекватен телетрафичен модел, позволяващи провеждането на симулацията.

Приемаме, че *k*-тия пакет на MAC нивото на *i*-тия потребител, има размер $L_{i,k}$[bits], като разпределението зависи от избраното приложение. Нека $T_{i,k}$ бъде закъснението за предаване на пакета, от начална до крайна точка, като зависи от:

- RAN решението;
- Положението на потребителя;
- Товара в момента.

Базирайки се на това, производителността на пакета се определя посредством изразът:

$$R_{i,k} = L_{i,k} / T_{i,k} \quad (1)$$

Стандартната производителност, изчислена като очаквана производителност на пакета ще бъде $Th_i = E_k[R_{i,k}]$. Като очакването е съобразено с времевия отрязък, приет в даденото изследване.

Апроксимацията на производителността може да бъде изчислена като:

$$E_k[L_{i,k}] / E_k[T_{i,k}] \quad (2)$$

Трябва да се отбележи, че в това изчисление не са включени, времената за изчакване на приложен слой, времето за прочитане на браузъра, както и времето за връщане заложено в трафик контрола на TCP/IP. Поради тази причина, има различна пропускателност на различните нива.

Разпределенията на генерирания трафик на потребителя, спрямо производително, трябва да бъдат различни. Главното допускане за използваните разпределения, трябва да бъде съобразено с това, че получаваните услуги и приложения са различни.

Различните видове трафик, както и различните параметри за QoS, също оказват влияние на телетрафичния модел за симулация, както в права (*uplink*), така и в обратна посока (*downlink*). Динамичното превключване между тясна и широка честотна лента при предаването на данни, трябва да бъде отчетено. Въпреки, че някои от приложенията позволяват по-голямо закъснение [11].

Телетрафичен модел, описващ голямата вариация на променливите параметри, се описва със тежковремеви зависимости, като в определени периоди има натоварване до 100%, в същото време да има периоди без заявки. Подходящи примери са Геометричното, Парето разпределения, както и на входящия трафик, така и на разпределението на обслужване.

Телетрафична система с входящ поток постъпващ по геометричен закон с една опашка, където местата за обслужване са N на брой, се използва заради необходимостта от изследване на разнородни системи с високоскоростен трафик, където вероятността от загуби трябва да сведе до минимум. При телекомуникационни системи от тип *5G* за съответните хендовъри, значение има и дисциплината на обслужване, задаването на приоритети. В аналитичен и симулационен план трябва да бъдат изследвани вероятностните параметри за блокировка и за препълване на системата.

Геометричното разпределение се описва с двата закона интегрален и диференциален (3), където параметърът p е в интервалът [0;1]:

$$F(x)=\begin{cases} p(1-p)^{x-1}, x=1,2,... \\ 0, \textit{за всички останали} \end{cases} \quad (3)$$

$$G(x)=\begin{cases} 1-p(1-p)^{[x]}, x\geq 0 \\ 0, \textit{за всички останали} \end{cases}$$

Математическото очакване $E[X]=1/p$ и вариацията са описани с математически израз (4), където $q=1-p$, а параметърът p отново трябва да е в интервал [0;1]. Квадратичният коефициент е $C^2=q$.

$$Var[X]=\frac{q}{p^2} \quad (4)$$

Вероятностната генераторна функция за геометрично разпределение се изразява с израз (5), а ако е дадена z-трансформацията на една случайна променлива, то вероятностите p_k се изчисляват с израз (6):

$$G_X[z]=\frac{pz}{1-(1-p)z} \quad (5)$$

$$p_0=G_0(0)\ \ p_k=\frac{1}{k!}.\frac{d^kG_X(z)}{dz^k}|z=0 \quad (6)$$

за $k=1,2,3$

Генераторната функция за сума от независими случайни променливи е произведение от генераторните функции на всяка променлива и се дава с израза (7):

$$G_z(z)=\prod_{i=1}^{n}G_{X_i}(z), X=\sum_{i=1}^{n}X_i \quad (7)$$

Вероятностни параметри за оценка на системата трудно се реализират аналитично, поради изчислителната сложност. Симулацията на телетрафични системи, моделирани за мрежи от ново поколение би спестило много време и средства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Трите основни цели поставени пред технологията 5G са: увеличаване капацитета на мрежата и свързаността, поддръжка на все по-разнообразен набор от услуги, приложения и потребители - всички с изключително различни в изисквания и гъвкаво и ефективно използване на всички налични несъседни спектри за напълно различни сценарии за разгръщане на мрежата. Тази адаптивна мрежа ще позволи съвместната работа на LTE и усъвършенствания въздушен интерфейс, облачните SDN (Software Defined Networks) и NFV (Network Functions Virtualization) технологии, ще променят съществуващата мобилна система и ще се ускори създаването и използването на множество услуги и приложения.

Много от техническите проблеми на бъдещите мобилни мрежи имат решения, но съществуват проблеми, които биха могли да се решат много по-евтино, със симулация на телетрафични модели, описващи трафика, като параметрите биха могли да се променят в много широки граници. Предстои моделиране и симулационно изследване на бъдещите комуникационни устройства.

ЛИТЕРАТУРА

[1] J. Bühler and G. Wunder, "Traffic-aware optimization of heterogeneous access management," IEEE Transactions on Communications, vol. 58, no. 6, pp. 1737 1747, 2010.

[2] Cisco research 2012.

[3] K. Bakowski, K. Wesolowski, M. Rodziewicz, "Simulation Tools for the Evaluation of Radio Interface Technologies for IMT-Advanced and Beyond", To be published by: CRC Press, Taylor & Francis Group, USA, 2014.

[4] K. Chatzikokolakis, P. Spapis, N. Alonistioti, A. Kaloxylos, ”Towards spectrum sharing: opportunities and technical enablers”, IEEE Wireless Communication Magazine Special Issue on Mobile Converged Networks 2014.
[5] G. Fodor, S. Sorrentino, S. Sultana, “Network Assisted D2D Communications: Use Cases, Design Approaches and Performance Aspects”, Book chapter in Smart Device to Smart Device Communication (Springer) 2014.
[6] S. Roger, J. Cabrejas, D. Calabuig, J. F. Monserrat, Y. Fouad, R. H. Gohary, H. Yanikomeroglu, “Non-coherent MIMO Communication for the 5th Generation Mobile: Overview and Practical Aspects”, Waves Journal 2014.
[7] H. Lin, P. Siohan, "MultiCarrier Modulation Analysis and WCP-COQAM", EURASIP journal 2014.
[8] Y. Lejosne, D. Slock, Y. Yuan-Wu, "Achieving Full Sum DoF in the SISO Interference Channel with Feedback Delay", IEEE Communications Letter 2014.
[9] S. Roger, D. Calabuig, J. Cabrejas, J. F. Monserrat, “Multi-user Non-coherent Detection for Downlink MIMO Communication”, IEEE Signal Processing Letters, Vol 21, Issue 10, pages 1225-1229.
[10] Ö. Bulakci, J. Hämäläinen, E. Schulz, "Practical Coarse Relay Site Planning: Performance Analysis over Composite Fading/Shadowing Channels", Springer International Journal of Wireless Information Networks.
[11] http://www.cse.wustl.edu/~jain/wimax/ftp/wimax_system_evaluation_methodology_v2_1.pdf

Адреси за контакти:

Гл.ас.д-р Елена Иванова
Катедра „Телекомуникации”
Русенски университет “Ангел Кънчев”
Тел.: +359 82 888 831
E-mail: epivanova@uni-ruse.bg

Доц.д-р Теодор Илиев
Катедра „Телекомуникации”
Русенски университет “Ангел Кънчев”
Тел.: +359 82 888 839
E-mail: tiliev@uni-ruse.bg

Настоящата статия е изготвена с финансовата помощ на Европейския социален фонд. Русенският университет „Ангел Кънчев” носи цялата отговорност за съдържанието на настоящия документ, и при никакви обстоятелства не може да се приеме като официална позиция на Европейския съюз или Министерството на образованието и науката".

Проект: № BG051PO001-3.3.06-0008 „Подпомагане израстването на научните кадри в инженерните науки и информационните технологии”.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ДИРЕКТЕН МЕТОД ЗА КОНТРОЛ НА МАГНИТНО ПОЛЕ

Венцислав Кесеев
Русенски университет „Ангел Кънчев”

EXPERIMENTAL STUDY OF THE DIRECT APPROACH FOR CONTROL OF MAGNETIC FIELD

Ventsislav Keseev
„Angel Kanchev” University of Ruse

Abstract: The paper represents the experimental results from the case study on the direct approach of magnetic field control. An experimental setup has been created for magnetic field redirection investigation. The electronic schematic of the setup is given together with the methodology of experimentation. Analysis of the final results has been done.
Keywords: Magnetic Field Control, Permanent Magnet, Ferromagnetic Core, Flyback Transformer.

INTRODUCTION

A patent research has been done in the field of devices and methods for control of the magnetic field of permanent magnets which main purpose is useful work to be done. The final conclusion of the analysis of the devices found is that theoretically they won't work in the way they have been represented and described in the patents. Another conclusion is that under some special conditions it should be possible real working models to be created. Preliminary simple practical tests clearly point that if the magnetic field of permanent magnet could be artificially redirected to flow alternately through two alternative magnetic paths this would lead to electromotive force induction in the output windings. The only way those conclusions to be verified are through creation and practical examination of real models of such devices, step by step improving the design until working model is developed. Such an investigation cannot be completed with the help of simulation software because not any suitable one has been found. Even if there is such simulation platform the plausibility of the results would be questionable, which will lead to the necessity of additional real experimental results in order to verify the simulation ones. The eventual use of such analog event simulation platform, which experience shows are pretty incorrect, will only lead to loss of precious time in this particular case.

METHODOLOGY OF THE EXPERIMENTATION AND FINAL RESULTS

Methodology and experimental setup

The correlation between the input and output parameters and their influence over the overall work of the device should be clearly found. In order this to be achieved, during the experimental tests only one of the input parameters should be variable while all others are constants. The change of one of the input parameters will probably cause change of another one which leads to the necessity of experimental setup design oriented towards easy input parameter adjustment. All important parameters should be monitored for deviations in real-time, so many meters should be connected to the setup. All necessary measurement points should be easily and safely accessible which is taken under consideration during the design of the experimental setup. The input and output voltages and currents are with high frequency pulse form. In order realistic experimental results to be achieved and measurements to be done in an easier manner they will be linearized with the help of appropriate filters. The measurement of direct voltages and currents will diminish the possibility of incorrect reading and will allow for real time conclusions and easier and more flexible parameter adjustments. This will accelerate the experimental tests of different models and will save precious time which will be used for extraction

of important conclusions and development of improved models.

The necessity of real-time measurements and adjustments of all parameters leads to the usage of many devices such as different type of meters, input and output transformers, additional autotransformers, circuit protections, filters and others which will complicate the design process of the setup. The development tasks are even more difficult because the control unit should be able to control different models of such devices with different input parameters and work requirements. To summarize, a versatile experimental system should be created.

The setup project has been designed in a similar way as the design of forward and fly-back DC-DC converters, as those devises work in similar manner [6-10]. The whole design process is based on the worst-case scenario from all possible ones. The control unit is based on the specialized integrated circuit SG3525 designed for control of DC-DC converters. The IC can maintain high frequencies, has a totem-pole outputs and high functionality which allows easy reconfiguration. The main part of the experimental setup and the control unit are shown on fig.1 and 2.

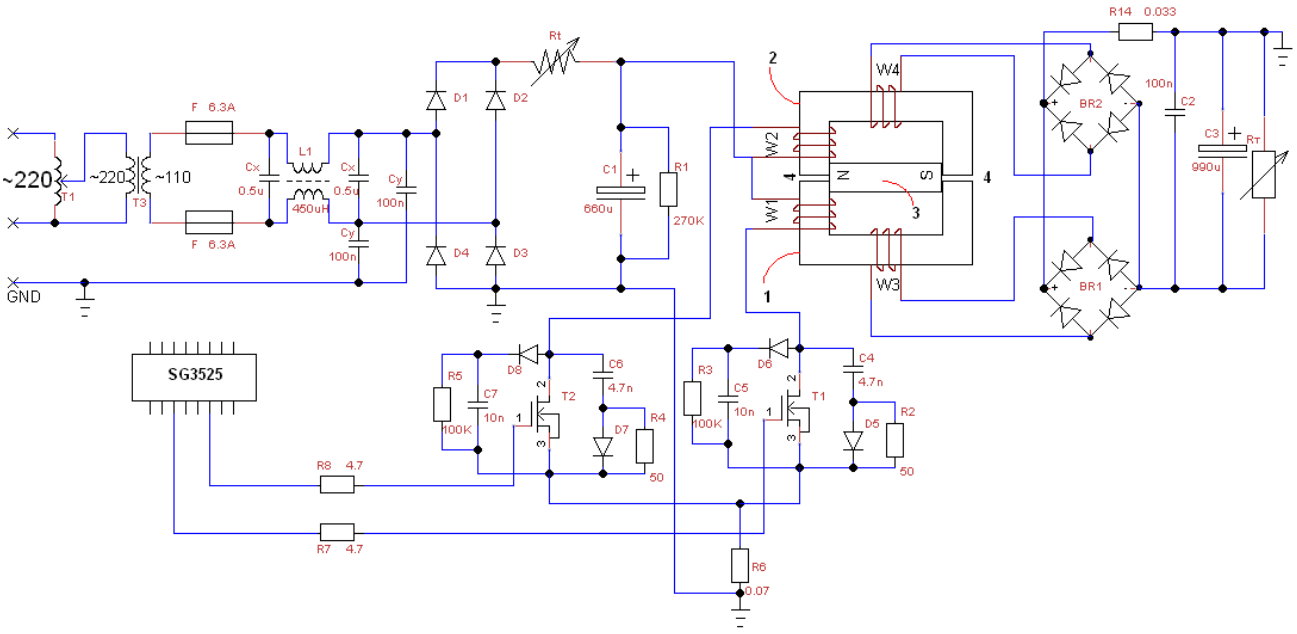


Fig. 1 Experimental setup

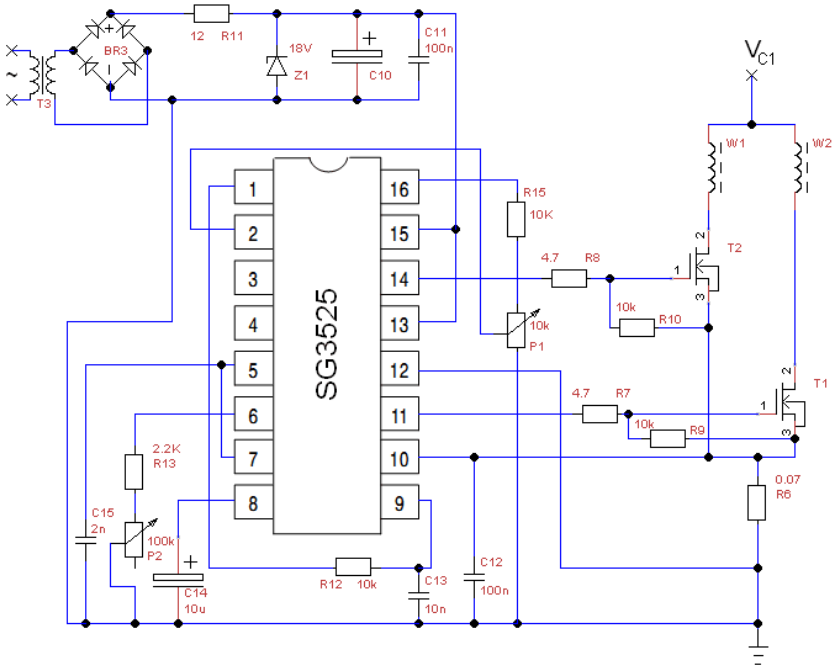


Fig. 2. Control unit of the experimental setup

Measurement results

The results of the experimental study are represented in graphical view. All measurements have been done with only one variable parameter while all others are constants. In order realistic conclusions to be extracted out of this experimental work concerning the influence of the integrated permanent magnet over the work of the pulse transformer like device, all measured parameters has to be compared to those measured in the case without magnet. The influence of magnet orientation will also be investigated. The magnet position when its north pole is located between the control windings as shown on fig.1 is called forward orientation. The opposite case when its south pole is located between the control windings is called reverse orientation.

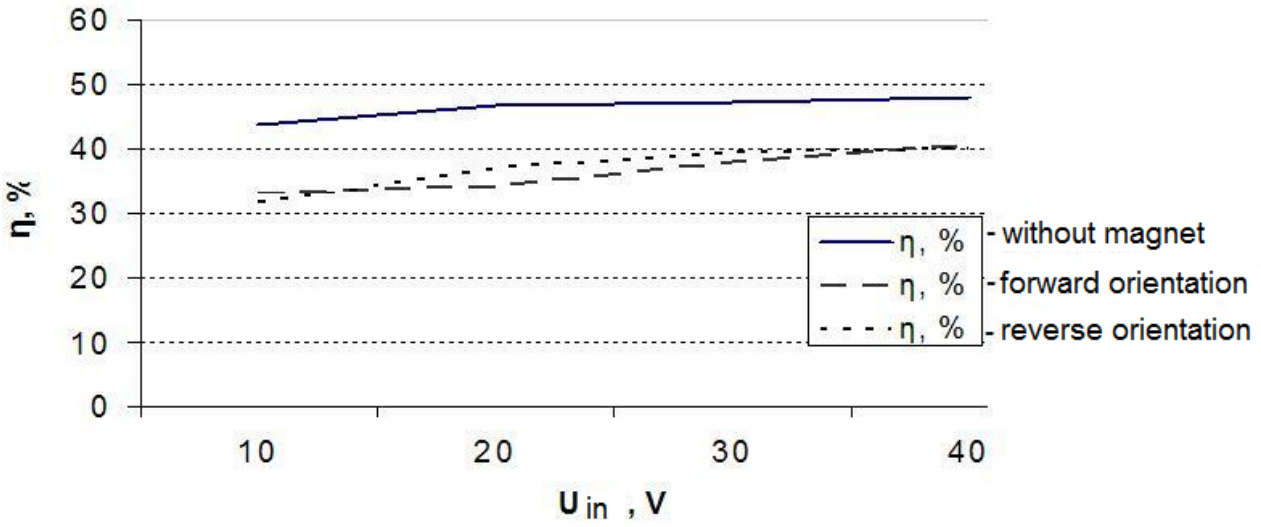


Fig. 3. Device efficiency dependence on input voltage. Constant parameters: frequency f=50kHz, duty δ=0.25, SG3525 voltage U_{IC}=14V, gate resistance Rgs=4.7Ω, output voltage Uout≈1.1Uin with output load resistance R_{load} =200Ω.

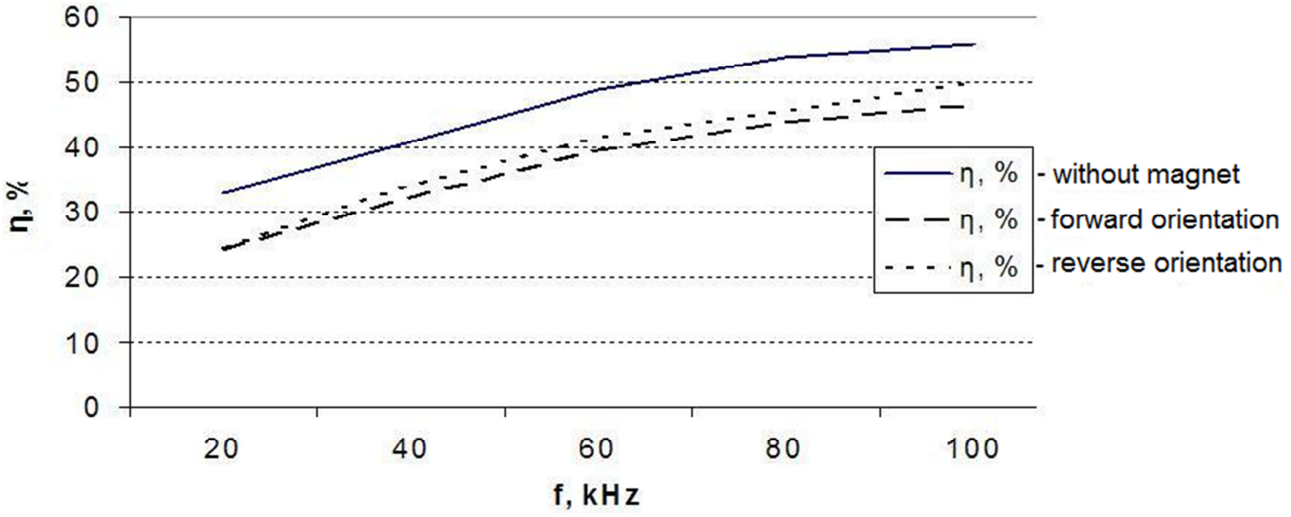


Fig. 4. Device efficiency dependence on switching frequency. Constant parameters: input voltage U_{IN}=20V, duty δ=0.25, SG3525 voltage U_{IC}=14V, gate resistance Rgs=4.7Ω, output voltage Uout≈1.1Uin with output load resistance R_{load} =200Ω.

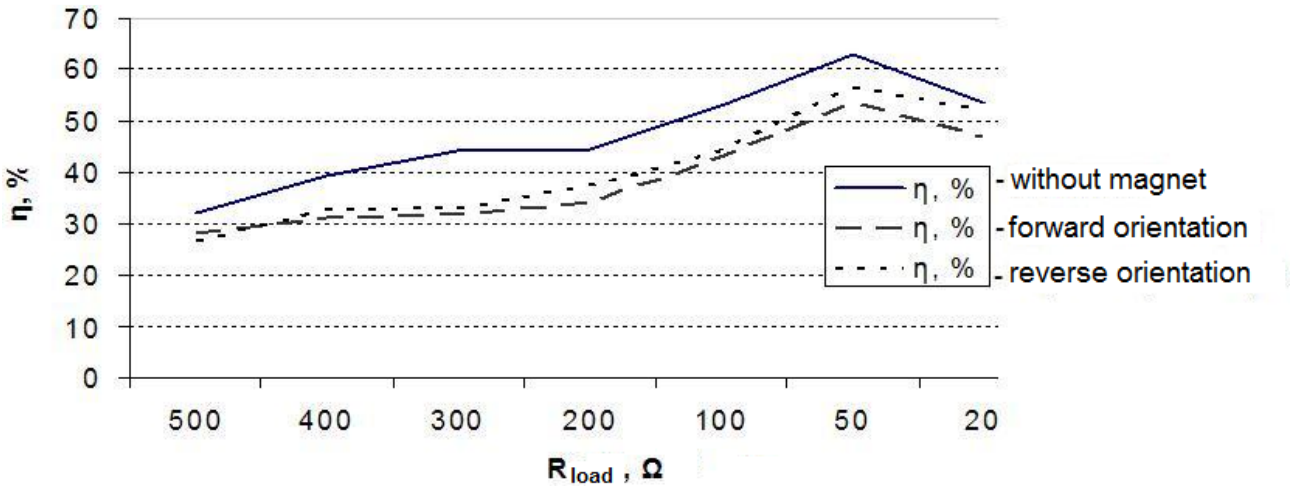


Fig. 5. Device efficiency dependence on output load resistance. The threshold output resistance value over which the output voltage becomes higher than the input one is around 190 Ω. Constant parameters: input voltage U_{IN}=20V, frequency f=50kHz, duty δ=0.25, SG3525 voltage U_{IC}=14V, gate resistance Rgs=4.7Ω.

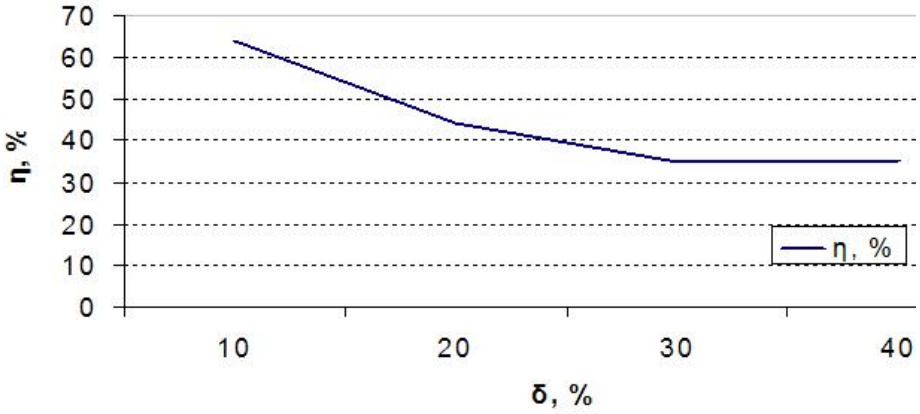


Fig.6 Device efficiency dependence on the duty factor which is proportional to the time of switched on transistor divided to the switching period represented in percent. Constant parameters: input voltage U_{IN}=20V, frequency f=50kHz, SG3525 voltage U_{IC}=14V, gate resistance Rgs=4.7Ω, output voltage Uout≈1.1Uin with output load resistance R_{load} =200Ω.

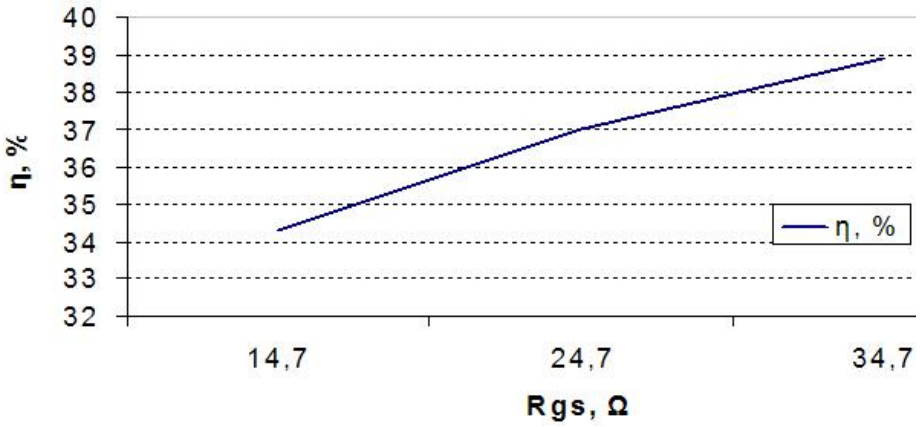


Fig.7 Device efficiency dependence on gate resistance. Constant parameters: input voltage U_{IN}=20V, frequency f=50kHz, duty δ=0.25, SG3525 voltage U_{IC}=14V, output voltage Uout≈1.1Uin with output load resistance R_{load} =200Ω.

The experimental results clearly point that the efficiency of the model is low and it varies a lot with different parameters values. The aim of the device modeling in our case is creation of an exact copy as described in the patents with the purpose of verification of the claimed results and the influence of the magnet incorporated in the structure [1, 2, 4, 5]. The main conclusion is that the higher the input voltage, switching frequency and load resistance, the higher the efficiency and the lower the duty factor, the higher the efficiency. The overall efficiency doesn't depend on the transistor's switch-on time.

The experimental results comparison clearly point that the device model has lower efficiency in the case with integrated permanent magnet than the case without it, fig. 3,4 and 5. It could be concluded that the permanent magnet integrated in such a way in the device model doesn't help its work but stands on the way and leads to lower efficiency.

Measurements have been done with three different strength magnets which are not displayed in here. The results point that the higher the magnet strength the lower the efficiency.

CONCLUSIONS

The experimental results clearly show that the direct way of control investigated with the help of a model designed based on patent descriptions, is not a working one and cannot contribute to higher efficiency. The strength of the magnet manifests in a non-ancillary manner and leads to about 25% lower efficiency than the case without it. The fact that the permanent magnet force manifests even negatively is prove that it could do work anyway and there should be an appropriate arrangement under which it could manifest in a helpful positive manner. The arrangement of the right conditions seems to be possible with the indirect way of control of magnetic field, which allows for partial separation between the input and output main magnetic circuits and for more flexible design process. The indirect method theoretically has a potential which should be verified experimentally in future research. The experimental setup should be slightly rearranged in order to be able to be used for indirect models experiments. There are many designs of such magnetic switch devices which brings the necessity of creation of simple algorithm for preliminary model effectiveness evaluation. The preliminary fast evaluation could considerably accelerate the design process.

To summarize, this practical investigation of the direct way of control of permanent magnet field, based on model created in a way explained in patent claiming achieved useful results, showed no any evidence this method to be a working one. Many patent holders omit important details concerning the design and work of their devices with the clear aim no one else to be able to recreate them. Although the expected negative results which have been obtained in this case, theoretically the indirect way of control of magnetic flux seems to have potential and under some special design conditions it seems to be possible a working model to be created. The investigation of the indirect way is mater of future research.

REFERENCES

[1] Flynn,C.J., Methods for controlling the path of magnetic flux from a permanent magnet and devices incorporating the same. US Patent No: US 6,246,561 B1, 2001.
[2] Patrick, S., T. Bearden, J. Hayes, K. Moore, J. Kenny. Motionless electromagnetic generator. US Patent No: US 6,362,718, 2002.
[3] Moskowitz, L. Permanent Magnet Design and Application Handbook. Krieger Publishing Company 1995.
[4] Willis, R. Electrical Generator. US Patent App. WO 2009 065219(A1), 2009.
[5] Gunderson, G., Solid-State Electric Generator. US Patent App. 2006/0163971 A1, 2006.
[6] Rauck, R., Magnetic Flux Density Revision.
[7] Udov, D., A. Dimitrov, Handbook for Design of power supplies. Ongal, Varna, Bulagria, 2009.
[8] Brown, M., Power Sources and Supplies, Technica, Sofia, Bulgaria 1997.
[9] Brown, M., Power Sources and Supplies - World Class Designs, Elsevier, 2008.

[10] Lenk,R., Practical Design of Power Supplies, John Wiley, 2005.

Contact information:
Ventsislav Keseev
Department of Telecommunications
„Angel Kanchev" University of Ruse
Tel.: 082-888 831
E-mail: vkeseev@uni-ruse.bg

The present document has been produced with the financial assistance of the European Social Fund under Operational Programme "Human Resources Development". The contents of this document are the sole responsibility of the "Angel Kanchev" University of Ruse and can under no circumstances be regarded as reflecting the position of the European Union or the Ministry of Education and Science of Republic of Bulgaria.

Project № BG051PO001-3.3.06-0008 "Supporting Academic Development of Scientific Personnel in Engineering and Information Science and Technologies".

ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА БРОЯ И ОСТАТЪЧНАТА ЕНЕРГИЯ НА СЕНЗОРИТЕ ВЪРХУ ТОЧНОСТТА НА ЛОКАЛИЗИРАЩИТЕ МЕТОДИ В БСМ

Иванка Цветкова
Русенски университет „Ангел Кънчев”

A STUDY ON THE IMPACT OF THE SENSORS DENSITY AND THEIR REMAINING ENERGY ON THE ACCURACY OF THE LOCALIZATION METHODS USED IN WSN

Ivanka Tsvetkova
„Angel Kanchev” University of Ruse

Abstract: This paper presents a simulation study on the impact of the sensors density and their remaining energy on the accuracy and the efficiency of four different localization methods for wireless sensor networks (WSNs). The Introduction section of the paper presents the WSNs, their main parameters and the need for localization of the sensor nodes. The next section of the paper presents three widely known localization methods and the conceptual idea behind a new fourth localization algorithm. The paper continues with a description of the simulation models, which are used for evaluation of the localization methods and the results of the conducted experiments. The paper is then completed by the conclusion section, followed by the acknowledgment and references sections.
Keywords: Wireless Sensor Networks, Localization Methods, Density of Sensor Nodes.

INTRODUCTION

Wireless sensor networks (WSN) are new generation of the wireless networks, which are used for many different applications – military purposes, remote control of different devices, intelligent housing, medical experiments, etc. [10]. These networks consist of large number of tiny devices, which are usually limited in their hardware resources. Many of the location based applications of the WSNs requires precise information about the position of the sensor nodes in the network [1]. Determining the position of the nodes in a WSN is also known as localization in WSN. Localization plays a major role for data packet routing [3, 7], collaborative information and signal processing [4] and other vital network tasks. Knowledge of the location of a given node in the network can also reduce the size of the data packets, which are transmitted to and from it, as the information about the position of the device can simply be replaced by its ID. The sensor nodes are suffering from many limitations, like lack of computational resources, high power consumption and restricted memory capacities, which are to be considered during localization in a WSN. Because of the usually huge number of devices in the WSNs, it is impossible to precisely position all of them.

The small size, the limited computation power and the restricted battery energy exclude the use of GPS by all nodes [11]. In many localization techniques some of the sensors are assumed to have predetermined coordinates [8]. These devices are used as reference sensors [5] and help for the localization the other nodes in the network. These devices are usually placed manually or have technological means for precise determination of their coordinates [4]. The number of the reference sensors required for localization of the WSN nodes depends on the localization method, but should be kept small in order to reduce the complexity of the algorithms and the energy consumption.

ANALYSIS OF THE METHODS FOR LOCALIZATION IN WSN

In order to evaluate the proposed method for localization it is compared with three different methods. The first one is general multilateration, where the unknown sensor uses multilateration and all references to estimate its location and this estimation is done only once [9]. In this paper this method is called A1. The second one also uses multilateration

and all references but in this case the estimation is refined [6]. In this paper this method is called A2. In the last method a subnet of references is used by the devices for location estimation [2]. In this paper this method is called A3. Those widely known approaches are compared with a new one, which is called method with choice of subnet of references (MCSR).

When the sensor with unknown coordinates uses MCSR it chooses only these references with which it can estimate the most accurate position. By doing this it eliminates the sensors with high error. MCSR uses improved algorithm for reference selection. In this case the smallest numbers of references are used to achieve higher accuracy. The other difference in this method is the termination approach, which is used to stop sending messages for "location request". MCSR consists of four phases: initialization, initial position estimation, refined position estimation and update of the position. The main functions of those phases are:

Initialization
if (final=true) **then** exit
send "location request"
receive "location respond" from the neighbors
if (those neighbors are smaller than three) **then** exit

Initial position estimation
choose subnet from the references
measure the distance to those references
estimate the initial position

Refined position estimation
for (j=1 to the number of references)
estimate the error
if (this error is bigger than certain value) **then** (enhancement=true); break
if (enhancement=true)
for (j=1 to the number of references in the subnet)
estimate the error
if (this error is bigger than certain value) **then** remove the reference r_j
estimate the refined position like it is shown in the previous step
else
keep the previous position

Update of the position
compute the position's degree of accuracy
if (the new degree of accuracy is better than the one from the previous iteration)
accept the new estimated position
if (the position is accepted) *and* (its degree of accuracy is less than the accuracy target) **then** (this position is a final one and stop sending "location request" messages)

In the first phase, the sensor collects information from nearby references. In the second phase, the sensor selects a subset of references to estimate its initial position. In the third phase, the sensor checks the possibility of improving the current position. In the final phase, the sensor decides to accept this position or not, and if the accepted position should be considered as a final estimate. This approach provides two types of optimization. Firstly, the sensor increases the number of participating references till it reaches a certain level of accuracy based on the location error. Secondly, the sensor eliminates irrelevant references, based on the distance error, which could bias the estimated location toward incorrect references.

SIMULATION INVESTIGATION OF THE LOCALIZATION METHODS IN WSN

The investigation of the methods is done with created in NS2 simulation models. Sensor nodes are with random deployment. The deployment area is 200 m × 200 m. All sensors have a limited transmission range of 50 m. At each experiment the simulation was run 100 times and at each run sensors were redistributed randomly in different places. However, to simulate noise, each measured distance was disturbed by a normal random variant with the following settings: a mean of 0.1% of the measured distance and a standard deviation of 1% of the measured distance.

In order to investigate the influence of the sensors density first the number of nodes with known coordinates is fixed, while the number of devices with unknown location is changed. Then the number of sensors with unknown coordinates is fixed and the number of sensors with known location is changed.

The first experiment is done with 12 references and 64 unknown sensors. The results from the conducted experiments are shown in fig. 1, where the mean error is shown in function of the time of the simulations and with blue is shown A1, with red – A2, with black – A3 and with cyan MCSR.

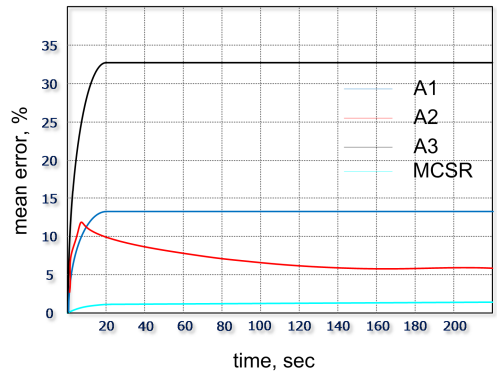


Fig. 1. Mean error in time of the simulation

The second one is with 12 references and 96 unknown sensors. The results from the conducted experiments are shown in fig. 2, where the same color are used to present the methods. These colors are used in all figures to represent the different methods.

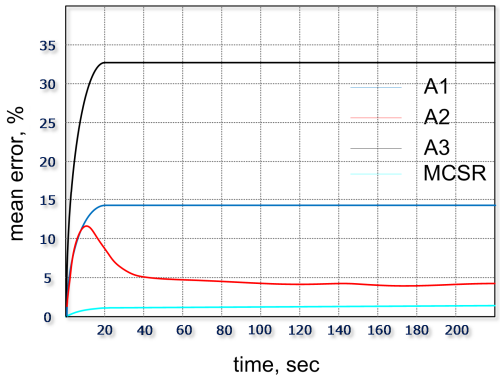


Fig. 2. Mean error when the number of references is constant

The next one is with 12 references and 160 unknowns. The results from the conducted experiments are shown in fig. 3.

When it is compared the results from first, second and third experiment (shown in fig. 1, fig. 2 and fig. 3) it is shown that A2 has a little higher accuracy when the number of sensor increase. In the last case the mean number of used references is 37.5 when the number of unknown is 160. When such a high number of references are used the computational and communication cost increase also. These results are shown the disadvantages of using elimination criterion and the impact of using criterion for choice, which can help to choose the smaller number of references, which can achieve better accuracy in location estimation. When the density of the unknown sensors is different MCSR has higher accuracy than the other methods, because it has improved algorithm for the choice of the subnet of references. MCSR use mean number of references less than 3.5 nodes.

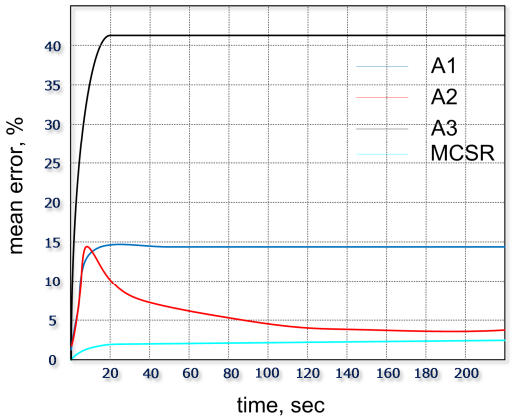


Fig. 3. Mean error when the number of unknown sensor is 160

The next experiment is done with 16 references and 64 unknown sensors. The results from the conducted experiments are shown in fig. 4.

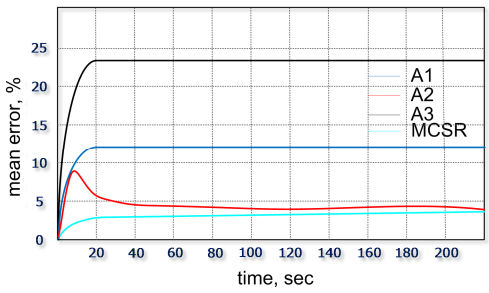


Fig. 4. Mean error when the number of unknown sensors is constant

The last experiment is done with 20 references and 64 unknown sensors. The results from the conducted experiments are shown in fig. 5.

When the results from fig. 1, fig. 4 and fig. 5 are compared, it is seen than when the density of the references increased, the accuracy of all methods also increases.

In this case MCSR has the better accuracy than the other methods.

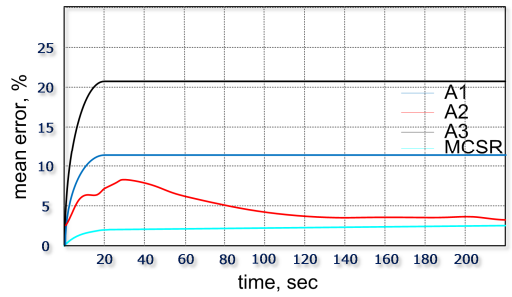


Fig. 5. Mean error when the number of references is 20

When the number of references increase the mean number of used references of MCSR decrease. This is caused from the improved method of choice of the references in the subnet, which leads to more sensors with known location, which leads to more nodes with high degree of accuracy, which helps to the sensor with unknown location to choose smaller subnet of references.

The comparison between the methods when the density of the unknown sensor is different is shown in table 1, while the comparison between the methods when the density of the references is different is shown in table 2. In both tables B is the number of references and U is the number of unknown sensors. In all cases the mean number of the used references of MCSR is smaller than A1 and A2 and close to A3.

In the beginning of the simulations every sensor nodes have 2.0 Joules. In fig. 6 it is shown the remaining energy of the methods in time of the simulations, when only the cost of communication for the localization is taken for consuming energy process.

The difference in energy between MCSR and A2 will be much more if it is considered that the computation process also consumes energy. This will be true, because MCSR uses a smaller number of references in localization than A2. The bigger number of references is, the more complicated is the algorithm, which is used in localization and the consumed energy is also increases.

Table 1

Different density of the UDensity of B

Density of U	**12**		**12**		**12**	
	64		**96**		**160**	
Methods	**Mean error**	**Mean number of *B***	**Mean error**	**Mean number of *B***	**Mean error**	**Mean number of *B***
MCSR	1,75	3,4	1,76	3,35	2,5	3,5
A1	13,8	5,5	14	7	14	35
A2	7,4	13,8	6,8	15	6,6	37,5
A3	32,5	3	32	3	41	3

Table 2

Different density of the B

Density of B	**12**		**16**		**20**	
Density of U	**64**		**64**		**64**	
Methods	**Mean error**	**Mean number of *B***	**Mean error**	**Mean number of *B***	**Mean error**	**Mean number of *B***
MCSR	1,75	3,4	2,6	3,3	2,5	3,3
A1	13,8	5,5	12	6	11	4,2
A2	7,4	13,8	6	12	5,8	8,2
A3	32,5	3	24	3	21	3

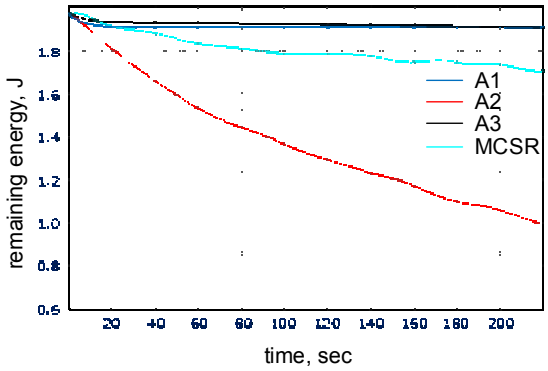


Fig. 6. The remaining energy

The A1 and A3 have more remaining energy than the others, because in these methods the unknown sensor nodes are estimated only once their location. But both have smaller accuracy than MCSR.

CONCLUSION

In this paper a new localization method is proposed. It is called MCSR and it is compared with three widely known methods for localization in WSN. They are evaluated according the accuracy of the localization. The comparison is conducted with different density of the unknown and reference sensors. Then these methods are evaluated according the remaining energy in the sensor nodes. In all experiments MCSR has better accuracy and uses less energy than A2. A1 and A3 have more remaining energy, which is expected, because they estimate only once the location of the sensors, but those methods have smaller accuracy. When the accuracy needs to be high and the energy need to be saved, the proposed MCSR method provides better results. The proposed method always uses a mean number of references close to three to provide high accuracy of the localization. MCSR is suitable for WSN, especially with the small usage of energy, which is very desirable for the limited resources of the sensor nodes.

In the future MCSR needs to be more investigated in different experiments under different conditions. Also it should be implemented in real WSN.

REFERENCES

[1] Cheng, K.-Y., K.-S. Lui, V. Tam, HyBloc: Localization in Sensor Networks with Adverse Anchor Placement, Sensors 9, № 1, 2009, pp. 253-280.

[2] Cheng, K. Y., V. Tam, K. S. Lui, Improving aps with anchor selection in anisotropic sensor networks, in Proceedings of the Joint International Conference on Autonomic and Autonomous Systems and International Conference on Networking and Services – ICAS-ICNS '05, 2005, pp. 49-54.

[3] De, S., C. Qiao, and H. Wu, Meshed multipath routing with selective forwarding: an efficient strategy in wireless sensor networks, Computer Networks, vol. 43, 2003, pp.481 – 497.

[4] Kotwal , S.B., R. Abrol, S. Nigam, S. Verma, G.S. Tomar, Analysis of One Anchor RSSI and AoA Based Iterative Localization Algorithm for Wireless Sensor Networks, IJSSST, Vol. 11, № 2, 2010, pp. 35-41.

[5] Lieckfeldt, D., J. You, D. Timmermann, Distributed selection of references for localization in wireless sensor networks, WPNC, 2008, pp. 31-36.

[6] Munoz, D., F. Bouchereau, C. Vargas, R. Enriquez-Caldera, Position Location Techniques and Applications, Elsevier Inc., 2009, ISBN 13: 978-0-12-374353-4.

[7] Pal, A., Localization Algorithms in Wireless Sensor Networks: Current Approaches and Future Challenges, Network Protocols and Algorithms, Vol. 2, № 1, 2010, ISSN 1943-3581.

[8] Rezazadeh, J., M. Moradi, A. S. Ismail, Fundamental Metrics for Wireless Sensor Networks localization, International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE), Vol.2, № 4, 2012, pp. 452-455, ISSN: 2088-8708.

[9] Savvides, A., H. Park, and M. B. Srivastava, The n-hop multilateration primitive for node localization problems, Mobile Networks and Applications, Vol. 8, № 4, 2003, pp. 443-451.

[10] Wang, J., R. K. Ghosh, and S. K. Das, A survey on sensor localization, vol. 8, № 14, 2010, pp. 2-11.

[11] Wang, L., Q. Xu, GPS-Free Localization Algorithm for Wireless Sensor Networks, Sensors, vol. 10, № 6, 2010, pp. 5899-5926.

Contact information:
Ivanka Tsvetkova, PhD
Department of Telecommunications
„Angel Kanchev" University of Ruse
Tel.: 082-888 831
E-mail: itsvetkova@uni-ruse.bg

The present document has been produced with the financial assistance of the European Social Fund under Operational Programme "Human Resources Development". The contents of this document are the sole responsibility of the "Angel Kanchev" University of Ruse and can under no circumstances be regarded as reflecting the position of the European Union or the Ministry of Education and Science of Republic of Bulgaria.

Project № BG051PO001-3.3.06-0008 "Supporting Academic Development of Scientific Personnel in Engineering and Information Science and Technologies".

СТРУКТУРА НА РАБОТНИТЕ ПАКЕТИ И АЛГОРИТЪМ НА ДЕЙ-НОСТИТЕ ПО РЕАЛИЗАЦИЯТА НА ФОТОВОЛТАИЧНИ ПРОЕКТИ В БЪЛГАРИЯ

Лилия Илиева
Русенски университет „Ангел Кънчев”

A WORK BREAKDOWN STRUCTURE AND AN ALGORITHM FOR IMPLEMENTATION OF PHOTOVOLTAIC PROJECTS IN BULGARIA

Ilieva Liliya
„Angel Kanchev” University of Ruse

Abstract: In view of the expected steady growth of renewable energy technologies in the power sector of the EU member-countries and the significant development potential of solar photovoltaics (PV) in Europe and in Bulgaria, introduction of tools is needed to facilitate investment analysis and evaluation as well as preparation, planning and implementation of PV projects. The work breakdown structure (WBS) of PV projects in Bulgaria has been developed in this paper and the activities required to accomplish the project objective are briefly outlined with particular stress on time, costs and resources needed to complete the PV project tasks. An algorithm which schematically displays the sequence of works for implementation of PV projects in Bulgaria is also proposed. This algorithm is applicable to all PV system categories regardless of their type, installed capacity and use of produced electricity. The tools presented below aid local investors in time, cost, resource and risk planning and management and enable more accurate determination of the indicators for PV project profitability and financial feasibility.
Keywords: RES, photovoltaic projects, work breakdown structure, algorithm, project planning, project management.

INTRODUCTION

Renewable energy sources (RES) are deemed by the EU member-countries as a key factor in the transition towards a competitive low carbon economy with a secure and sustainable energy system [1, 7]. Europe has therefore committed to increasing the RES share in final energy consumption to at least 27% by 2030. Meeting the above target requires that the power sector contribute by a RES share of 45% [7].

In view of the projected depletion of conventional energy sources, the adverse effects of climate change and the rapidly escalating environmental problems numerous experts are confident that photovoltaics (PVS), amongst the other RES, have significant development potential as they utilize as fuel the free and essentially infinite sunlight. There are many arguments supporting the claims that such systems are very much suitable for the European as well as the Bulgarian market. PVS are used in a great variety of applications and sizes; their installation is possible at nearly any geographic location; they operate under different climatic conditions and environment and have no viable alternative for certain uses. Furthermore, PVS are becoming increasingly competitive due to the recent rapid drop of system prices, improved module efficiency and system performance, extended operational life of photovoltaic (PV) technologies and relatively low operation and maintenance costs.

Bulgaria experienced rapid PV market development in the period 2009 – 2012 when slightly over 1MWp solar PV capacities were connected to the grid (99% of the country’s cumulative installed capacity) [4]. The increased investors’ attention in the last few years was for the most part generated by the favorable RES legislation and incentives. Nevertheless, investors experience difficulties while implementing their PV projects due to insufficient knowledge of the numerous applicable regulations and normative acts, underestimation of project duration or inadequate resource and financial planning of project tasks.

Consequently, schedule delays are caused, additional costs are incurred, the overall project financial indicators are adversely affected and some project initiatives are after all compromised. **The objective of this work** is to develop a work breakdown structure for implementation of PV projects in Bulgaria and to create an algorithm detailing the sequence and relationships between the various project activities, thus aiding entrepreneurs in their investment analysis and evaluation as well as in schedule, cost and resource planning and management.

A WORK BREAKDOWN STRUCTURE FOR IMPLEMENTATION OF PV PROJECTS IN BULGARIA

Further to a technical feasibility assessment, project analysis and planning phases call for a detailed presentation of the intended PV venture as a hierarchical sequence of works required to accomplish the project objective. The accurate identification and arrangement of project activities and tasks is provided through the **work breakdown structure (WBS)** which subdivides and organizes project work into smaller, more manageable components grouped together in terms of technological, organizational, administrative or legal principle [3, 20]. Building an accurate WBS is a key to effective project planning as it provides the framework for schedule development, cost estimation, planning of project funding, risk identification, responsibility assignments and communication planning. The WBS is also essential for successful project coordination, monitoring and control.

Developing a WBS and gaining a broad understanding of all works, activities and tasks involved in PV project implementation is a critical factor to timely and cost-efficient project completion as PVS construction and receipt of all required approvals is, at times, a rather long and complicated process involving coordination of numerous activities, undergoing compliance procedures and endorsements by various authorities as well as observing a diverse number of laws and regulations [10]. PV project implementation can generally be decomposed to the work packages shown on Fig. 1 and briefly described below. Nevertheless, it should be noted that not all PV projects go through every identified work package. The nature and sequence of project activities are determined by the PVS type and its installed capacity, the construction site and the use of produced electricity (sale or self-consumption). Only activities that require time and/or utilization of resources (i.e. human, financial, material) are discussed.

WBS	Task Name
0.	**Photovoltaic Project**
1.	**Property search and selection of a site for PVS construction (land/roof/parking/building, etc.)**
1.1.	Review of property adverts and other sources of information
1.2.	Property viewings
1.3.	Analysis of the conditions of sale/use/construction and the land status – agricultural land category and scope of potentially affected protected areas
2.	**Tax assessment and acquisition of property ownership/establishment of real rights over the construction site of the PVS and transmission and connection equipment (right to construct on third party land)**
2.1.	Property encumbrance check
2.2.	Obtaining tax assessment, a property sketch and other documents
2.3.	Conveyancing completion
3.	**Preparation or change of the detailed development plan (DDP) of the PVS site**
3.1.	Preparation of required documentation and submission of an application
3.2.	Obtaining an endorsement for elaboration or change of the DDP
3.3.	Design of the DDP proposal
3.4.	Obtaining approvals of the DDP from the specialized control authorities and the utility companies

WBS	Task Name
3.5.	Submission of an application for approval of the DDP proposal
3.6.	Presentation of the DDP proposal to the interested parties
3.7.	Approval of the DDP proposal by the Municipal Expert Council
4.	**Change of agricultural land designation**
4.1.	Preparation of documentation required as per the provisions of the Ordinance on Agricultural Land Categorization
4.2.	Obtaining a land categorization certificate
4.3.	Preparation of files for the construction site and routing of the PVS and its associated infrastructure and submission of an application for plot approval
4.4.	Verification of the information for the PVS construction site and the power lines routing by the competent authority
4.5.	Approval of the DDP proposals for the PVS construction site and the power lines routing
4.6.	Submission of an application for land designation change
4.7.	Obtaining a copy of the resolution for the land designation change
5.	**Assessment of the availability and estimated solar resource potential over the intended PVS construction site**
5.1.	Analysis of information regarding consulting companies and conclusion of contract between the investor and the consultant
5.2.	Assessment of the availability and estimated solar resource potential and preparation of report
5.3.	Analysis of the proposed technological solutions in consideration of the anticipated investment costs, funding and system performance and making a decision
6.	**Determination of the need of an environmental impact assessment (EIA)**
6.1.	Collecting project information required as per the provisions of the Ordinance on the Conditions and Order for Implementing an EIA
6.2.	Notification of the competent authorities and the population concerned regarding the intended project
6.3.	Submission of an application for EIA screening to the competent authority
6.4.	Receipt of a written statement with regard to subsequent EIA proceedings
6.5.	Obtaining a copy of the resolution on the need of an EIA
7.	**Completion of an EIA**
7.1.	Consultations with the competent authorities and interested parties
7.2.	Preparation of a report from the consultations outlining the arguments for accepting or rejecting the relevant comments and/or recommendations
7.3.	Preparation of EIA terms of reference and report
7.4.	Receipt of a positive assessment on the quality of the EIA report from the competent authority
7.5.	Public discussion of the EIA report with the municipalities, districts and/or regions likely to be affected by the project proposal
7.6.	Submission of minutes of public discussion to the competent authority, together with all written statements received
7.7.	Submission of a written statement to the competent authority with regard to the proposals, recommendations, judgements and objections expressed during the public discussion
7.8.	Obtaining a copy of the resolution on the EIA from the competent authority
8.	**Assessment of the investment proposal's likely degree of adverse impact on the affected protected areas**
8.1.	Preparation of documentation and notification of the competent authority

WBS	Task Name
8.2.	Admissibility verification of the investment proposal with regard to the regime of activities and/or the management plan of the affected protected areas and obtaining instructions from the competent authority on the applicable proceedings
8.3	Project approval or assessment of the investment proposal's likely degree of adverse impact on affected protected areas
9.	**Issuance of a CA decision by the competent authority**
9.1.	Compatibility Assessment (CA) of the project with the scope and purposes of the affected protected areas
9.2.	Preparation and submission to the competent authority of a report assessing the project's degree of impact on the protected areas
9.3.	Assessment of the quality of the CA report
9.4.	Public consultations
9.5.	Issuance of a CA decision by the competent authority
10.	**Acquisition of design visa**
10.1.	Preparation of documentation and submission of request for design visa issuance
10.2.	Design visa issuance
11.	**Inspection of the conditions and method for grid connection**
11.1.	Preparation of documentation and submission of an application for inspecting the conditions and method for grid connection to the relevant electricity network operator
11.2.	Receipt of a grid-connection statement
12.	**Conclusion of preliminary contract for grid connection**
12.1.	Submission of an application for conclusion of preliminary grid-connection contract to the relevant electricity network operator
12.2.	Preparation and signature of preliminary grid-connection contract
13.	**Preparation of investment design**
13.1.	Design
13.2.	Conclusion of contract with a construction supervision company
13.3.	Endorsement of the investment design for the grid-connection equipment (power lines and transformer station) by the electricity network operator
13.4.	Endorsement of the design by other authoritues, if needed
13.5.	Obtaining a compliance assessment report by the construction supervision company
14.	**Construction permit issuance**
14.1.	Preparation of documentation and submission of an application to the Chief Architect of the relevant municipality
14.2.	Receipt of construction permit
15.	**Conclusion of final contract for grid connection**
15.1.	Preparation of documentation and submission of an application for conclusion of final grid-connection contract
15.2.	Preparation of the draft contract by the electricity network operator and endorsement of the investment design
15.3.	Approval of the contract content and contract signature
16.	**PVS delivery and construction/installation**
16.1.	System delivery
16.2.	Construction and preparation/signature of acts and protocols during construction
16.3.	Dry-run, commissioning and 72-hr tests
16.4.	Obtaining a final assessment report by the construction supervision company
17.	**Design and construction of the grid-connection infrastructure**
17.1.	Preparation and approval of the detailed design for the grid-connection equipment by and at the expense of the electricity network operator
17.2.	Establishment or transfer of real rights over the construction site

WBS	Task Name
17.3.	Implementation of construction and assembly works for grid connection of the PVS
18.	**PVS grid connection**
18.1.	Obtaining a permit for use of the grid-connection equipment
18.2.	Conclusion of contract for sale of electricity and grid access
18.3.	Verification of compliance with the technical requisites for grid-connection including submission of documents confirming the availability of trained operational personnel for the PVS
18.4.	72-hour testing of the PVS transformers and other grid-connection equipment
18.5.	Submission of documentation to the electricity network operator as per the requirements of Art. 66 of Ordinance No 6 on Connecting Electricity Producers and Consumers to the Electricity Transmission and Distribution Grids
18.6	Grid connection
19.	**Issuance of permit for use**
19.1.	Preparation of documentation, incl. as-built-drawings and submission of an application for issuance of permit for use to the competent authority
19.2.	Appointment of a state acceptance committee
19.3.	Preparation of protocol No 16 for establishing the fitness for use of the construction
19.4.	Obtaining a copy of the permit for use
20.	**Receipt of a license for generation of electricity**
20.1	Preparation of documentation for verification of the applicant's capabilities for electricity generation and for observation of the health & safety and environmental protection standards and submission of a licensing application
20.2	Receipt of a license for generation of electricity from the State Energy and Water Regulatory Commission

Fig. 1. Work Breakdown Structure of PV Projects in Bulgaria

- *Selection of a site for PVS construction (land/roof/parking/building, etc.)* – the duration and use of human and financial resources for the tasks in this activity group vary depending on the availability of a vacant terrain for PVS construction, the property market condition in the desired area and its development trend, the information sources for investment properties and their accessibility, the possibilities for establishment of real rights over the chosen property, the project financing, etc. Furthermore, it should be noted that if the investor's decision is to build a ground-mounted PVS on agricultural land and the generated solar energy is intended for sale, it is imperative that the land category of the chosen construction site be checked. The above is important as the provisions of Art. 23, Para. 3 of the Law on Protection of Agricultural Land amended in 2011 ban construction of PVS on agricultural land from 1st to 4th category unless the produced solar energy is intended for self-consumption [12].

- *Tax assessment and acquisition of property ownership/establishment of real rights over the construction site of the PVS and transmission and connection equipment (right to construct on third party land)* – to reduce the risks of project delays it is recommended that an encumbrance check be carried out on the property before its acquisition. The tasks in this activity group also include tax assessment and preparation of a property sketch. The duration of the work packages depends mainly on the property location and the established administrative timeframes for issuing the required documents.

- *Preparation or change of the detailed development plan (DDP) of the PVS site* – the above procedure is quite long and lumbering and takes at least 3 months if the time for receipt of all required approvals is taken into consideration [9]. The likely duration of this activity group should therefore be accounted for before proceeding to design and construction stages. The DDP proposal has to be adopted by the relevant Municipal Expert

Council upon receipt of all necessary approvals from the electricity system operator, the state authorities specified in the DDP order (the Regional Inspectorate of Environment and Water - RIEW, the Regional Directorate of Agriculture, etc.), and/or others.

- *Change of the designation of agricultural land* – building on agricultural land, inclusive of PVS, is permissible only upon changing the land use. The administrative procedure for this activity group is also a lengthy one and requires receipt of DDP approvals for the construction site and routing of the PVS and its associated infrastructure. The land designation change act is issued within 30 days upon final approval of the site and routes and following payment of the relevant administrative fees [12].

- *Assessment of the availability and estimated solar resource potential over the intended PVS construction site* – the assessment aims to determine the technical and economic feasibility of the PV project, to analyze the financial effectiveness of the relevant technological options for implementation of the system on the particular site and is a step preceding the investment decision-making and design [14]. The implementation of the aforementioned assessment is a requirement set out in Art. 19, Para. 1 of the Energy from Renewable Sources Act (ERSA). The assessment is executed pursuant to the provisions of Ordinance № 16-27/22.01.2008 on the Conditions and Arrangements for Assessing the Availability and Estimated Potential Resource of the Energy from Renewable and/or Alternative Sources. Art. 19, Para. 2 of the ERSA stipulates that the provisions of Art. 19, Para. 1 do not apply to construction and commissioning of green electricity projects, incl. PV, with a total installed capacity of up to 30 kW including such on the roof and facade structures of buildings or on the property to them within urban areas and to renewable power installations with a total installed capacity of up to 1 MW incl. and mounted on the roof and facade structures of buildings used for production and storage purposes or on the property to such buildings in industrial areas [5].

- *Determination of the need of an environmental impact assessment (EIA)* – since PV projects qualify as investment proposals for construction, the need of an EIA for the PVS and the activities involved in the construction of the installation and its associated transmission infrastructure has to be considered during the project planning stage. Art. 93, Para. 1 of the Environmental Protection Act (EPA) provides for an EIA screening of all investment proposals referred to in Annex № 2 to the EPA, incl. the ones associated with the "energy industry" and containing projects for construction, extension and modification of PVS. To initiate the EIA screening procedure the investor shall submit a written application to the competent authority (RIEW or the Ministry of Environment and Water) who within 1 month following receipt of the request shall rule on the need for preparing an EIA [19]. The implementation of PV projects outside protected areas generally does not require an EIA [11].

- *Completion of an EIA.* If the investor has been notified that an EIA has to be carried out, consultations are subsequently organized with the competent authorities and interested parties, an EIA report has to be prepared by registered experts as detailed in Art. 11 of the Ordinance on the Conditions and Order for Implementing an EIA and the quality of the report has to be assessed by the competent authority. In the event of a positive assessment a public discussion of the EIA report is held with the municipalities, districts and/or regions likely to be affected by the project proposal. The competent authority shall rule on the EIA within 45 days of conduct of the public discussion and in consideration of the specific nature and complexity of the investment proposal [6, 19]. It should be noted that the average duration of the EIA process is approx. 11,6 months and the procedure generally takes not less than 5 months [8].

- *Assessment of the investment proposal's likely degree of adverse impact on the affected protected areas* – PV projects falling entirely or partially within the boundaries of NATURA 2000 protected areas shall undergo a compatibility assessment (CA) with the scope and purposes of the protected areas pursuant to the provisions of Art. 31 of the Biological Diversity Act (BDA) [2]. If the investment proposal is a subject to an EIA, the CA may be carried out together/in parallel with the

EIA procedure. If no EIA has been instructed for the project, then the CA shall be implemented in accordance with the provisions of the Ordinance on the Conditions and Order for Carrying out Compatibility Assessment on Plans, Programmes, Projects and Investment Proposals with the Conservation Objectives of the Protected Areas (CA Ordinance). Art. 18, Para. 1 of the CA Ordinance stipulates that unless irregularities have been established, the competent authority shall within 30 days upon receipt of notification for the investment proposal, conclude that there is no likelihood of adverse effects by the project on the protected areas [18].

- *CA of the project with the scope and purposes of the affected protected areas* – if the competent authority reaches the conclusion that the investment proposal is likely to have adverse effects on the protected areas, it requires that a CA report be prepared. Within 30 days from holding public consultations the competent authority shall rule on the CA and shall approve or reject the project in view of its likely implications for the protected areas. It should be noted that implementation of PV projects within NATURA 2000 sites is viewed as a high-risk investment [11] and it is recommended that their financial effectiveness be analyzed by using a higher discount rate.

- *Acquisition of design visa* – the document entitles the developer to start design preparation and to obtain initial design data from the utility companies. The design visa is issued by the chief architect of the municipality within 14 days from filing the relevant request and is valid for 6 months [21].

- *Inspection of the conditions and method for grid connection* – the survey is carried out by the relevant transmission or distribution network operator to whose electricity network the PVS can be connected. The application for inspecting the conditions and method for grid connection should consider the regions for connection and voltage levels indicated in the operator's estimates of annual electricity production capacities that can be provided for connection. Art. 23, Para. 8 of the ERSA stipulates that at the time of filing the application the investor shall deposit a guarantee for participation in the procedure in the amount of BGN 5,000 per megawatt (MW) of capacity applied for connection in favor of the operator of the respective electricity grid. The relevant network operator reviews the applications in the order they are received and with a reasoned opinion rules on the acceptability of each application within 14 days of its submission [5].

Art. 24 and Art. 25 of the ERSA stipulate that the connection procedure as referred to in Art. 23 of the ERSA does not apply to renewable electricity projects, incl. PV:

a. which are with a total installed capacity of up to 30 kW inclusive and rooftop or facade-integrated in grid-connected buildings or ground-mounted in the property to such buildings in urban areas;

b. which are with a total installed capacity of up to 200 kW inclusive and rooftop or facade-integrated in grid-connected buildings for production and storage purposes in urban areas.

c. for which the investor declares at the time of submitting the application for connection that will not make use of the preferences referred to in Art. 31 and Art. 32 of the ERSA (which relate to the feed-in tariff).

The capacity of the above PVS shall not be included in the operator's estimates of annual electricity production capacities that can be provided for connection [5].

- *Conclusion of a preliminary contract for grid connection* between the transmission or distribution network operator and the PVS investor. The preliminary contract shall be prepared within 30 days from submission of the application for connection to the electricity distribution company and within 40 days from receipt of the application by the transmission operator. The preliminary contract aims to reach an agreement on the basic technical parameters of the grid connection procedure and to guarantee the investor the possibility to carry out all administrative procedures required for concluding a final contract. The maximum preliminary contract duration pursuant to Art. 29, Para. 5 of the ERSA is 1 year. Upon conclusion of a preliminary contract for grid connection the investor is obliged to pay the relevant transmission or distribution network operator advance payment in the amount of 50 000 BGN for each megawatt (MW) installed capacity of the intended energy project if the planned installed capacity is higher than

5 MW and in the amount of 25 000 BGN for each MW installed capacity of the system if the planned installed capacity is equal to or less than 5 MW [5]. The aforementioned amounts are considered a part of the connection price which shall ultimately be determined in the final grid-connection contract and aim to restrict phony PV projects.

In accordance with Art. 26, Para. 4 of the ERSA investors in PVS with a total installed capacity of up to 30 kW incl. and rooftop or facade-integrated in grid-connected buildings or ground-mounted in the property to such buildings in urban areas, shall not conclude a preliminary contract for grid-connection. Such investors enter directly into final grid-connection contracts under the conditions laid down in the grid-connection statement issued by the network operator and provided that a building permit has been issued [5].

- *Preparation of investment design* – pursuant to the provisions of Ordinance № 14/ 15.06.2005 on the Technical Regulations and Standards for Design, Construction and Use of Facilities and Equipment for Production, Transformation, Transmission and Distribution of Electricity an investment survey and investment design shall be implemented for PV projects. The investment survey includes feasibility studies, an economic assessment of the intended venture and preparation of design terms of reference [17]. In accordance with Art. 138, Para. 1 of Ordinance № 14 the design of PV projects shall be carried out in two stages – technical and detailed design prepared as per the requirements of Ordinance № 4 of 2001 on the Scope and Content of Investment Projects. The design for the grid-connection equipment (power lines and transformer station) shall be approved by the relevant electricity network operator.

Art. 147, Para. 1, Item 14 of the Spatial Planning Act (SPA) stipulates that no design approval is required for construction permit issuance of PVS with a total installed capacity of up to 30 kW inclusive and mounted on existing buildings in urban areas, i.e. rooftop, facade-integrated PVS or ground-mounted in the private property to such buildings. The investors of the aforementioned projects are obliged to submit statements from a structural and an electrical engineer, as well as drawings, diagrams, calculations and instructions for their implementation [21].

- *Construction permit issuance* – construction permission shall be granted only upon receipt of an approved DDP proposal, a design visa and an approved investment design endorsed by the grid operator and the other relevant authorities depending on the category of construction (for PVS with a total installed capacity of over 30 kW). The owners of rooftop and facade-integrated PVS shall also obtain the written consent for construction of all property co-owners (if any). The building permit shall be issued by the Chief Architect within 7 days from receipt of the written application and upon approval of the investment design (Art. 148, Para. 4 of the SPA) [21].

- *Conclusion of final contract for grid connection* – the contract establishes and regulates the rights and obligations arising between the parties including the payment of the remainder of the grid-connection price (when it is higher than the advance payment amount) and the duration of the contract with the grid operator. Art. 29, Para. 6 of the ERSA stipulates that the duration of the final grid-connection contract shall not exceed the period until commissioning of the PVS and its associated connection infrastructure and shall be no longer than three years if commissioning of the project is implemented in one stage [5].

The relevant transmission or distribution network operator prepares the contract and within 60 days from filing the request for grid connection submits a written notice for conclusion of contract to the PV project investor [16]. Art. 26, Para. 5 of the ERSA stipulates that the draft grid-connection contract for PVS with a total installed capacity of up to 30 kW inclusive and rooftop or facade-integrated in grid-connected buildings or ground-mounted in the property to such buildings in urban areas, shall be submitted within 30 days from filing the request for grid connection [5].

- *PVS delivery and construction/installation* – the duration and costs for the tasks in this activity group vary subject to the PVS type and installed capacity, the selected technology and system configuration, the need for construction of grid-connection infrastructure, power lines, transformer stations etc. and the relevant service activities, the experi-

ence of the contractor responsible for the construction and assembly works and of the construction supervision team, the availability of sufficient and qualified staff for implementation of the tasks, the weather conditions, the terrain characteristics and condition, etc.

- *Design and construction of the grid-connection infrastructure* – the tasks in this activity group include preparation and approval of the detailed design for the grid-connection equipment by and at the expense of the electricity network operator, exchange of technical data with the PV project investor, establishment or transfer of real rights over the site and implementation of the relevant construction and assembly works for grid connection of the PVS. With the conclusion of the final network connection contract RES project investors generally undertake the obligation to execute all grid-connection works [11].

- *PVS grid connection* – connection of the solar PV installation for parallel operation with the electricity network. Art. 65 of Ordinance № 6 on Connecting Electricity Producers and Consumers to the Electricity Transmission and Distribution Grids outlines the three stages of grid connection of energy plants [16].

- *Issuance of permit for use* – PVS falling under 1-3 category of construction are put into operation by virtue of a permit for use issued by the Directorate for National Construction Supervision (DNCS) [21]. Within 7 working days from submission of the permit-for-use application and all other required documentation the DNCS shall appoint a state acceptance committee who shall be responsible for issuance of Protocol 16 for establishing the fitness for use of the construction – a document containing recommendations whether the construction shall be accepted or rejected. Upon consideration of the committee's proposition and within 5 working days from receipt of Protocol 16, the DNCS shall issue (or refuse to issue) a permit for use [15].

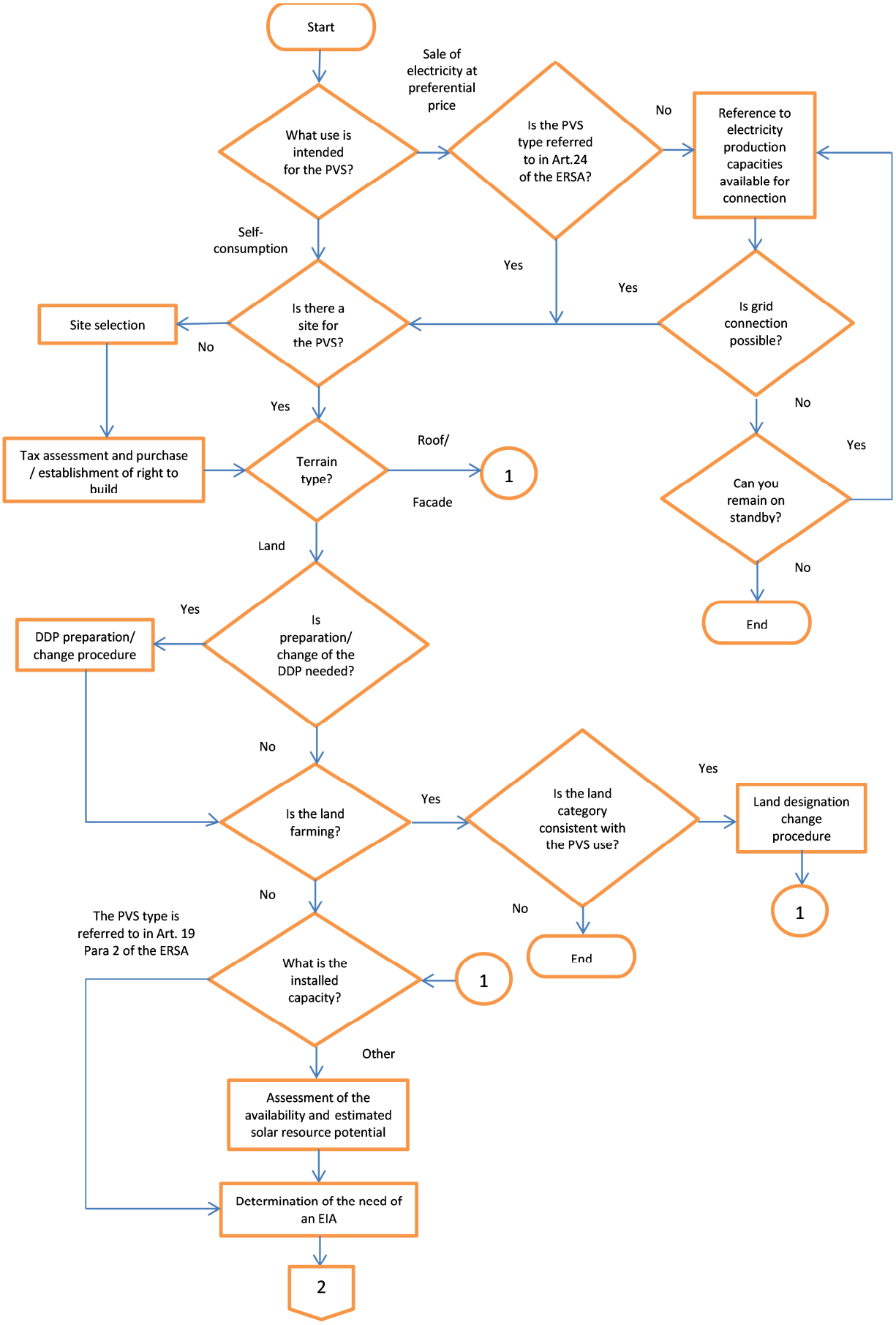
- *Receipt of a license for electricity generation (for PVS with a total installed capacity of over 5 MW)* – the requirements for legal entities who are entitled to a license for electricity generation are set out in Art. 40 of the Energy Act and are mostly related to verification of the applicant's technical and financial capabilities, material and human resources and organizational structure needed for electricity generation and to observation of the health & safety and environmental protection standards. The licensing procedure is outlined and regulated by the provisions of Ordinance № 3/ 21.03.2013 on Licensing Activities in the Energy Sector (OLAES) and is initiated by submitting an application to the State Energy and Water Regulatory Commission (SEWRC) containing detailed information regarding the energy plant and its investor, as well as numerous other documents. The SEWRC shall issue a license within 3 months from receipt of the application or from correction of any inconsistencies found [13].

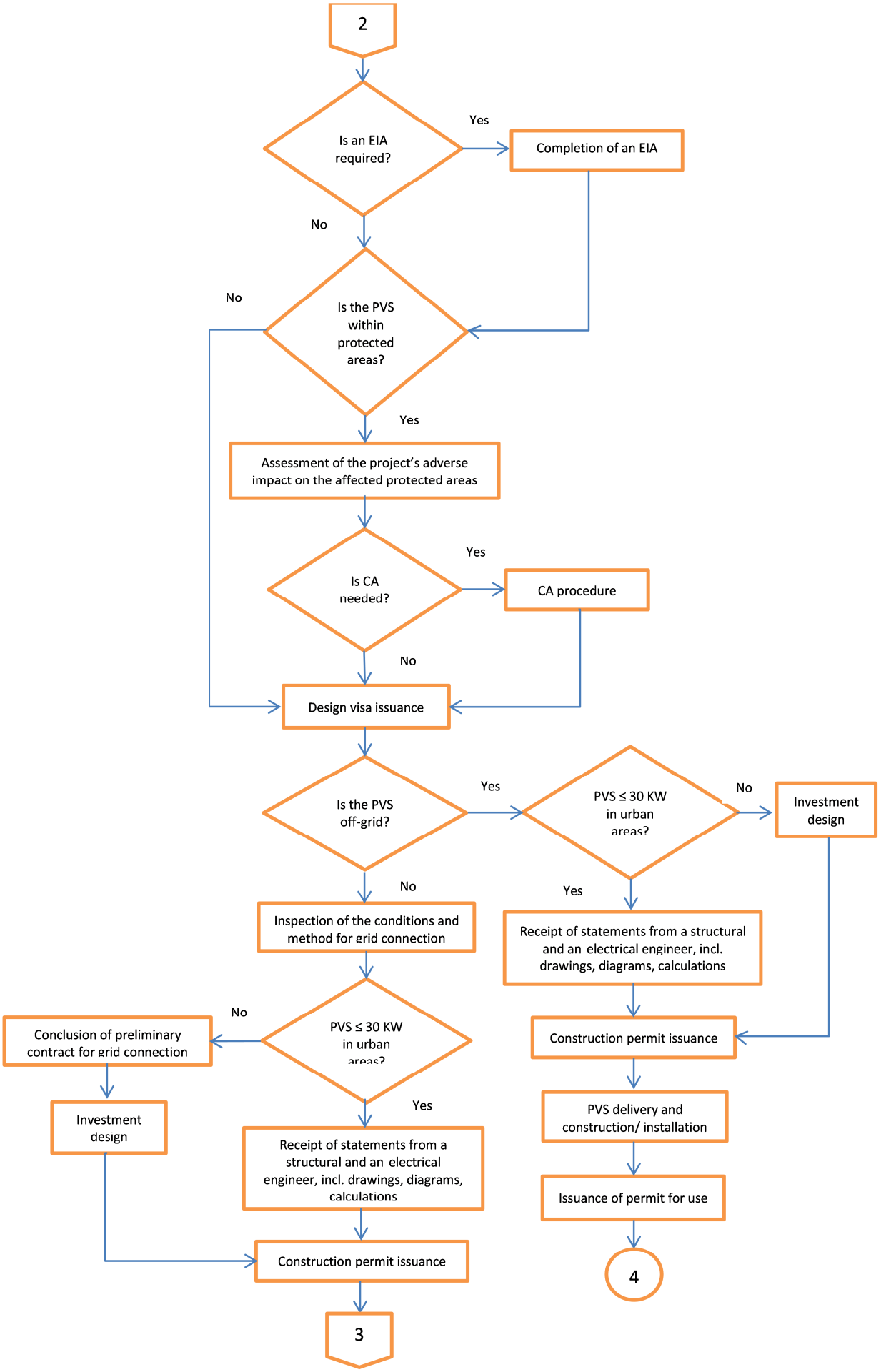
It should be noted that a license for electricity generation may also be obtained prior to the PVS construction. The proceeding is similar to the general licensing procedure and yet there are differences due to the lack of a fully operational energy plant and the need to submit projected data. Obtaining a license prior to the PVS construction is not by itself sufficient to start electricity generation when a permit for use has been received. To commence exercising the licensed activity the investor shall further submit to the SEWRC additional documents which the Commission will review within one month from their receipt and will authorize operation [13].

Having finalized the last activity of PV project implementation, the investor is entitled to operate its generating capacities while observing the technical requirements for operation of power equipment and installations. The identification of the final task for the project execution is crucial for the assessment of the venture's profitability as its completion serves as a timestamp between the end of the investment outlay period (whenever the project is carried out in one stage) and the moment from which the power producer is able to consume or sell the generated solar electricity.

AN ALGORITHM OF ACTIVITIES FOR IMPLEMENTATION OF PV PROJECTS IN BULGARIA

The next step in PV project planning involves organization of the project work packages in their logical sequence and establishment of the relationships and dependencies among the various project tasks.


Start
What use is intended for the PVS?
Sale of electricity at preferential price
Is the PVS type referred to in Art.24 of the ERSA?
No
Reference to electricity production capacities available for connection
Self-consumption
Yes
Yes
Is there a site for the PVS?
Site selection
No
Is grid connection possible?
No
Yes
Tax assessment and purchase / establishment of right to build
Terrain type?
Roof/
Facade
1
Can you remain on standby?
Yes
No
End
Land
Yes
DDP preparation/ change procedure
Is preparation/ change of the DDP needed?
No
Is the land farming?
Yes
Is the land category consistent with the PVS use?
Yes
Land designation change procedure
1
No
End
No
The PVS type is referred to in Art. 19 Para 2 of the ERSA
What is the installed capacity?
1
Other
Assessment of the availability and estimated solar resource potential
Determination of the need of an EIA
2


2
Is an EIA required?
Yes
Completion of an EIA
No
Is the PVS within protected areas?
No
Yes
Assessment of the project's adverse impact on the affected protected areas
Is CA needed?
Yes
CA procedure
No
Design visa issuance
Is the PVS off-grid?
Yes
PVS ≤ 30 KW in urban areas?
No
Investment design
No
Yes
Inspection of the conditions and method for grid connection
Receipt of statements from a structural and an electrical engineer, incl. drawings, diagrams, calculations
PVS ≤ 30 KW in urban areas?
No
Conclusion of preliminary contract for grid connection
Construction permit issuance
Investment design
Yes
PVS delivery and construction/ installation
Receipt of statements from a structural and an electrical engineer, incl. drawings, diagrams, calculations
Issuance of permit for use
Construction permit issuance
4
3

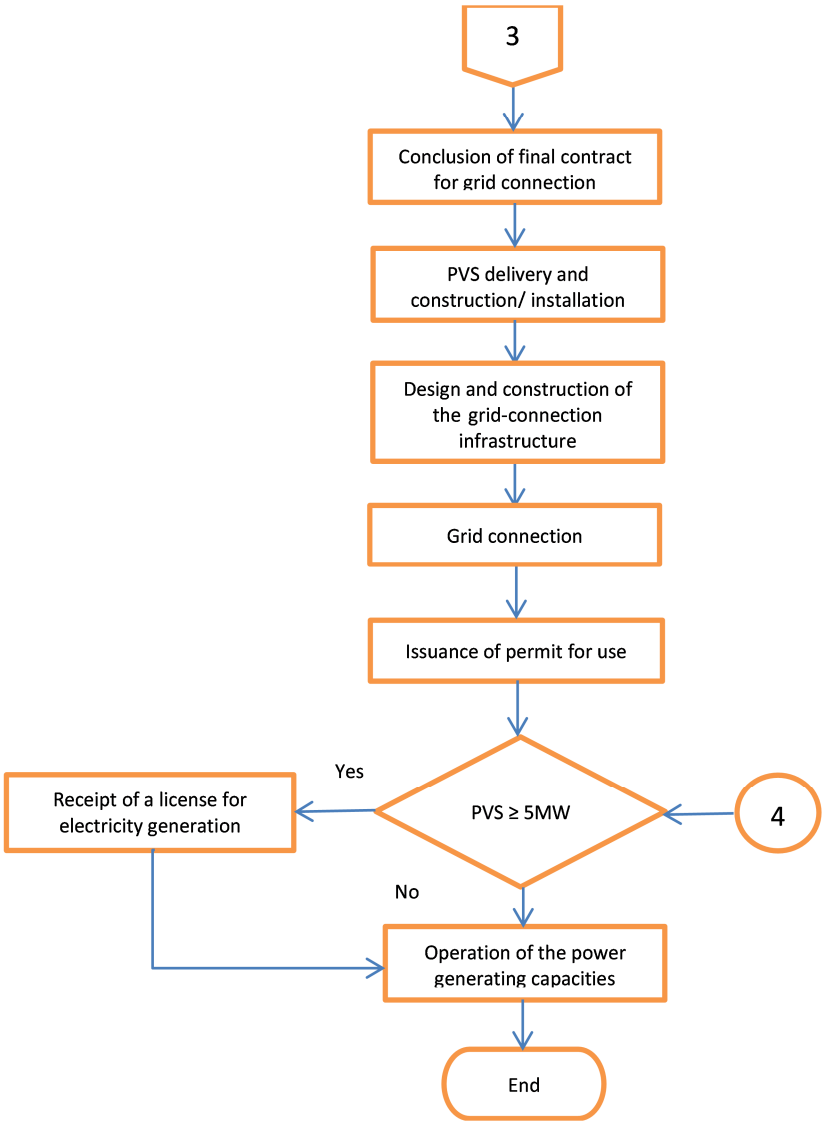


Fig. 2 An Algorithm of Activities for Implementation of PV Projects in Bulgaria

The sequence of works to be completed for implementation of the investor's idea until utilization of the generated electricity is shown on Fig. 2. Some of the activities can be performed simultaneously provided that there is sufficient staff with the required qualifications, effective project management and ample financial resources. For example, the procedure for determination of the need of an EIA can be carried out simultaneously with the assessment of the availability and estimated solar resource potential over the intended PVS construction site (if required for the relevant PVS category); the PV plant licensing procedure (for installations over 5 MW) may start during the construction, etc. The operation of parallel project tasks may reduce both time and costs required to complete the project but requires careful resource planning and precise estimation of project financing so that quality is not compromised.

There are also activities that cannot start before the completion of others. For example, the PVS construction may not commence prior to obtaining a building permit; the inspection of the conditions and method for grid connection and the conclusion of a preliminary contract for connection to the electricity network cannot be performed unless a design visa is issued or a DDP has been approved, etc. Understanding the sequence and dependencies between the various project tasks is a prerequisite to time, cost, resource and risk planning and is essential for effective management and control of the overall project implementation.

CONCLUSIONS

As an essential and very promising part of RES, PVS have the potential to emerge as a preferred decentralized power technology in Bulgaria. A gradual revision and phasing out of support policies with regard to the solar PV producers are expected to address the dynamic PV technology advances and the need for integration of increasingly higher shares of renewable electricity into the grid. The number of residential, rooftop and building-integrated PVS in Bulgaria, as well as of solar electricity installations for self-consumption, will meanwhile continue to grow partially enhanced by the simplified regime for their construction and regularization. Particular tools with regard to increasing the financial and economic efficiency of PV projects in Bulgaria are therefore needed.

An in-depth knowledge of the work packages required for completion of solar electricity projects and a comprehensive understanding of the relationships and dependencies among the diverse PV project activities are vital to the successful and timely implementation of solar power ventures. This article presents a work breakdown structure (WBS) and a brief description of the activities to be performed for execution of PV projects in Bulgaria. An algorithm has further been proposed which schematically displays the sequence of works for PV project implementation and which is applicable to all PVS categories regardless of their type, installed capacity and use of produced electricity. This work's results aid local investors in time and resource planning and management and enable more accurate determination of the indicators for the project profitability and financial feasibility. The proposed WBS together with the algorithm detailing the sequence of activities and tasks in PV projects could also be effectively used for risk, delay and additional costs minimization and are tools enhancing management quality.

REFERENCES

[1] 2030 Framework for Climate and Energy Policies http://ec.europa.eu/clima/policies/2030.
[2] Biological Diversity Act, Prom. SG. № 77/ 09.08.2002.
[3] Boeva B., International Management, Stopanstvo University Publishing House, Sofia, 2004.
[4] Bulgarian Photovoltaic Association, Statistical Data on the Solar Photovoltaic and Renewable Energy Market in Bulgaria, http://www.bpva.org/bg/articles/article2828.html.
[5] Energy from Renewable Sources Act, Prom. SG. № 35/03.05.2011.
[6] Environmental Protection Act, Prom. SG. № 91/25.09.2002.
[7] Eurelectric, Renewable Energy and Security of Supply: Finding Market Solutions, Management Communication Report, Oct., 2014.
[8] Executive Summary of the Impact Assessment Accompanying the Document Proposal for a Directive of the EP and of the Council amending Directive 2011/92/EU on the Assessment of the Effects of Certain Public and Private Projects on the Environment, 26.10.2012.
[9] http://www.geoimot.com/index.php?lang=bg&page=FAQ&faqId=30.
[10] Ilieva, L., Analysis of Photovoltaic Electricity Production in Bulgaria, Proceedings of "A. Kanchev" University of Ruse, Vol 49, Book 1.2, 2010.
[11] Kiskinov, N., Renewable Energy Sources, Siela Publishing House, 2012.
[12] Law on Protection of Agricultural Land Prom. SG. № 35/24.04.1996.
[13] Ordinance № 3/21.03.2013 on Licensing Activities in the Energy Sector, Prom. SG. № 33/05.04.2013.
[14] Ordinance № 16-27/22.01.2008 on the Conditions and Arrangements for Assessing the Availability and Estimated Potential Resource of the Energy from Renewable and/or Alternative Sources, Prom. SG. № 11/ 05.02.2008.
[15] Ordinance № 2/31.07.2003 on Commissioning of Constructions in Republic of Bulgaria and the Minimal Warranty Periods for Completed Construction-Assembly Works, Equipment and Sites, Prom. SG. № 72/ 15.08.2003.
[16] Ordinance № 6/24.02.2014 on Connecting Electricity Producers and Consumers to the Electricity Transmission or Distribution Grids, Prom. SG. № 31/ 04.04.2014.

[17] Ordinance № 14/15.06.2005 on the Technical Regulations and Standards for Design, Construction and Use of Facilities and Equipment for Production, Transformation, Transmission and Distribution of Electricity, Prom. SG. № 53/28.06.2005.
[18] Ordinance on the Conditions and Order for Carrying out Compatibility Assessment on Plans, Programmes, Projects and Investment Proposals with the Conservation Objectives of the Protected Areas, Prom. SG. № 73/ 11.09.2007.
[19] Ordinance on the Conditions and Order for Implementing an Environmental Impact Assessment, Prom. SG. № 25/18.03.2003.
[20] Project Management Institute, Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), USA, 2004.
[21] Spatial Planning Act, Prom. SG. № 1/02.01.2001.

Contact Information:
Liliya Ilieva
Department of Management and Business Development
„Angel Kanchev" University of Ruse
Tel.: 082 888 673
E-mail: lilieva@uni-ruse.bg

The present document has been produced with the financial assistance of the European Social Fund under Operational Programme "Human Resources Development". The contents of this document are the sole responsibility of "Angel Kanchev" University of Ruse and can under no circumstances be regarded as reflecting the position of the European Union or the Ministry of Education and Science of Republic of Bulgaria.

Project № BG051PO001-3.3.06-0008 "Supporting Academic Development of Scientific Personnel in Engineering and Information Science and Technologies".

ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ГРАНИЧНИТЕ СТОЙНОСТИ НА СТЕПЕНТА НА РЕЦИРКУЛАЦИЯ НА ОТРАБОТИЛИТЕ ГАЗОВЕ ПРИ ДИЗЕЛОВ ДВИГАТЕЛ

Симеон Илиев
Русенски университет „Ангел Кънчев”

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF THE BOUNDARY VALUES OF EXHAUST GAS RECIRCULATION IN DIESEL ENGINE

Simeon Iliev
„Angel Kanchev” University of Ruse

Abstract: This paper presents an investigation of the influence of high exhaust gas recirculation (EGR) for reducing the NOx emissions from diesel engines. The aim of this paper is to study the relationship between EGR parameters, diesel combustion instability and particulate formation so that can be explored for maximizing the EGR limit. For this purpose the one dimensional (1D) CFD modelling of four-stroke turbo-charged diesel engine is developed. The results of this investigation give information about the effect of EGR level on the development of gaseous emissions. The research shows a sharp increase in hydrocarbon emissions and particle size at higher EGR conditions thereby further reducing NOx emissions while minimizing particulate formation.
Keywords: Diesel Engine, Engine Simulation, EGR, Fuel Efficiency, Exhaust Emissions.

INTRODUCTION

Exhaust gas recirculation (EGR) is used to reduce NOx emissions in diesel engines [1, 2, 3]. EGR involves diverting a fraction of the exhaust gas into the intake manifold where the recirculated exhaust gas mixes with the incoming fresh air before being inducted into the combustion chamber. The percentage of exhaust gas recirculation is defined as volume of the EGR to total intake charge into the cylinder.

The EGR technology reduces NOx because it dilutes the intake charge and lowers the combustion temperature, but suppresses flame speed sufficiently that combustion becomes incomplete and unacceptable levels of particulate matter (PM) and hydrocarbons (HC) are released in the exhaust. Diesel engines are characterized by low fuel consumption and very low CO emissions, but the NOx emissions still remain high. To fulfill the environmental regulations, it is desirable to reduce the amount of NOx in the exhaust gas.

There is plenty of literature studied the effect of using various percentage of exhaust gas recirculation on excaust emission.

Selim [4] studied the effect of exhaust gas recirculation on combustion characteristics of dual fuel engine. He found that the combustion noise and thermal efficiency of the dual fuel engine are affected when EGR is used in the dual fuel engine.

Kumar A.et.al [5] studied the effect of EGR on exhaust gas temperature and exhaust emissions opacity in diesel engines. They found that the exhaust gas temperatures reduce significantly by employing EGR. Thermal efficiency and brake specific fuel consumption are not affected significantly by EGR. However particulate matter emission in the exhaust increases, as evident from smoke opacity observations.

Krishnan A. et.al [6] studied the prediction of NOx reduction with EGR using the flame temperature correlation technique. They developed a procedure to calculate the reduction in NOx levels due to EGR, given only engine base-data. This approach utilised the flame temperature correlation technique to obtain NOx predictions with sufficient accuracy – 6.5% at part loads. In the current study we done experimentation on variable compression Diesel engine by varying compression ratio, load on the engine and percentage of exhaust gas re circulated.

The output parameters found from the study are specific fuel consumption, brake thermal efficiency, heat release rate, mass frac-

tion burnt and composition of exhaust emissions.

ENGINE SIMULATION

Engine simulation is becoming an increasingly important engineering tool for time and cost efficiency in the development of internal combustion engines (ICEs). Most of results that are obtained by simulation are rather difficult to be obtained experimentally. The use of Computational Fluid Dynamics (CFD) simulations allow researchers to understand flow behavior and quantify important flow parameters such as mass flow rates or pressure drops, provided that the CFD tools have been properly validated against experimental results. For reasons such as the aforementioned, CFD simulations have become a valuable tool in helping both the analysis and design of the intake and exhaust systems of an ICEs. Many processes in the engine are 3-D but it requires greater knowledge and large computational time. Thus simplified 1-D simulation is often used. There are several components that manifest a complex three-dimensional flow behavior, such as turbo machinery or manifolds which cannot be simulated properly by 1-D codes, and thus require viscous, 3-D codes [7].

The present paper aims to develop the 1-D combustion model of four-stroke turbo-charged diesel engine for predicting the effect of EGR on the exhaust emissions. For this purpose, simulation of diesel engine model was used as basic operating condition for calculating the changed combustion duration.

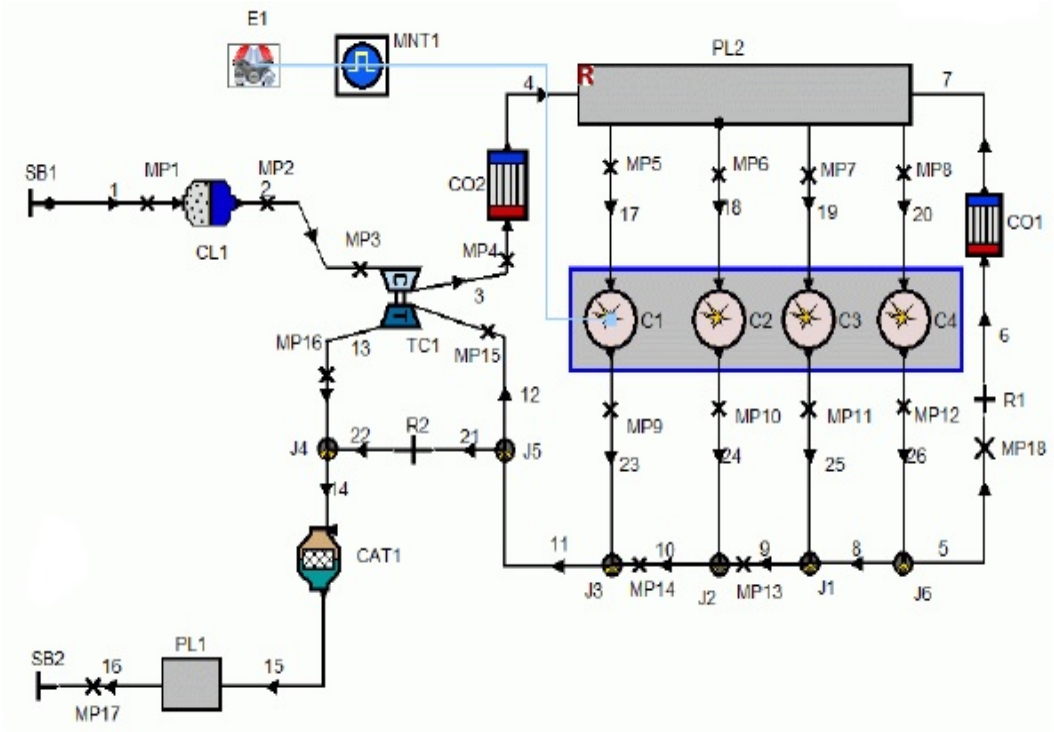


Fig. 1. Turbo-charged Direct Injection Diesel Engine Model

The 1-D engine simulation model is developed by using the software AVL BOOST and has been employed to study the engine performance.

The engine model used in this simulation was performed on a four stroke, four cylinder turbo-charged diesel engine with direct injection and its layout is shown in Fig. 1 with engine specification shown in Table 1.

Table 1

Engine Specification

Number of cylinder [i]	4
Bore [D] (mm)	75
Stroke [H] (mm)	78
Compression ratio [ε]	21
Connection rod length [L] (mm)	120
Engine speed [n] (min^{-1})	3000
Piston pin offset (mm)	0
Fuel nozzle diameter (mm)	0,1
Fuel injection [p_{rail}] (MPa)	100

In Fig.1, E1 represent the engine while C1, C2, C3 and C4 represent the number of cylinders of the engine. MP1 to MP18 represent the measuring points. PL1 and PL2 represent the plenum. SB1 and SB2 are for the system boundary. The flow pipes are numbered 1 to 26. CL1 represent the cleaner. R1 and R2 represent flow restrictions, CAT1 represent catalyst, CO cooler and TC1 represent turbocharger.

RESULT AND DISCUSSION

The present study concentrated on the emissions characteristics of diesel engine with different EGR rate.

Fig. 2 shows the influence of EGR rate on engine effective pressure Pe. Increasing the EGR rate to 45% leads to a reduction in engine effective pressure Pe slightly.

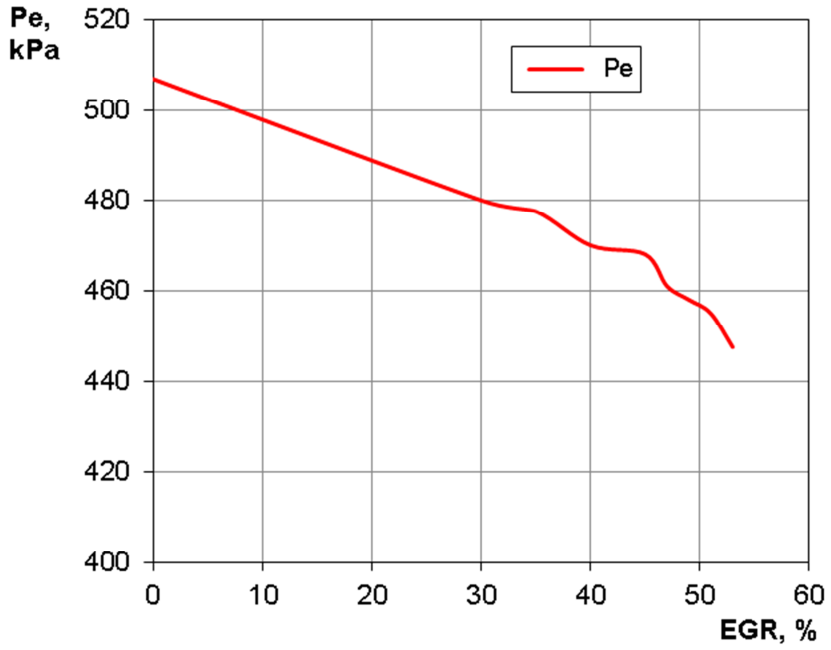


Fig. 2. Influence of EGR rate on engine mean effective pressure

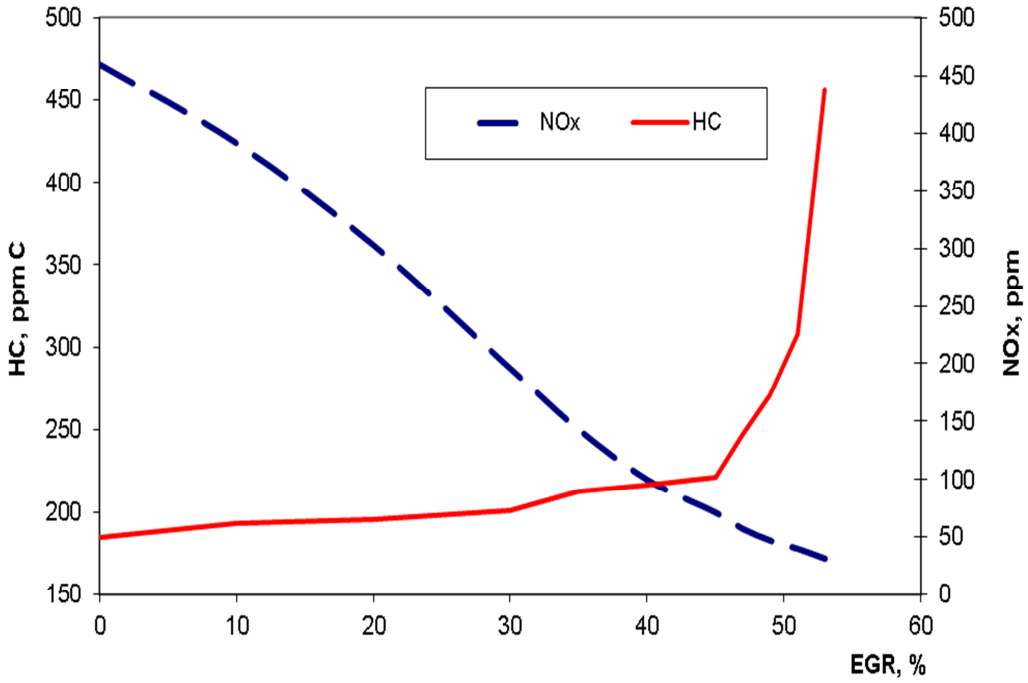


Fig. 3. Influence of EGR rate on HC and NOx emissions.

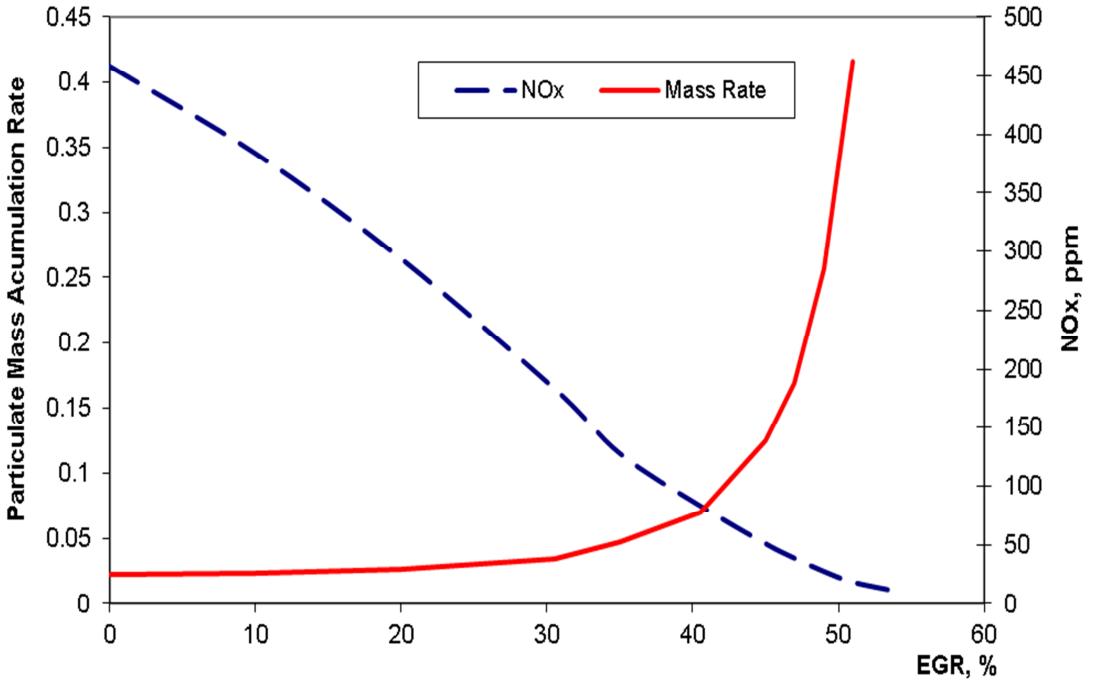


Fig. 4. Influence of EGR rate on Particulate mass accumulation rate and NOx emissions.

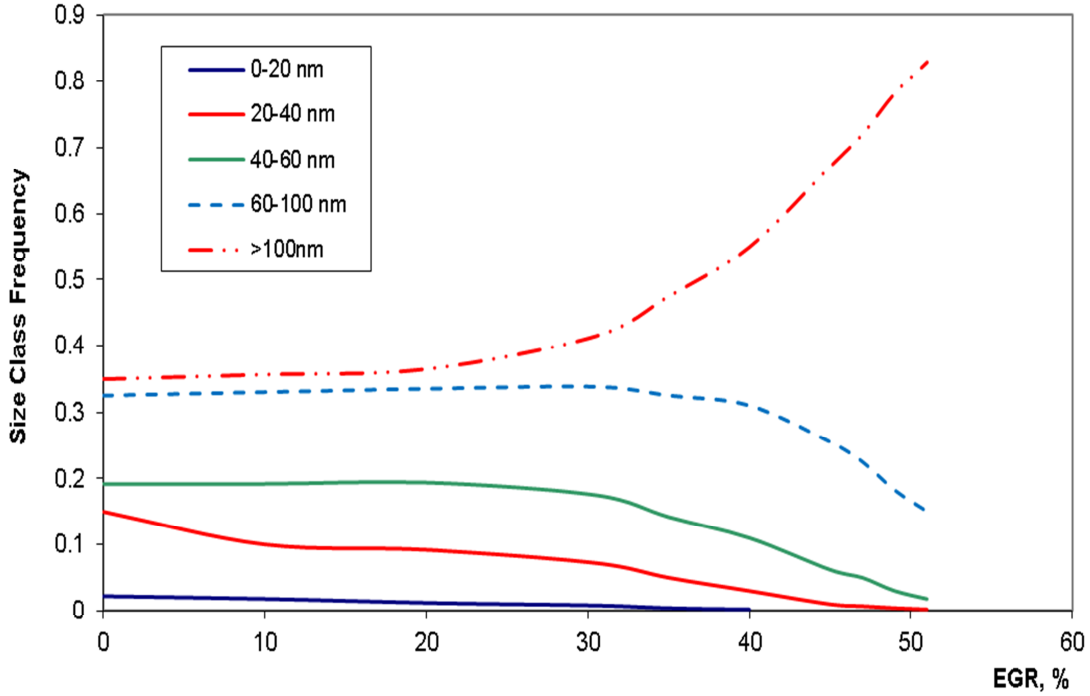


Fig. 5. Influence of EGR rate on Size Class Frequency.

Influence of EGR rate on HC and NOx are shown in Fig. 3. This figure shows NOx concentration decreasing and HC increasing with increasing EGR. The sudden increase in HC and leveling-off in NOx is observed at approximately 45% EGR. The level of nitrogen oxides decreased due to the decrease the temperature in cylinder and the slowdown in the rate of combustion. The sharp increase of hydrocarbons after 45% EGR rate is due to the fact that it cannot proceed and complete the combustion process a large part of the fuel cannot burn.

Mass accumulation rates begin to increase significantly at 30% EGR and continue to increase rapidly until the maximum EGR

level. The intersection of the particulate mass and NOx curves represents a region where the engine out particulate mass and NOx concentration are minimized.

Fig. 5 shows the disappearance of small particles and the growth of much larger particles. The divergence between the curves for particles > 100 nm and particles 60-100 nm increases significantly at 30% EGR and continues to increase. The figure does appear to show that the smallest particles are contributing to the growth of the largest ones. The increase in larger particles is less steep than the increase in particle mass in Fig. 4. The particle mass, however, increases as a function of the cube of particle diameter, and thus can be expected to increase more rapidly.

CONCLUSION

The results of this study indicate that the exhaust gas recirculation system is an effective way of reducing the content of nitrogen oxides in diesel engines. The results obtained from diesel engine simulation show that at up to 30% exhaust gas recirculation rate satisfactory reduction of nitrogen oxides could be achieved by reducing the marginal and average effective pressure and a slight increase of hydrocarbons and particles.

REFERENCES:

[1] Heywood, JB., Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill, 1988.
[2] Robert Bosch GmbH, Diesel-Engine Management, 4th Edition, January 2006, ISBN: 978-0-470-02689-2
[3] Hussain J., K. Palaniradja, N. Alagumurthi, R. Manimaran, Effect of Exhaust Gas Recirculation (EGR) on Performance and Emission characteristics of a Three Cylinder Direct Injection Compression Ignition Engine, Alexandria Engineering Journal, vol. 51, 241–247, 2012.
[4] Selim, M. Y. E., Effect of exhaust gas recirculation on some combustion characteristics of dual fuel engine, Energy Conversion and Management, 44: 707-721, 2003
[5] Kumar, A., Shrawan, Kumar, S., Shailendra, S., Kumar, S., Effect of EGR on the exhaust gas temperature and exhaust opacity in compression ignition engines. Sadhana, 29, 3: 275-284, 2004.
[6] Krishnan A., Sekar, V. C., Prediction of NOx reduction with Exhaust Gas Recirculation using the Flame Temperature Correlation Technique. Proceedings of the National Conference on Advances in Mechanical Engineering, Kota, India, March 18-19, 2006.
[7] Iliev S., Developing of a 1-D combustion model and study of engine characteristics using ethanol-gasoline blends, Proceedings of the World Congress on Engineers 2014, Vol II, WCE 2014/ 978-988-19253-5-0.

Contact information:
PhD Simeon Iliev
Department of Engines and Vehicles
University of Ruse
Tel.: 082 888331
E-mail: spi@uni-ruse.bg

The present document has been produced with the financial assistance of the European Social Fund under Operational Programme “Human Resources Development”. The contents of this document are the sole responsibility of “Angel Kanchev” University of Ruse and can under no circumstances be regarded as reflecting the position of the European Union or the Ministry of Education and Science of Republic of Bulgaria.

Project № BG051PO001-3.3.06-0008 “Supporting Academic Development of Scientific Personnel in Engineering and Information Science and Technologies”.

МЕХАНИЧЕН ДИЗАЙН НА МОДУЛЕН САМОКОНФГУРИРАЩ СЕ РОБОТ РАДА

Методи Димитров
Русенски университет „Ангел Кънчев”

MECHANICAL DESIGN OF THE RADA SELF-RECONFIGURABLE ROBOT

Metodi Dimitrov
„Angel Kanchev” University of Ruse

Abstract: The current paper presents the mechanical design of the Rada self-reconfiguring modular robot. The basic mechanisms that enable two or more adjacent modules to connect to each other are also discussed. The current paper also presents some basic configurations and structures, which can be formed by coupling the modules.
Keywords: Rada, self-reconfigurable, modular, robot, mechanical design.

INTRODUCTION

Development of self-reconfiguring modular robots would lead to the creation of multifunctional machines, which would be able to perform a wide variety of tasks [1, 2]. In recent years, many modular robots with unique design and engineering solutions were created [3]. Despite the multitude and variety of the modular robots, their application in various spheres of life is still too modest. Scientists are still struggling to find suitable areas of application of these robots [4].

The current paper extends the family of the self-reconfigurable modular robots by presenting the Rada robot. The mechanical design of the robot and the mechanisms that allows the modules to connect with each other are discussed.

The robot is able to form both lattice and chain structures. Therefore, according to the presented in [4] classification of taxonomy of architecture, the current robot belongs to the hybrid robots.

THE RADA SELF-RECONFIGURABLE ROBOT

As can be seen from fig. 1, the robot Rada has the shape of a cube. The left image of the figure, shows the robot without the outer panels and the right image shows the robot with them.

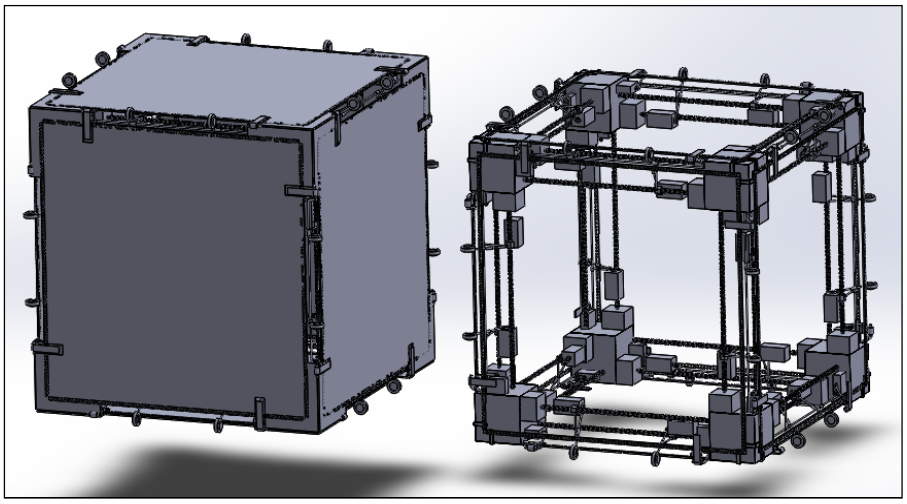


Fig. 1. The module of the Rada robot

Fig. 2 shows a closer view of one of the edges of one of the modules of the robot. As can be seen from the figure, the integrity of the structure of each module is supported by the outer frame, which is composed of drilled steel strips.

A cube (fig. 2) is placed in each corner of the module. The cube strengthens the outer frame and at the same time serves as a basis on which the rest of the mechanical parts, that move the modules or lock them together, are attached.

As can be seen from the fig. 2, three of the sides of the corner cubes are turned inward and the other three are facing outwards. Several parts are fastened on each of the inner sides (Fig. 3). They allow the module to grip the adjacent module or to position itself in the space.

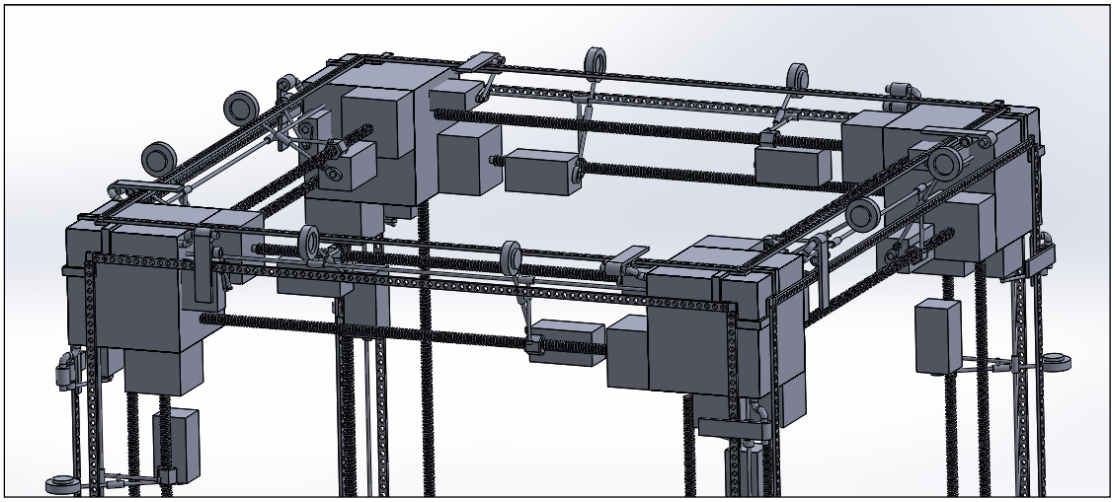
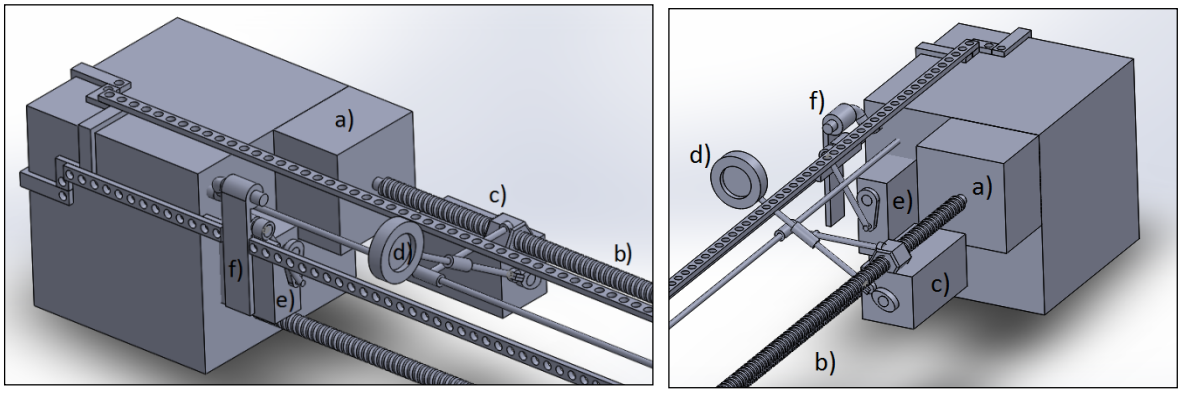


Fig. 2. Closer view of the Rada module

Fig. 3 shows a closer view of the parts, attached to one of the sides of the cube. Fig. 3.a) shows a view from the outside of the module, and fig. 3.b) shows a view from the inside of the module. The paddle “d” is used to hold two adjacent modules together. The paddle surface is concave on one of its sides and convex on the other. Thus, the paddle of one module enters into the paddle at the other module. This allows them to attach to each other.

Since each of the corner cubes has two paddles, positioned opposite to each other, when the two paddles of one of the modules is coupled to another two paddles of the other module, the two modules are fastened tightly and fixed to one another.



a) b)

Fig. 3. Parts, attached to the module angle:
a) Front view; b) Back view.

The "d" paddle can be retracted in the module by the electrical motor "c". When the motor rotates, it pulls back the "d" paddle inside the robot module. If “c” rotates at the opposite direction, the "d" paddle is positioned back at the module edge.

The retraction of the "d" paddle makes the module reconfiguration more flexible. For

example, when two modules must slide over one another their paddles can be pulled inside the modules. That way, they do not interfere the movement.

The "c" electric motor is attached to the screw "b", which is rotated by the electric motor "a". Due to the rotation of the screw "b", the paddle "d" moves along the edge of the module. This enables the module to attaches to the adjacent modules.

Once the two adjacent modules are coupled, they can be rotated relative to one another. This is possible due to the cylindrical shape of the paddle "d". The rotation occurs by the electric motor "e" and the plate "f". When the motor rotates, the plate "f" is extended outside the module. This repels the two modules from each other.

The "a", "c" and "e" elements were referred as electrical motors, but actually they consist of motor and reducer. This gives greater force to the moving parts.

MOVEMENT AND POSITIONING OF THE MODULES

The architecture of the Rada robot allows the individual modules to be positioned by two different ways. The first type of positioning is by turning (rolling) a module over another, and the second way is by sliding a module over another.

Fig. 4 shows some basic joints that are obtained by rotating the modules around the cylindrical paddles "d". Fig. 4 a) shows a standard coupling of two modules. Fig. 4.b) shows how two modules can be positioned by rotating the plate "f" by 90º. If the both modules rotate their plates "f" synchronously, the repulsive force becomes greater. The manipulation of the angle of rotation of the plate "f", allows the construction of more complex structures, shown on fig. 4.c) and fig. 4.d).

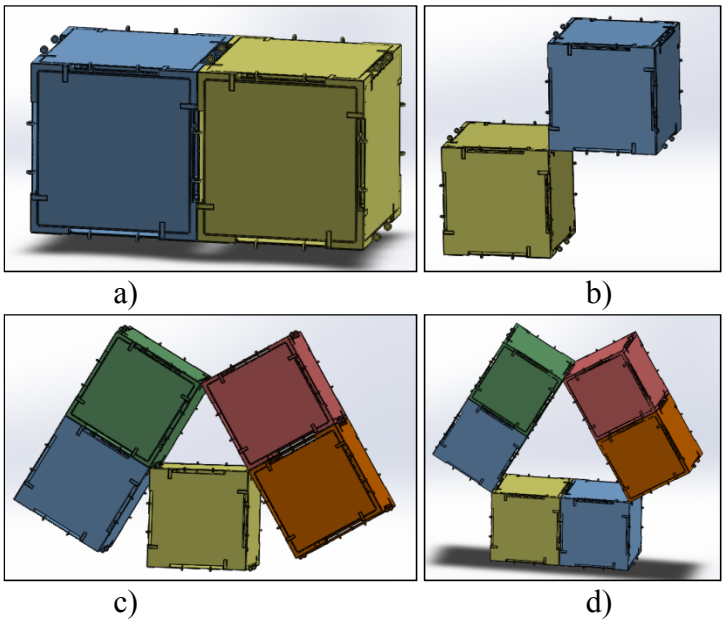


Fig. 4. Modules, connected in different configurations

When two modules are attached to one another, except by turning, they can also be positioned by sliding. To achieve the sliding locomotion, first the two adjacent modules must be fastened at two opposite edges of their common face. Then the modules must move their paddles "d" synchronously, in the same direction. Fig. 5 shows a common edge, where two modules are coupled and illustrate how a synchronous movement of the paddles "d" can move one module over another.

To move a module from one position to another, the modules, over which it slides, have to work together. Module 3, on Fig. 6, pushes the module 1 to such position that will allow the module 2 to catch it and pull it over itself. Subsequently, module 3 can push the module 1 over another module, which can intercept it and pull it again.

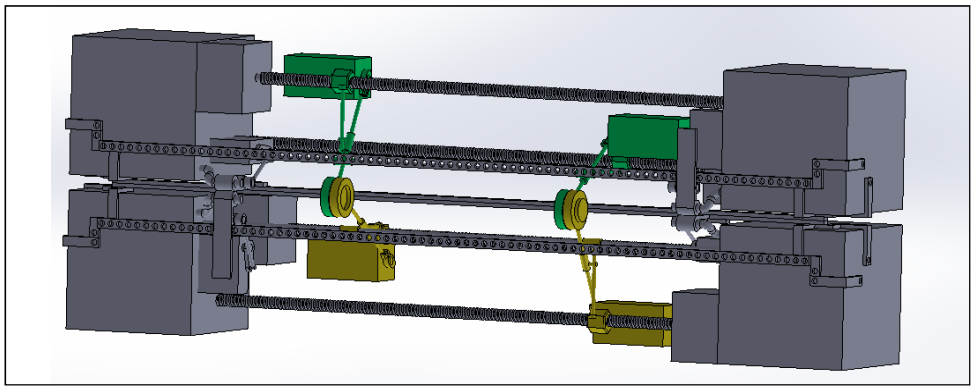


Fig. 5. Edge between two modules: mechanical joint between two modules

Various structures can be formed by sliding of two or more modules. Such manner of movement, allows a module to climb the vertical surface (fig. 6), to slide over a horizontal (fig. 6) or an inclined surface (fig. 4.c and fig. 4.d).

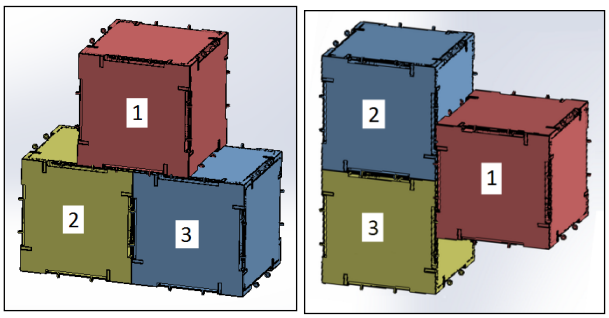


Fig. 6. Module 1, sliding over modules 2 and 3

DISCUSION AND CONCLUSION

This paper presents and discusses the mechanical design of the Rada self-reconfigurable modular robot. The next steps of the Rada development are:

- Obtaining a prototype of the robot;
- Examination of different module configurations and locomotion.

REFERENCES

[1] Gilpin, K., Daniela Rus. Self-disassembling robots pebbles: New results and ideas for self-assembly of 3d structures. In Proceedings of ICRA Workshop on Modular Robots: The State of the Art. IEEE, 2010.

[2] Kamimura, A., Haruhisa Kurokawa, Eiichi Yoshida, Satoshi Murata, Kohji Tomita, Shigeru Kokaji, Automatic Locomotion Designand Experiments for a Modular Robotic System, IEEE/ASME TRANSACTIONS ON MECHATRONICS, VOL. 10, NO. 3, pp 314-325, June 2005.

[3] Kristy S., V. Hornweder, A Chronological Survey of Modular Self-Reconfigurable Robots, University of Tennessee, Sept. , 2011.

[4] Yim, M., Wei-min Shen, Behnam Salemi, Daniela Rus, Mark Moll, Hod Lipson, Eric Klavins, Gregory S. Chirikjian, Modular self-reconfigurable robot systems, IEEE Robotics & automation magazine, Apr. 2007.

Contact address
Assist. Prof. Metodi Dimitrov, PhD
Department of Informatics and Information Technologies
Faculty of Natural Sciences and Education
Angel Kanchev University of Ruse,8 Studentska Str., 7017 Ruse, Bulgaria
Phone: (++359 82) 888 470,
E-mail: mdimitrov@ami.uni-ruse.bg

The present document has been produced with the financial assistance of the European Social Fund under Operational Program "Human Resources Development". The contents of this document are the sole responsibility of "Angel Kanchev" University of Ruse and can under no circumstances be regarded as reflecting the position of the European Union or the Ministry of Education and Science of Republic of Bulgaria.

Project No BG051PO001-3.3.06-0008 "Supporting Academic Development of Scientific Personnel in Engineering and Information Science and Technologies".

ГРАФИЧЕН ДИЗАЙН НА КОПРУС В PDF3D

Станислав Костадинов, Станислав Иванов
Русенски университет „Ангел Кънчев”

PACKAGING DESIGN ANIMATION IN PDF3D

Stanislav Kostadinov, Stanislav Ivanov
„Angel Kanchev” University of Ruse

Abstract: This paper presents an approach for export of packages and other structures into PDF3D format. The main goal is to provide realistic animation of paper, carton and plastic deformable objects. The paper provides two approaches for deformation of package creases and cylindrical panels. Results and conclusions are presented at the end of the paper.
Keywords: PDF3D, Morph Target Animation, EngView Package Designer Suite.

INTRODUCTION

3D animation has become a major field of research in computer graphics in the last 10 years. Its main purpose is to present realistic view of 3D objects. More and more software applications provide functionality for export into the most common formats for 3D visualization [1]. One of the most commonly used formats for storing and previewing 3D scenes is the U3D file format integrated within PDF documents [2]. In the last few years, this format became universal approach for storing data and models into universally accessible, interactive 3D PDF called PDF3D. The PDF3D software team works closely with earth science, geophysical, geological, geospatial, engineering, CAD, and PLM communities to develop a flexible interactive viewer and currently it is one of the easiest solutions for 3D viewing which does not require installation of specialized software on the client's computer.

One of the approaches presented in this paper is an algorithm for deformation of creases of package panels and their export to PDF3D. This solution provides a realistic animation of paper or carton deformation during animation of the packages with different shapes and sizes. The other solution is cylindrical deformation of package panels. It is mostly used for generation of custom packages with complex shapes. These two approaches of a structural deformation are integrated within the PDF export function of EngView Package Designer Suite - an integrated CAD/CAM environment for design of folding carton and corrugated packaging [9].

The rest of the paper is organized as follows. The next section reviews previous work on deformable objects animation. Section 3 describes the crease and cylindrical panel deformation approaches. Section 4 gives results of the experiments and the last section concludes the paper.

PREVIOUS WORK AND THEORETICAL FORMULATION

Some of the biggest CAD/CAM suites provide functionality to export 3D scenes into PDF3D format. Such desktop applications are SketchUp, ProgeCAD, AutoCAD Architecture, etc. Even some open source applications integrate PDF export, for example SALOME. Some of them export animated scenes, see Fig. 1. There are two types of PDF3D animation: key-frame and bone-based. Fig. 1 presents a key-frame animation and the main concept is translation and rotation of specific parts of the scene. Every scene contains a tree structure of meshes that construct the whole scene. The key-frame animation is defined as a set of different motion resources. A motion resource contains animation data and it is stored in a number of tracks. Each track is composed of key frames with rotation, displacement and time information. A motion track can be used to animate the spatial information for a node or a bone in a bone hierarchy. The default motion resource has zero motion tracks [3]. Each track is a single animation and they can be auto-executed or user can execute specific motion

track by interaction with the 3D scene - mouse button click, keyboard key stroke, etc. If the key-frame animator modifies the position of a node from the tree structure, then all its children are transformed with the same transformation. The transformation is performed by editing the location of the meshes within the local coordinate system from the parent tree node. Most of the applications that export 3D animations use this kind of animation.



Fig. 1. Car animation within PDF3D

The second type of animation (bone-based) is mostly used to deform the initial shape of the meshes. Theoretically, using bone-based animation, developers can replace animation with key-frames, but the optimal combination is the combination of two of them. Such animation is also known as morph target animation and requires a skeleton - a bone structure used in 3D animation and inverse kinematics. A skeleton, similarly as in human bodies, is a tree structure with bones used as nodes. Each element involved in the animation is attached to one or more bones with different weights. The sum of all weights associated to an element is equal to 1 as in equation (1) where w_i is the weight associated to each bone.

$$\sum Wi = 1 \quad (1)$$

An animation is initiated by animation modifiers. They use the bone structure to deform geometry based on the position and orientation of the bones. The animation modifier also modifies the bone structure based on information defined during file generation. During animation, each bone can be translated, rotated and scaled.

As we can see in equation (2) current position of each element (P') can be calculated by summing the result positions generated by transforming the initial position (P) with transformation matrix T_i and multiplied by the weight associated to each bone w_i. The transformation matrix T_i is a 4x4 matrix generated from the transformation elements - translation, rotation, scale.

$$P' = \sum Wi * P * Ti \quad (2)$$

The bigger the value of the weight associated with specific bone is, the bigger impact it makes to the initial position. Associating different elements from a single mesh to bones with different weights leads to deformation of the mesh from the initial shape. Such characteristics of bone-based animation are suitable for realistic animation of packages.

BONE-BASED ANIMATION APPROACHES

The EngView Package Designer Suite is an integrated CAD/CAM environment for design of folding carton and corrugated packaging and related converting tools. It is structured as a set of functional modules, covering the whole process. A part of the business process is the presentation layer of 3D deformable packages. It is implemented by exporting all internal packaging structures into PDF file format. The most sophisticated part of that export is the conversion from GLSL shading language code and structures to PDF 3D structures and animators.

Each 3D scene contains one or more packages and each package is built by panels.

The most useful structure for such scene is a tree structure with panels as nodes of the tree. The tree has its own root node which is the base panel and all other panels are connected directly or indirectly to it. A connection between two panels is made by key-frame animators which rotate and translate the child nodes of the tree. These transformations influence indirectly all elements within the sub-tree that is transformed. The package materials differ from each other in their thickness and if they require cutting of the creases - Fig. 2.1. Materials like plastic require such creases because of their flexibility characteristics. If the crease is not cut in such shape the folding process will deform the whole panel not just the crease area. Such materials do not require bone-based animation because practically they are not flexible and non deformable. Other materials like paper, carton, etc., are more flexible and do not require cutting of the creases. The process of crease generation is done by pressing with a crease wheel with an adequate thickness of the tool.

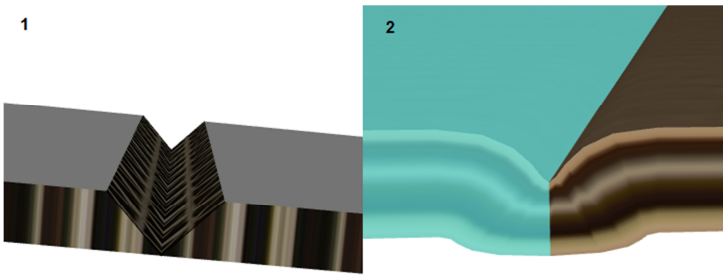


Fig. 2. Crease types: 1 - 45 degrees bevelled cutting crease, 2 - basic crease

Fig. 2.2 presents two panels and a crease between them which is deformed to make the package fold easier. If this folding is animated only with key-frame animators, the creases will be divided into two different peaces and the package scene won't be realistic, see Fig. 3.



Fig. 3. Package folding animated with key-frame animators

A successful solution of this problem is the bone-based animation. It is also called skeleton animation and it is a technique in computer animation in which a character is represented in two parts: a surface representation used to draw a 3D object and a hierarchical set of connected bones called skeleton used to animate and deform the object. A precise deformation will stick the side walls of the panels and will simulate a realistic crease.

There are different approaches which use bones [4][5][6] but most of them are designed for avatar animations. The solution for crease deformation requires precise synchronization between the deformations of two sibling panels. The two surfaces of the panels should literally merge into one or otherwise the animation itself won't be realistic. That's why both ends of the joining panels should be fragmented into small slices and each of them should be attached to bones in a way that they will compose a smooth curve - Fig. 4. The main part of each panel will be animated in the same way as the key-frame animator so a single bone called base-bone can be attached with weight 1 to it. All other bones have to be child bones and they will be attached with different transformations to the base-bone. The minimal number of bones for each crease is one and it is the easiest solution for generation of a preliminary mathematical solution. Fragmentation depends on the thickness of the material.

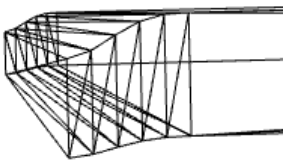


Fig. 4. Mesh structure of a fragmented panel

Each slice from the creases is attached to the base bone and crease bone and the sum of

the two weights is always 1. Another fact is that by increasing the value of weight to an attached bone it increases the influence of the bone to the attached resource. By using these facts, the variation of the weights can be calculated with a function F(x). Let's suppose that F(x) is the weight of the base bone and the weight of the crease bone is G(x) where:

$$G(x) = 1 - F(x) \quad (3)$$

F(x) varies in the interval [0;1]. The highest value 1 is at the beginning of fragmentation of each panel and the lowest value 0 is at the end of the panel. That restriction indicates that x variable is the distance from the beginning of the fragmentation. To simplify the function F(x) we can assume that the initial value of x is 0 and the biggest value is 1 and scale all other possible solutions to fit this mathematical scenario.

Important structural information about F(x) is the smooth slope between the function itself and the surface of the main part of the panel on one side and the other panel on other side. The second panel contains symmetric fragmented slices. Because of the symmetry between the panels we can assume that the two panels are attached to one another on the bisector plane of the folding angle. These requirements can be accomplished by creating two solutions of the equation:

$$F'(x) = 0 \quad (4)$$

The F'(x) is the first derivative and it should be equal to 0 for x=0 (5) and for x=1 (6) [7][8].

$$F'(0) = 0 \quad (5)$$

$$F'(1) = 0 \quad (6)$$

Generation of curve similar to Fig. 2.2 requires inflexion point within the interval [0;1]. By using this restriction and equations (5) and (6) one can assemble a generic formula for F'(x) (7).

$$F'(x) = x * (1 - x) * P(x) \quad (7)$$

P(x) from the formula is a function of the variable x. The function F(x) has to be smooth within the interval [0;1] so we can assume that P(x) imitates the other part of the equation (7) and F'(x) becomes:

$$F'(x) = x^m * (1 - x)^n \quad (8)$$

The degrees m and n are positive integer numbers. By integration of F'(x) the function F(x) becomes:

$$F(x) = \sum C_i^n * x^{m+i+1} / (m+1) \quad (9)$$

The mathematical expression C_i^n within the function (9) is the combination and the variable i is the rank of the combination. By conducting experiments with a set of different functions F(x), the function that fits best to the purpose corresponds to degrees m=4 and n=1. The result from this function is illustrated on Fig 5.

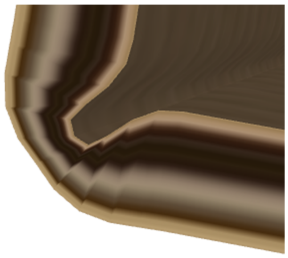


Fig. 5. Package folding animated with a bone-based animators

The animation itself is done by rotation of the crease bone on half of the folding angle. This is a consequence of the symmetric panel structures and attaching of the panels on the bisector plane of the folding angle. Frames array are stored in the PDF file with transformation data about the animation. The bigger the array is, the smoother the animation looks. Each array element contains rotation, scale and translation vectors and they are used to attach each bone to its parent bone within the skeleton structure. Crease animation is implemented by proportional update of the rotation angle of the crease bone from 0 to α/2 degrees where α is the folding angle.

Another deformable structure that is impossible to be simulated with key-frame animations is the cylindrical shape. The approach for solving this problem starts with a fragmentation of the panel on thin slices. The size of the slices depends on the length and thickness of the panel. Because of the size of the panel it is not possible to use the same crease deformation approach. An appropriate and easy to implement solution is to generate of a bone for each slice and attach each slice to the corresponding bone with the maximum weight value of 1. These bones are siblings with parent node the base bone of the panel. This solution ensures integration between the two approach-

es within a single panel. Fig. 6 illustrates animated cylindrical panel.

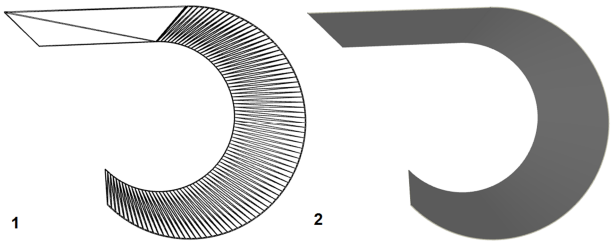


Fig. 6. Animated cylindrical panel: 1 - wire frame object, 2 - solid object

The animation of cylindrical panels is done by rotation and translation of all the children of the base bone. The parameter P reciprocal to the cylinder radius is used to generate cylindrical animation frame array. The obvious solution for such parameter is the radius itself but the initial state with radius equal to infinity can not be presented as the other states of the panel. The reciprocal value on the other hand fits perfect for this purpose. If the animation is divided on N equal time frames, then P varies proportionally from 0 to $1/R_{cyl}$ where R_{cyl} is the radius of the cylindrical panel. Let M is the number of fragmented slices which construct that panel. Then the angle of rotation R of each bone is:

$$R_i = i * j * P = i * j / R_{cyl} \quad (10)$$

The 'i' parameter varies between 1 and N and it presents the index of the frame and parameter 'j' varies between 1 and M and presents the index of the bone generated for this panel. Rotation is executed around Oy axis within the local coordinate system of each panel. There is a connection between the rotation angle and the translation vector V of each bone:

$$V_x = R_{cyl} * \sin(X_i / R_{cyl}) - X_i \quad (11)$$

$$V_z = R_{cyl} * \cos(X_i / R_{cyl}) - X_i / R_{cyl} \quad (12)$$

V_x and V_z are two of the components of the 3D vector V and the value on the third direction V_y is equal to 0. Parameter X_i within equations (11) and (12) is the initial distance from the bone with index i and the fixed edge of the panel.

RESULTS

These algorithms were implemented in C++ programming language and they were both integrated within the export functionality of EngView Package Designer Suite. Both of the approaches are adapted to deform panels together within a single panel. Fig. 7 and Fig. 8 illustrate real world packages exported by this application.

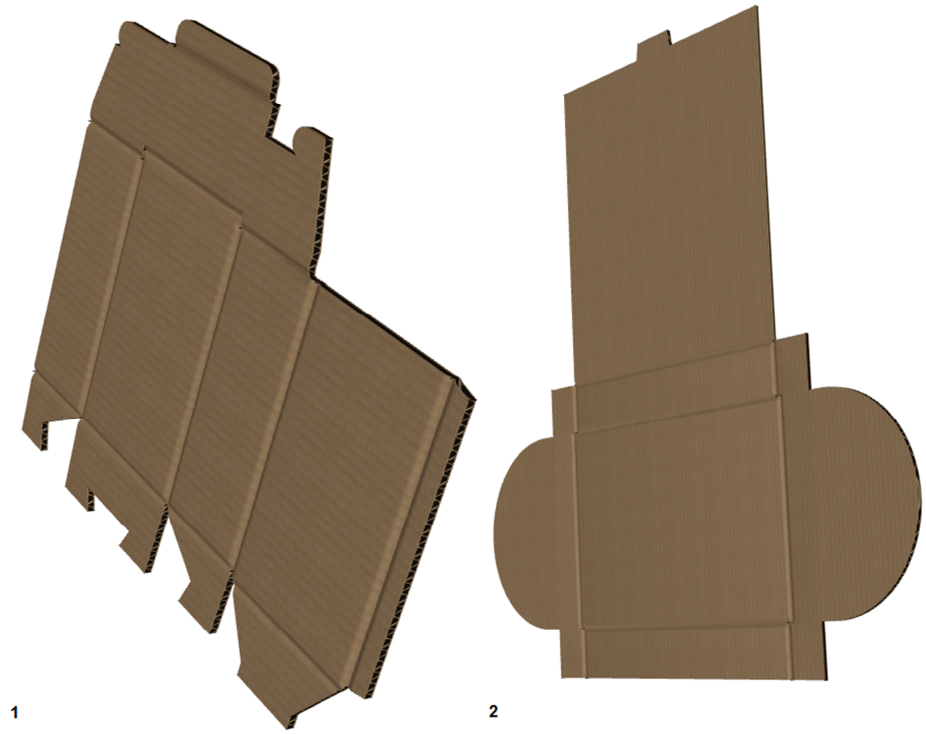


Fig. 7. Initial package state: 1 - regular tuck lock package, 2 - rounded top package

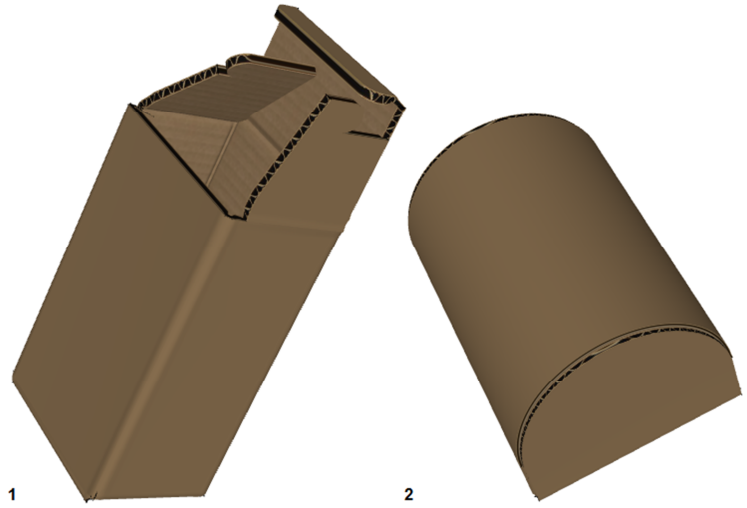


Fig. 8. Usage package state: 1 - regular tuck lock package, 2 - rounded top package

CONCLUSIONS AND FUTURE WORK

This paper presented two approaches for bone-based animations. The following conclusions can be drawn.

Animation using bone structures, also called morph target animation, provides flexible solution for deformation of packages. This technique is easy and fast for implementation and ensures realistic 3D bone-based structures for export from CAD/CAM applications.

Integration between different bone-based approaches is a huge object-oriented programming advantage. This ensures modularity and interchangeability between different algorithms for 3D object deformation.

As a future work, an approach for animation of conic panels can be implemented to satisfy the needs of package designers' community. This approach will be similar to the cylindrical panel animation.

REFERENCES

[1] Cicirello V., Regli W., A flexible and extensible approach to automated CAD/CAM format classification, Computers & Graphics, 5 (Vol. 37), 2013, 484-495

[2] Plch R., Sarmanov P., An interactive presentation of maple 3D graphics in PDF documents, Electronic Journal of Mathematics and Technology, 2 (Vol. 3), 2008

[3] Standard ECMA-363 Universal 3D File Format, ECMA International, 2007

[4] Li J., Xu W., Cheng Z., Xu K., Klein R., Lightweight wrinkle synthesis for 3D facial modelling and animation, Computer-Aided Design, 1 (Vol. 58), 2015, 117-122

[5] Park J., Fussell D., Forward dynamics based realistic animation of rigid bodies, Computers & Graphics, 4 (Vol. 21), 1997, 483-496

[6] Pin A., Cerezo A., Seron F., Computer animation: from avatars to unrestricted autonomous actors, Computers & Graphics, 2 (Vol. 24), 1997, 297-311

[7] Marszalek T., Nosal A., Pfattner R., Jung J., Role of geometry, substrate and atmosphere on performance of OFETs based on TTF derivatives, Organic Electronics, 1 (Vol. 13), 2012, 121-128

[8] Jantschi L., Bolboac S., First order derivatives of thermodynamic functions under assumption of no chemical changes revisited, Journal of Computational Science, 4 (Vol. 5), 2014, 597-602

[9] EngView Systems Corporation, EngView Package Designer Suite, http://www.engview.com/, November 2014

Contact Information
Stanislav Dimchev Kostadinov, MSc, PhD student
Department of Informatics
University of Ruse
E-mail: sdkostadinov@uni-ruse.bg

Stanislav Dimitrov Ivanov
Team lead, EngView Systems Corporation
E-mail: stanislav.ivanov@sirma.bg

The present paper has been produced with the financial assistance of the European Social Fund under Operational Programme "Human Resources Development". The contents of this document are the sole responsibility of the "Angel Kanchev" University of Ruse and can under no circumstances be regarded as reflecting the position of the European Union or the Ministry of Education and Science of Republic of Bulgaria.

Project № BG051PO001-3.3.06-0008 "Supporting Academic Development of Scientific Personnel in Engineering and Information Science and Technologies".

АВТОМОБИЛНА СВЕТОТЕХНИЧЕСКА СКУЛПТУРА. РОДЕНИ ОТВЪД СЪЩЕСТВУВАЩИТЕ ГРАНИЦИ

Теодор Кючуков
Русенски университет „Ангел Кънчев”

AUTOMOTIVE LIGHTING SCULPTURE. BORN BEYOND EXISTING BORDERS

Teodor Kyuchukov
„Angel Kanchev” University of Ruse

Abstract: At the end of 2005 a project development entitled ***"A'KIMONO"*** was launched, aiming to present the concept of automotive exterior lighting (awarded at the Desire Design Contest 2007, organized by Domus Academy and Style Bertone). A year later a new evolutionary design called ***Audi A'KIMONO LS2.0*** was on focus and few months after it was finished, the project received wide public appearance with its original concept of © ***"Automotive Lighting Sculpture"*** in the face of the leading Italian online resource for automotive design CarBodyDesign. Then a few publications in a number of other web sites, newspapers and magazines followed. In early 2009 ***AUDI-BLEYES ALS concept – The Eyes of Audi*** project was completed – a new design concept which received the special prize in the Second Edition of Desire Design Contest 2009, organized by Domus Academy and Audi. In 2010 five years passed since the birth of the Automotive Lighting Sculpture concept. In the same year the fourth project called ***Bugatti Atolla ABLS Concept*** was finished; it was honored with People's Choice Award at RTT Excite 2011 in May. In 2013 it was revealed the © ***ALS Semantic Circle***, *Dorteo 2013 Massage*: © ***Reduce Glare, Show Beauty, Reach Harmony! ©↓G↑B→H!*** 2014 unveiled the idea of © ***Vehicles Without Headlights***.

Keywords: Automotive Lighting Sculpture; Retrospection 2005-2014; A'KIMONO concept (2007); Audi A'KIMONO LS2.0 concept (2008); AUDIBLEYES ALS concept (2009); Bugatti ATOLLA ABLS concept (2010); ALS Semantic Circle (2012); Dorteo; Reduce Glare, Show Beauty, Reach Harmony! ↓G↑B→H! (2013); Vehicles Without Headlights VWHL (2014); VIVALS; SATI – System Approach Towards Illumination.

1. Introduction

Modern culture covers three fundamental directions - art, science and design. Art is a creative form of subjective expression where the personal experience, knowledge and skills of the author have a major role. Art consisting of two main branches - Fine and Plastic arts, reflects the awareness and attitudes of a particular social group and defines its level of social and cultural development. Science covers massive information database defining four major areas - humanities, natural, social and technical sciences, built on the human knowledge, experimentally verified through the scientific method. Born in the interaction between science and art today design is a representative of the cultural development of contemporary society and a clear evidence of the great industrial progress which significantly reflects the quality of life. Today, design is regarded as "third" layer of modern culture.

Information design is a representative of a relatively young interdisciplinary field of science, having occurred as a „replica“ towards the ever more noticeably evolving global information society. It is a powerful tool in building strategic approaches and key tactics, thanks to which the available data sets can be properly managed and smoothly modeled. The results of these efforts lead to building a better view (disclosure of so called *holistic picture*) over high intellectual products and services, and provide a methodical system of alternative approaches for their improvement.

This report deals with that philosophy as an alternative development of the creative

and innovative process in the contemporary design field, especially automotive design, as it represents some fundamental aspects of the ideology of the ***Automotive Lighting Sculpture concept*** (known also as ***ALS concept; Автомобилна светлинна скулптура; ACC***).

2. Definition of the ALS concept

The creative application of the *Automotive Lighting Sculpture concept (ALS concept)* is associated with the development of atypical, unexpected, unusual imageries, *"something" on four wheels*, which allows the individuals to examine the vehicle as a nonlinear open system, susceptible of experiments, interpretations and metamorphoses, independent of the classic rules and constraints that the industrial design standards (and in particular transportation design field) strictly require [1,5,8].

`The *ALS concept* is a matter of "*creative and intellectual permissiveness"* – it is based on experience and knowledge (general, medium and narrow competence) where a symbiosis between elements appears as a form of synergetic interaction [7]. In other words, the concept provokes the emergence of associative thinking, as a *"purposeful and reckless brainstorming"* where the transfer of information between relative and/or distant in compatibility units could connect in order to obtain new innovative solutions that stimulate creativity and lead to hard-to-reach ideas and concepts This is a creative approach that calls the designer's desire to show artistic recklessness as a manifestation of nonlinear thinking - a road that is going beyond the existing borders of the familiar, proper, common understanding.

The *ALS concept* gives validity to the *"right" to be "wrong"* (bootlegging crazy ideas) through the whole creative process. Thanks to this philosophy, the creative person behaves liberally on the white sheet of paper and the horizon (directions) of "thought vectors" are open, selected intuitively - *"as the artist understands and feels it"(Fig. 1),* [9].

The idea of *Automotive Lighting Sculpture concept* has emerged as a result of the development of several contemporary art directions like light sculptures, light installations and many other creative performances; a reasonable response to the rapid progress of lighting systems.

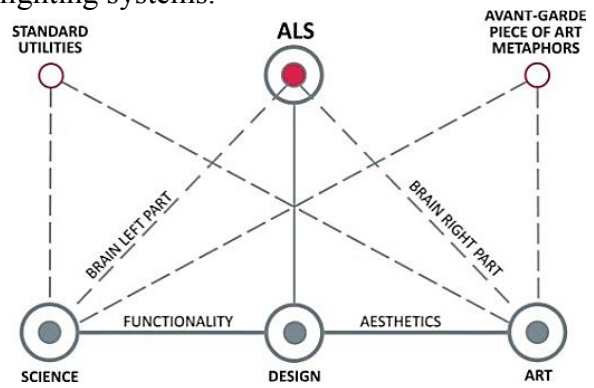


Fig. 1. Location and behavior of the ALS concept to established cultural trends.

The concept projects ***A'KIMONO*** [3], ***Audi A'KIMONO LS2.0*** [2], ***Audibleyes ALS*** [4], ***Bugatti Atolla ABLS*** [6], (www.dorteo.com) represent the *First Closed Cycle of ALS Concept* where the synergetic interaction between light and form brings different "weights" of the rationality, the associativity giving the floor to the avant-garde attitude over the status quo *(Fig.2a,b),* [9].

3. Generalized model for the design of the ALS concept

The *ALS* strategy includes three major aspects of design - marketing, technical and styling parameters. The following three-component system builds up the overall philosophy of the *ALS concept* and has been adapted to modern strategies for automotive design and manufacturing *(Fig.3a)*.

The Marketing unit covers the development of leading global trends and innovations in all areas and levels, the emerging public and consumer interests and demands in response to recent market developments, objective analyzes (observations) of the interaction (behavior) of the individual consumer towards his/her own vehicle.

The Technical unit relates to the main structural, functional and ergonomic aspects of the designed model.

The Styling unit reveals the three factors that decisively affect the costumer final choice when buying a car ("how it looks like") - concept, vision (outlook) and message.

4. Systemological Approach to Lighting Systems

Historically, at the very beginning, the electric lighting systems was realized through analysis, synthesis and evaluation of individual items without applying any systematic approach, without taking into account the principles and laws of the "man-machine-environment" system, but only simply focused on the methods of technical sciences, hence machine-centric approach. At a later stage the human factor took a larger role in the design of lighting systems, as it provided the opportunity to explore specific problems with the light climate and the processes that occurred in the human perception towards visual information.

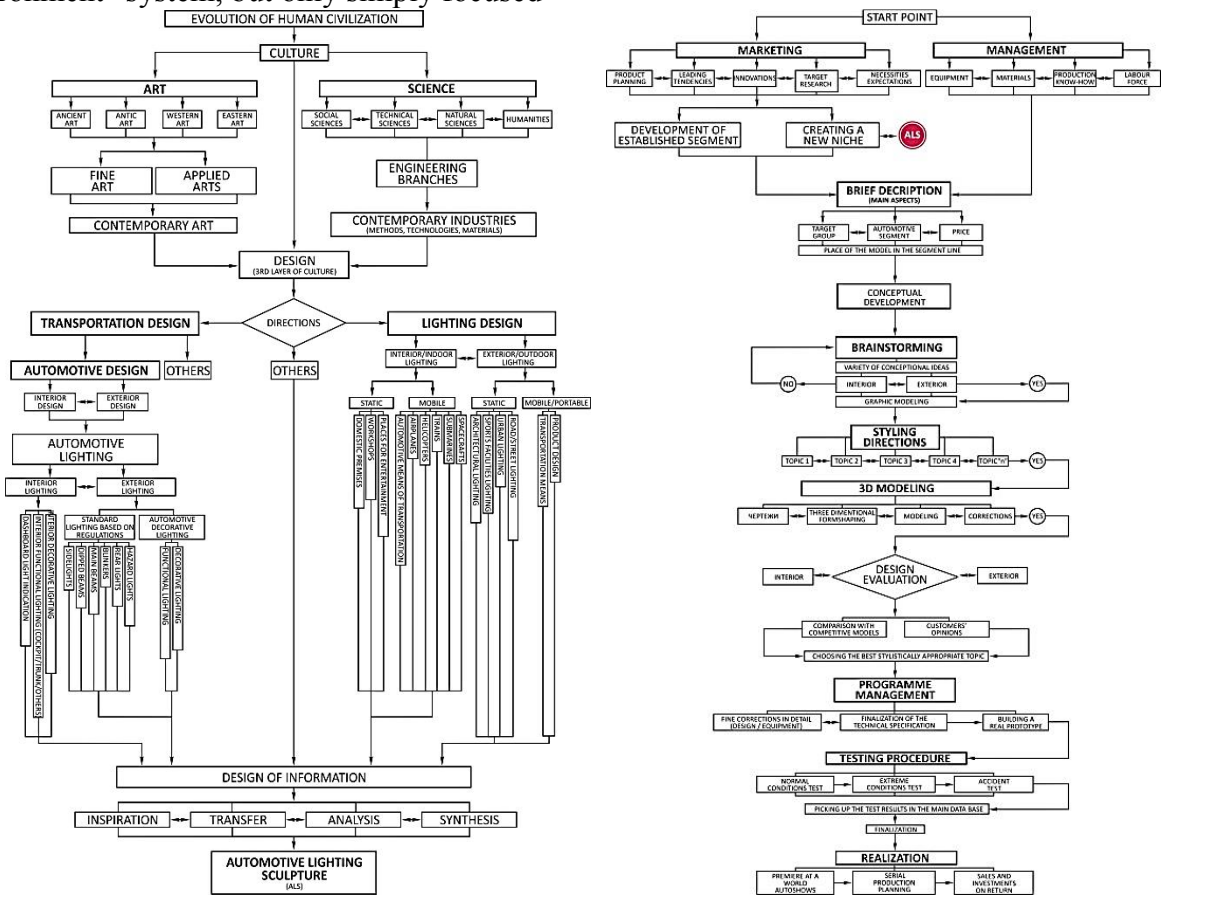


Fig. 2. Evolution of the contemporary design. Emergence of the Automotive Lighting Sculpture concept (ALS), (a). Design process of a real vehicle. The place of Automotive Lighting Sculpture concept (b).

Therefore, thanks to the anthropocentric approach, today the contemporary lighting systems have acquired other dimensions, as the operator is not treated as a simple unit but rather as a highly organized subsystem with essential and specific functions. There has been noticed that the lighting system should be considered as a complex system "man-machine-environment" built by a number of subsystems.

4.1. Structure of the "SATI" system - Ist level. The methodological lighting design system ***"SATI" (System Approach Towards Illumination)*** includes ***twelve*** major approaches which covers the main issues when building sustainable lighting systems *(Fig. 3b, Table 1)* [10].

4.2. Structure of "SATI" system - IInd level. The *SATI system* includes subsystems ***("Extended Block of the Systematic Lighting Design")*** including twelve fundamental approaches (needed for building sustainable lighting systems) with a definitive autonomy and with a direct interaction in the lighting network. Each subsystem has an individual conceptual focus, structure and properties. The subsystems are built up of elements, called "factors" that make up the uniqueness of each approach.

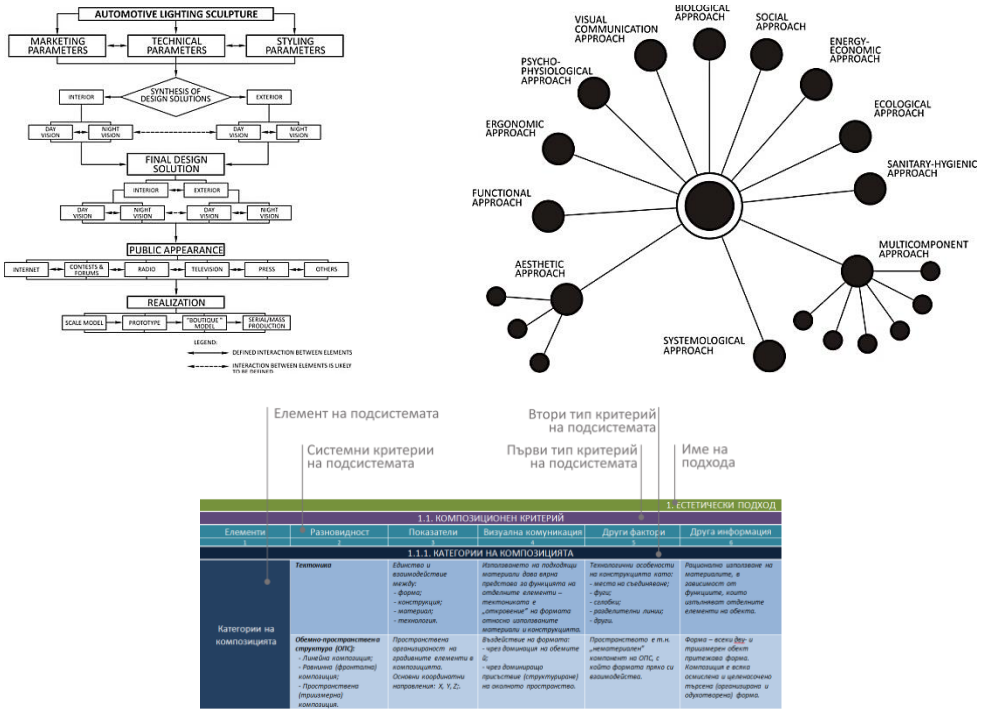


Fig. 3. Generalized model for the design of the ALS concept, (a). Structure of the SATI system I(b) and II(Extended Block of the Systematic Lighting Design, (c)) level.

Table 1

"SATI" - System Approach Towards Illumination

Approach	*Focus*
Aesthetic approach	*The Aesthetic approach represents three main groups: 1. Compositional criterion. 2. Lighting criterion. 3. Color criterion. Compositional criterion refers to the composition development in lighting design, focusing on the major categories, and properties - their interaction with light environment. Lighting criterion examines the relationship between the lighting design and the various types of lighting sources, the behavior of light in space and evaluation of the light climate by qualitative and quantitative indicators. The colour criterion plays a critical role in the design process towards the lighting environment. In general the Aesthetic approach provides a that works to thorough determined insight and concrete focus to direct aesthetic "tools" necessary for the realization of lighting systems with leading In general plan Aesthetic approach is focused on the basic aesthetic "tools", which are essential for the development of complex lighting system with a distinctively decorative character (decorative application).*
Functional approach	*The Functional approach examines the variety of lighting systems in terms of their practical use. Two main groups are defined here - functional and decorative lighting. Despite the strong distinction between the both types of lighting application, there has been found a third one that refers to both types of application with a different "weight" of the functional and decorative element. There also have been pointed out some aspects of the pure functional nature of lighting systems and the way they work towards several specific visual task.*
Ergonomic approach	*The Ergonomic approach focuses on the objectively necessary requirements and constraints which influence the design of the lighting systems including the normal functioning of the eye and the direct impact of light on it (types of glare, visual dysfunctions, direct exposure to strong light) the general human condition, taking into account the peculiarities of the climate, latitude, seasons and others.*
Psycho-physiological approach	*The Psycho-physiological approach reveals the influence of lighting systems on the activity of the human body. The approach takes on focus the various characteristics of visual functions, the visual perception of shapes, color and light.*
Visual communication approach	*The Visual communication approach examines the visual information transfer which concerns the elements of visual communication process, the distribution of information relating to the human receptors, the characteristics of visual information and others. In addition, there is a focus on the physiological characteristics in visual perception and specific factors that affects the human interaction with light environment.*

Approach	Focus
Biological approach	The Biological approach takes direct role of the light design with regard to natural and healthy development of biological objects (people, animals, plants). With particular relevance in this section is concerned the impact of artificial light sources in terms of their radiation spectrum.
Social approach	The Social approach plays an important role in the adaptation of the light climate to the visual necessity of the different social groups distinguished by gender and age. The social approach is essential for the development of the advanced lighting systems and it dramatically changes the quality of light when the main parameters are synchronized the values specified in the Bulgarian standards (Bulgarian Institute for Standardization).
Energy-economic approach	The Energy-economic approach examines in detail the possibilities for optimal energy management of functional and decorative lighting towards the use of light sources, luminaires and lighting systems.
Ecological approach	The Ecological approach provides a detailed overview of the possible types of lighting pollution and especially the impact of the artificial light. In this regard, the use of modern energy sources leads to the use of a small amount of energy generated by power plants and thus it reduces the greenhouse effect globally.
Sanitary-hygienic approach	The Sanitary-hygienic approach outlines the basic requirements that must be observed when using artificial lighting. Ensuring healthy and safe working conditions and rest is a matter of the rational design quantitative and qualitative indicators, light modeling (adequate amount of light, biodynamic lighting planning) which are dependent to the specific conditions of the light environment in certain geographical areas.
Multicomponent approach	The Multicomponent approach reveals the complex nature of the lighting systems – a network of individual lighting elements which have different functional application to build up certain lighting environment in specific fields like Architectural lighting, Road and Street Lighting, Advertising and Information lighting, Automotive Lighting and Interior lighting.
Systemological approach	The Systemological approach reveals the boundless horizons of conceptual solutions in modern lighting design. The knowledge of systems' types and behaviors namely linear and nonlinear, open and closed (and the possible combinations between them) provokes and encourages the innovative and creative thinking. The Automotive Lighting Sculpture is a clear example of that philosophy (ALS concept). The Systemological approach is an open window to novelty and beauty, to the future.

The information of each factor is otginized by a number of criteria that determine the systematic nature of the whole block system [10].

5. New horizons. "The Light Plot"

5.1. Background

At the end of 2005 a project development entitled ***"A'KIMONO"*** was launched, aiming to present the concept of automotive exterior lighting. It was awarded at the Desire Design Contest 2007, organized by Domus Academy and Style Bertone. A year later a new evolutionary design called ***Audi A'KIMONO LS2.0*** *(Fig. 4a)* was on focus and few months after it was finished, the project received wide public appearance with its original concept of © ***"Automotive Lighting Sculpture"*** in the face of the leading Italian online resource for automotive design CarBodyDesign [1']. Then a few publications in a number of other web sites, newspapers and magazines followed [2',3',4',5',6',7',9',10'], [2'',3'',6'']. In early 2009 ***AUDIBLEYES ALS concept – The Eyes of Audi*** project was completed – a new design concept which received the special prize in the Second Edition of Desire Design Contest 2009, organized by Domus Academy and Audi *(Fig. 4a)*. In 2010 five years passed since the birth of the Automotive Lighting Sculpture concept. In the same year the fourth project called ***Bugatti Atolla ABLS Concept*** *(Fig. 4a)* was finished; it was honored with People's Choice Award at RTT Excite 2011 in May. In 2013 it was revealed the © ***ALS Semantic Circle***, *Dorteo 2013 Massage*: © ***Reduce Glare, Show Beauty, Reach Harmony!*** ©***↓G↑B→H!*** 2014 unveiled the idea of © ***Vehicles Without Headlights***, © UUL.VWHL.VIVALS.

5.2. Motivation of the Light Plot and ALS concept appearance

At present the dynamic development of lighting systems in modern vehicles provide many new opportunities to be revealed and redefined. Designers are looking for new options to achieve their aesthetic design solutions taking inspiration not as much the great diversity of technical means as the synergistic interaction between light and form. The efforts that the design specialists have been making in the last decade apparently show the

result of quite well lit road forward. However, there are some issues related to driving, which do not fully satisfy the drivers participating from the other side of the roadway.



Fig.4. "The Light Plot"; Audi A'KIMONO LS2.0 Concept; Audibleyes ALS Concept; Bugatti Atolla ABLS Concept; (a). Hypothesis of the development of the 21st century vehicles (b).

According to recent studies, a significant part of drivers are middle-aged (50 years) as the report refers not only to Bulgarian citizens but also to other European countries.

From psychophysiological perspective this group of participants on road can be reasonably considered as precarious ('rickety', 'liable to collapse'). The reason for this lies in the details of the operation and condition (coordination) of the visual system in the elderly people and in particular the way their visual accommodation works. With the increasing age, the ability of the visual accommodation in drivers significantly reduces, because the lens becomes less elastic.

Another major problem relates to the higher values of light intensity of the headlights and especially the direct light that confuses the drivers from all social groups (20, 40 and 60 years old). It is a well-known fact that the systemic exposure to direct intense light (glare) leads to changes in the general condition of the human eye and often followed by a chronic disease. Obviously the night lighting system of modern vehicles carry some risks and problems of social, biological, ergonomic, psycho-physiological nature. In that context the First Closed Cycle of ALS concept (incl. ***A'KIMONO***, ***Audi A'KIMONO LS2.0, Audibleyes ALS concept, Bugatti Atolla ABLS Concept***) brings out a hypothesis towards the way how vehicles of tomorrow might look like, addressing the light discomfort problem during the night driving and the way it could be reduced (*Fig. 4 a,b*), [2,3,4,6,7,9,11].

6. Conclusion

The integration of unconventional (alternative) lighting installations with the application of diffuse illumination of certain surfaces in the car body is an author's cue having arisen from the deliberate analysis of contemporary trends (objective pros and cons) in automotive design field and the opportunities that the progressive lighting technologies have been recently providing. Thanks to the artistic and functional exterior lighting the surface language of the vehicle reveal a new imagery of the future means of transportation. It is represented in the following prognosis defining some main aspects of *The Light Plot* (Fig.5):



Fig.5. The Light Plot. Dorteo's Semantic Circle of ALS Concept. Personal Harmony: Conventional vehicles - Beauty against Harmony; Vehicles without Headlights - Reduce Glare, Show Beauty, Reach Harmony! ©↓G↑B→H; Automotive Lighting Sculpture – Beauty releases Harmony; UUL.VWHL.VIVALS.

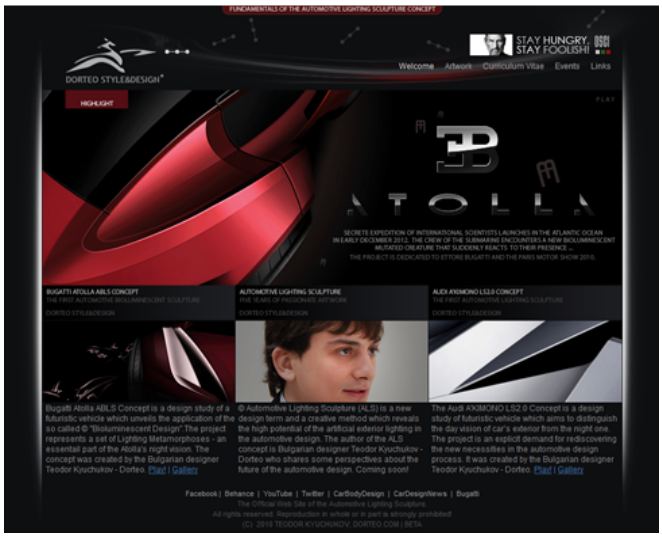


Fig.6. The Official website of the Automotive Lighting Sculpture,
Dorteo Style&Design 2014 (www.dorteo.com)

A. The exterior and interior layout of future vehicles will take increasingly strong sculptural appearance to bring the car image closer to the evolution of a living organism.

B. Due to the high technology progress of lighting systems the automotive lighting systems would change its appearance as they would accept the case of being *"partially reduced"* in a combination with night vision system and/or autopilot navigation to satisfy a higher degree of safety. In that scenario the *"Light Modeling"* and *"Light Modulation"* would play a significant role.

C. The interior of the car would turn into an environment that could provide the opportunity for the experience of *"Relaxation in Motion"*.

Finally, the Automotive Lighting Sculpture Concept as an open nonlinear system allows building different design hypotheses in order to seek new distinctive and rational approaches. As a result it reconsiders the design of the contemporary motor vehicles as the issue of the ALS concept does remain open to a broad creative and innovative debate.

REFERENCE

[1] Kyuchukov T. (2006), Honda S 2000 Evolution. Proceedings of Scientific Student Seminar AIF'2006, ISSN 1311-3321. Angel Kanchev University of Ruse, Bulgaria.
[2] Kyuchukov T. (2008), Automotive Lighting Sculpture. University of Ruse, Proceedings, Vol. 47, book 1.1, ISSN 1311-3321, p. 58.
[3] Kyuchukov T. (2008), Automotive Lighting Sculpture "A'KIMONO". International scientific Conference Unitech`08, Proceedings, Volume I, ISSN 1313-230X. Technical University of Gabrovo, Bulgaria, p. I-65.
[4] Kyuchukov T. (2009), Automotive Lighting Sculpture – Illusion or Necessary Reality. Engineering Design and Ergonomics National Conference, Proceedings, ISSN 1313-9584, Technical University of Sofia, Bulgaria, p. 25.
[5] Kyuchukov T. (2009), Development of Lighting Systems in modern cars. Engineering Design and Ergonomics, National Conference, Proceedings, Technical University of Sofia, Bulgaria, ISSN 1313-9584, p. 12.
[6] Kyuchukov T. (2010), Automotive Lighting Sculpture – A Look Towards Bioluminescence. BulLight 2010, XIV National Conference with International Participation, ISSN 1314-0787. Varna, Bulgaria, p. VI-31.

[7] Kyuchukov T. (2010), Automotive Lighting Sculpture – Synergetic Interaction Between Form and Light. Terminological Development of the Concept. BulLight 2010, XIV National Conference with International Participation, ISSN 1314-0787. Varna, Bulgaria, p. 12.
[8] Kyuchukov T. (2010), Systematic Approach for the Classification of the Contemporary Automotive Lighting Devices. Automotive Lighting Sculpture. BulLight 2010, XIV National Conference with International Participation, ISSN 1314-0787. Varna, Bulgaria, p. X-7.
[9] Kyuchukov T. (2012), Automotive Lighting Sculpture. Definition and Realization. IX International Congress "Machines, Technologies, Materials". Machines Technologies Materials. International virtual journal for science, technics and innovations for the industry. Year VI, Issue 10/2012 ISSN 1313-0226, Varna, Bulgaria, p. 52.
[10] Kyuchukov T. (2012), Systematic and methodical approaches to lighting design. "SATI" system. IX International Congress "Machines, Technologies, Materials". Machines Technologies Materials. International virtual journal for science, technics and innovations for the industry. Year VI, Issue 10/2012, ISSN 1313-0226, Varna, Bulgaria, p.3.
[11] Kyuchukov T. FEEARA – Automotive Lighting Sculpture. XV National Conference with International Participation "BulLight 2014" ,ISSN 1314-0787, Sozopol, Bulgaria, 2014, p. 219.

INTERNATIONAL ONLINE REFERENCE

[1'] Traverso M. (2009), Audi A'KIMONO LS2.0 Concept. CarBodyDesign. Retrieved from: http://www.carbodydesign.com/archive/2009/01/26-a-kimono-ls20-concept/ .
[2'] Ricciuti A. (2009), Design Excercise: Audi A'KIMONO LS2.0 Concept. WorldCarFans. Retrieved from: http://www.worldcarfans.com/109020316701/design-excercise-audi-akimono-ls20-concept .
[3'] Traverso M. (2009), The Top Ten Stories of 2009. CarBodyDesign. Retrieved from: http://www.carbodydesign.com/archive/2009/12/top-ten-stories-of-2009/.
[4'] Ricciuti A. (2009), Design Excercise: Audi A'KIMONO LS2.0 Concept. WorldCarFans, Comments (13): February 3, 2009 9:02 pm; February 3, 2009 11:49 pm; April 15, 2009 4:46 pm. Retrieved from: http://www.worldcarfans.com/109020316701/design-excercise-audi-akimono-ls20-concept .
[5'] Kyuchukov T. (2009), Audi A'KIMONO LS2.0. Behance Served Sites: Industrial Design Served, featured on 10/24/09; ID Magazine, featured on 12/24/11. Retrieved from: http://www.industrialdesignserved.com/gallery/Audi-AKIMONO-LS20/311103;http://www.id-mag.com/gallery/Audi-AKIMONO-LS20/311103 .
[6'] Campagne B. (2008), La voiture de demain : 12 visions de designers, Audi. Planet.fr . Retrieved from:
http://www.planet.fr/auto-la-voiture-de-demain-12-visions-designers.18615.1499.html?page=0%2C11 .
[7'] Емили (2009), Българин смая света с концепцията Audi A KIMONO LS2. Volvo Club Bulgaria Forum. Retrieved from:http://www.volvoclub-bg.com/forum/viewtopic.php?p=79803
[8'] Cuellar A. (2011) What are the challenges? LinkedIN, Automotive Lighting Sculpture Group. Registration required. http://www.linkedin.com/groupItem?view=&gid=3766913&type=member&item=77426984&trk=groups_most_popular-0-b-ttl&goback=%2Egsm_3766913_1_*2_*2_*2_lna_PENDING_*2%2Egmr_3766913%2Egmp_3766913 .
[9'] Janovicek P. Concept Cars – A Glance into the Future of Automobile Industry. Cruzine. Retrieved from: http://www.cruzine.com/2011/01/27/concept-cars-photography/
[10'] Battenbough G. Driven by design. Architecture & Design. Retrieved from: http://www.architectureanddesign.com.au/comment/driven-by-design

INTERNATIONAL PRESS REFERENCE

[1''] De'Silva W. (2005), If you want to see the new Audi, just design it. Auto&Design 153, Luglio/Agosto 2005, Anno XXVII, N.4, ISSN 0393-8387, Italy.

[2’’] Николова Л. (2009), Експериментът „Автомобилна светлинна скулптура“ (The Experiment “Automotive Lighting Sculpture“) сп. AutoBild България, 26.02-04.03.2009, бр.8 изд. МедиаПартнер ЕООД, България.
[3’’] Марков А. (2009), Дизайн Made in BG (Design Made in BG). сп. MotorShow, март 2009 бр. 52 изд. Авто Мотор Шоу ООД, България.
[4’’] Миланов К. (2009), Русенец „вае“ автомобилни светлинни скулптури (Man from Ruse”sculpts” automotive lighting sculptures, [GT]). в-к Монитор, 07-08.02.2009, бр. 3449, година XI, изд. Нова Българска Медийна грипа, България.
[5’’] Дочев М. (2009), Българин изобрети проект на колата на бъдещето (Bulgarian invented the design of the car of the future [GT]). в-к Новинар, 31.01-01.02. 2009г., събота-неделя, бр. 24 (5181), година XVII, изд. Новинар медиа АД, България.
[6’’] Пенчева А.(2009), Русенският самурай „Акимоно“ разтърси автомобилния дизайн (The Samurai from Ruse „Akimono” rocked automotive design [GT]). в-к Утро/21-22 фев., 2009г., брой 43(5535), година XIX, изд. Пресгруп Утро ЕООД, стр1,5, Русе, България.

Contact Information
Teodor Kyuchukov, PhD
Angel Kanchev University of Ruse
Department of Industrial Design
E-mail: tkyuchukov@uni-ruse.bg
URL: http://www.dorteo.com

The present paper has been produced with the financial assistance of the European Social Fund under Operational Programme “Human Resources Development”. The contents of this document are the sole responsibility of the “Angel Kanchev” University of Ruse and can under no circumstances be regarded as reflecting the position of the European Union or the Ministry of Education and Science of Republic of Bulgaria.

Project № BG051PO001-3.3.06-0008 “Supporting Academic Development of Scientific Personnel in Engineering and Information Science and Technologies”.

Европейски съюз

ПРОЕКТ № BG051PO001-3.3.06-0008 „ПОДПОМАГАНЕ ИЗРАСТВАНЕТО НА НАУЧНИТЕ КАДРИ В ИНЖЕНЕРНИТЕ НАУКИ И ИНФОРМАЦИОННИТЕ ТЕХНОЛОГИИ“

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европеския съюз.

ЕСФ България
Европейски социален фонд



ИНВЕСТИРА ВЪВ ВАШЕТО БЪДЕЩЕ!