

# ГОДИШНИК

НА ТЕХНИЧЕСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ

във Варна

том II



ВАРНА  
2013

**ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – ВАРНА  
ДОБРУДЖАНСКИ ТЕХНОЛОГИЧЕН КОЛЕЖ гр. ДОБРИЧ,  
СЪЮЗ НА УЧЕНИТЕ В БЪЛГАРИЯ клон ДОБРИЧ,  
ДОБРУДЖАНСКИ ЗЕМЕДЕЛСКИ ИНСТИТУТ гр. Ген. ТОШЕВО,  
ТЪРГОВСКО-ПРОМИШЛЕНА ПАЛАТА гр. ДОБРИЧ**

## **СБОРНИК ДОКЛАДИ**



**ВТОРА ЮБИЛЕЙНА  
НАУЧНА СЕСИЯ ПО СЛУЧАЙ  
25 ГОДИНИ ВИСШЕ ТЕХНИЧЕСКО ОБРАЗОВАНИЕ  
в град ДОБРИЧ**

**11-12 Октомври 2013**

**ГР. ДОБРИЧ, БЪЛГАРИЯ**

### **РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ**

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

доц. д-р инж. Петър Георгиев Георгиев

доц. д-р инж. Мариана Георгиева Тодорова

доц. д-р Драгомир Добрев Гроздев

доц. д-р инж. Бохос Рупен Апрахамян

доц. д-р инж. Лора Василева Попова

доц. д-р инж. Павлина Калчева Тотева-Лютова

доц. д-р инж. Радко Петров Михайлов

**Секретар:** инж. Паолина Костова Политова

**Издател:** Технически университет - Варна

**ISSN: 1311-896X**

*Уважаеми, госпожи и господа!*

*Уважаеми, колеги!*

*В настоящия том от Годишника на ПТУ Варна Вие ще намерите трудовете на участниците във Втората юбилейна научна сесия, организирана от Добруджански технологичен колеж под надслов „25 години висше техническо образование в гр. Добрич“. ПТУК са публикувани постиженията на преподавателите от колежа през настоящата година, когато се навършват 25 години от създаването му. През изминалите години колежът претърпя преобразувания и трансформации по един изпълнен с трудности и предизвикателства, характерни за съвременето ни, път. Неговият колектив от преподаватели и служители успешно отстоя своите цели и визия да обучава хора над средно образование на добро ниво и да прави полезна научно изследователска дейност. За резултатът от това красноречиво говорят статиите в този том. ПТУК има и трудове на наши колеги от: Добруджански земеделски институт гр. Ген. Тошево, Технически университет Варна и Педагогически колеж гр. Добрич, които с участието си уважиха нашият научен форум и аз искам искрено да им благодаря.*

*Една мъдрост звучи така: „казаното – отминава, написаното – остава“. Нека с този том на Годишника на ПТУ Варна да оставим поредния знак за развитието и постиженията, откакто през годините в гр. Добрич има висше техническо образование!*

*доц. д-р инж. Р. Михайлов*

*Директор на ДПТК гр. Добрич*



## **ПРОГРАМЕН КОМИТЕТ**

### **Председател:**

проф. д-р инж. О. Фархи, Ректор, ТУ Варна

### **Членове:**

г-жа Д. Николова, кмет на Община гр. Добрич  
доц. д-р инж. Хр. Скулев, зам. ректор, ТУ-Варна  
доц. д-р инж. И. Иванов, НИС, ТУ-Варна  
доц. д-р И. Киряков, директор на ДЗИ – Ген. Тошево  
доц. д-р П. Янков, председател на СУБ клон Добрич;  
г-н Г. Германов, Изп. Секретар, ТПП Добрич  
проф. д-тн. инж. Д. Димитров, ТУ-Варна  
проф. д-сн. П. Иванов, ДТК – Добрич  
доц. д-р инж. Ил. Петришки, ТУ-Варна  
проф. д-р инж. Б. Борисов, РУ «Ангел Кънчев»  
доц. д-р инж. Ж. Демирев, РУ «Ангел Кънчев»  
доц. д-р В. Чириков, ТУ-Варна  
доц. д-р инж. Б. Лалев, ТУ-Варна  
доц. д-р инж. Д. Ковачев, ТУ-Варна  
доц. д-р инж. Н. Иванов, ТУ-Варна

## **ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ**

### **Председател:**

доц. д-р инж. Р. Михайлов, ДТК- Добрич

### **Научен секретар:**

доц. д-р инж. В. Веселинова, ДТК- Добрич

### **Секретариат:**

гл. ас. инж. Св. Стоянов, ДТК- Добрич  
гл. ас. инж. Св. Захариев, ДТК- Добрич  
гл. ас. инж. Св. Паскалева, ДТК- Добрич  
гл. ас. инж. Кр. Загорова, ДТК- Добрич  
гл. ас. инж. Д. Томанова, ДТК- Добрич  
гл. ас. инж. В. Демирев, ДТК- Добрич  
ас. инж. А. Боева, ДТК- Добрич  
ас. М. Николова, ДТК- Добрич

# СЪДЪРЖАНИЕ CONTENTS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>ДОБРУДЖАНСКИ ТЕХНОЛОГИЧЕН КОЛЕЖ СЪС СВОЕ ЛИЦЕ И ДИРЯ В 25 ГОДИШНОТО РАЗВИТИЕ НА ВИСШЕТО ТЕХНИЧЕСКО ОБРАЗОВАНИЕ В ГР. ДОБРИЧ</b><br>DOBRUDZHA TECHNOLOGICAL COLLEGE WITH OWN FACE AND TRACK AFTER 25 YEARS DEVELOPMENT OF THE HIGH TECHNICALLY EDUCATION IN DOBRICH<br><i>Радко П. Михайлов</i> .....                                                                                                                                   | 7  |
| <b>ПРИНОС НА МЕЖДУРОДОВАТА ХИБРИДИЗАЦИЯ В СЕЛЕКЦИЯТА НА СЛЪНЧОГЛЕДА</b><br><b>I. РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗУЧАВАНЕ КРЪСТОСВАЕМОСТТА НА КУЛТУРНИЯ СЛЪНЧОГЛЕД С ВИДОВЕ ОТ РАЗЛИЧНИ РОДОВЕ НА СЕМЕЙСТВО COMPOSITAE</b><br>CONTRIBUTION OF INTERGENERIC HYBRIDIZATION TO SUNFLOWER BREEDING<br>I. RESULTS OF CROSSABILITY INVESTIGATIONS OF CULTIVATED SUNFLOWER AND SPECIES FROM DIFFERENT GENERA OF FAMILY COMPOSITAE.)<br><i>Михаил Христов</i> ..... | 12 |
| <b>ХИБРИДИЗАЦИЯ НА КУЛТУРНИЯ СЛЪНЧОГЛЕД HELIANTHUS ANNUUS И ЕДНОГОДИШНИЯ ДИВ ВИД HELIANTHUS ARGOPHYLLUS</b><br>HYBRIDIZATION OF CULTIVATED SUNFLOWER HELIANTHUS ANNUUS WITH WILD ANNUAL SPECIES HELIANTHUS ARGOPHYLLUS<br><i>Даниела Вълкова, Нина Ненова, Мирослава Христова-Чербаджии, Юлия Енчева</i> .....                                                                                                                            | 18 |
| <b>СЪСТАВ НА РЕЗЕРВНИТЕ БЕЛТЪЦИ В ТРИ СИНТЕТИЧНИ ПШЕНИЦИ (2N=42, BBA<sup>U</sup>A<sup>U</sup>DD)</b><br>COMPOSITION OF SEED PROTEINS IN THREE SYNTHETIC WHEATS (2N=42, BBA <sup>U</sup> A <sup>U</sup> DD)<br><i>Соня Донева, Пенко Спецов</i> .....                                                                                                                                                                                      | 23 |
| <b>ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ЛИСТНО-ПЛОЩЕН ИНДЕКС ПРИ ОБИКНОВЕНА ЗИМНА ПШЕНИЦА (TRITICUM AESTIVUM L.)</b><br>CALCULATION OF THE LEAF-AREA INDEX IN COMMON WINTER WHEAT (TRITICUM AESTIVUM L.)<br><i>Христо Павлинов Стоянов</i> .....                                                                                                                                                                                                                | 30 |
| <b>МОДЕЛИРАНЕ НА СУШИЛЕН ЕКСПЕРИМЕНТ С АЛТЕРНАТИВНА КИНЕТИЧНА ЗАВИСИМОСТ</b><br>MODELLING OF DRYING EXPERIMENT WITH ALTERNATIVE KINETIC DEPENDENCE<br><i>Владимир Демирев, Божидар Колев</i> .....                                                                                                                                                                                                                                        | 36 |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ НА GPS ТЕХНОЛОГИЯТА В УСЛОВИЯТА НА ПРЕЦИЗНОТО ЗЕМЕДЕЛИЕ</b><br>THE APPLICATION OF GPS TECHNOLOGY IN THE CONDITIONS OF PRECISION AGRICULTURE<br><i>Радко П. Михайлов</i> .....                                                                                                                                                                                                                                               | 39 |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ НА МЕТОДА НА ЕМПИРИЧНОТО СИЦИОЛОГИЧЕСКО ИЗСЛЕДВАНЕ ЗА ПРОУЧВАНЕ НА СДРУЖЕНИЯ ЗА НАПОЯВАНЕ</b><br>APPLICATION OF THE METHOD OF THE EMPIRICAL SOCIOLOGICAL RESEARCH FOR IRRIGATIONS ASSOCIATIONS<br><i>Красимира Загорова</i> .....                                                                                                                                                                                           | 43 |
| <b>ПРЕОБРАЗОВАТЕЛ НА ДВУПОСОЧЕН РАЗБАЛАНС НА ТЕНЗОМОСТ В ПЕРИОД</b><br>BIDIRECTIONAL STRAIN GAUGE BRIDGE TO TIME INTERVAL CONVERTER<br><i>Свилен Стоянов, Станимир Станков, Христо Гигов</i> .....                                                                                                                                                                                                                                        | 48 |
| <b>ИНОВАЦИОННА ПРАКТИКА ПРИ ИЗСЛЕДВАНЕ СИЛОВИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ТЕХНОЛОГИЧНИ ОПЕРАЦИИ В МАШИНОСТРОЕНЕТО</b><br>INNOVATION PRACTICE OF THE RESEARCH FORCE CONDITIONS OF THE TECHNOLOGICAL OPERATIONS IN ENGINEERING<br><i>Свилен Х. Стоянов</i> .....                                                                                                                                                                                    | 53 |

|                                                                                                                                                                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>МОДЕЛИРАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕЛЕМЕНТИ ОТ АВТОНОМНИ<br/>ФОТОВОЛТАИЧНИ СИСТЕМИ</b><br>MODELING AND RESEARCH OF COMPONENTS OF STAND-ALONE PHOTOVOLTAIC<br>SYSTEMS                                                                     |     |
| <i>Светлозар К. Захариев, Владимир Г. Демирев, Стоян С. Гишин, Димитър И. Димитров .....</i>                                                                                                                                        | 58  |
| <b>МОДЕЛИРАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА АВТОНОМНИ ФОТОВОЛТАИЧНИ СИСТЕМИ С<br/>ОПТИМИЗИРАНЕ НА ЗАРЯДНИЯ ПРОЦЕС</b><br>MODELLING AND RESEARCH OF STAND-ALONE PHOTOVOLTAIC SYSTEMS WITH<br>CHARGE PROCESS OPTIMIZATION                           |     |
| <i>Светлозар К. Захариев, Владимир Г. Демирев, Стоян С. Гишин, Димитър И. Димитров .....</i>                                                                                                                                        | 64  |
| <b>АКТИВНО ОБУЧЕНИЕ НА СТУДЕНТИТЕ ПО ЕЛЕКТРОНИКА</b><br>ACTIVE LEARNING IN ELECTRONICS                                                                                                                                              |     |
| <i>Екатерина Димитрова .....</i>                                                                                                                                                                                                    | 69  |
| <b>ВЪЗМОЖНОСТИ НА CMS DRUPAL ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ НА ЕЛЕКТРОННА<br/>ЕНЦИКЛОПЕДИЯ</b><br>CMS DRUPAL OPTIONS FOR REALIZATION OF ELECTRONIC ENCYCLOPEDIA                                                                                      |     |
| <i>Светлана Ж. Василева, Богомил А. Гайдарджиев .....</i>                                                                                                                                                                           | 75  |
| <b>SCIENCE, RESEARCH, TECHNOLOGY AND QUALITY</b>                                                                                                                                                                                    |     |
| <i>Kiril Kirov .....</i>                                                                                                                                                                                                            | 81  |
| <b>ВЪЗМОЖНОСТИ НА ИНТЕГРАЛНИЯ ПОДХОД ПРИ МОДЕЛИРАНЕ НА ПРОЦЕСА</b><br>POSSIBILITIES OF INTEGRAL APPROACH TO MODELING OF THE PROCESS                                                                                                 |     |
| <i>Кирил Я. Киров .....</i>                                                                                                                                                                                                         | 87  |
| <b>ЕКОЛОГИЧЕН АНАЛИЗ НА СЪСТОЯНИЕТО И ЧИСТОТАТА НА АТМОСФЕРНИЯ<br/>ВЪЗДУХ В ГР. ДОБРИЧ</b><br>ENIRONMENNTAL ANALYSIS OF THE STATE AND CLEANLINESS OF THE ATMOSPHERIC<br>AIR IN THE CITY OF DOBRICH                                  |     |
| <i>Кирил Ст. Стоянов, Атанаска К. Боева, Добромир К. Стоянов .....</i>                                                                                                                                                              | 92  |
| <b>ИНОВАТИВНИ ТЕХНОЛОГИИ ЗА ПОВИШАВАНЕ НА ПЪТНАТА БЕЗОПАСНОСТ С<br/>ВЪЗМОЖНОСТ ЗА ПРИЛОЖЕНИЕ В ПРЕЦИЗНОТО ЗЕМЕДЕЛИЕ</b><br>INNOVATIVE TECHNOLOGIES TO IMPROVE ROAD SAFETY POSSIBILITIES FOR<br>APPLICATION IN PRECISION AGRICULTURE |     |
| <i>Атанаска Боева, Милена Николова .....</i>                                                                                                                                                                                        | 98  |
| <b>РАЗВИТИЕ НА ВИДЕОКОНТРОЛА В ПЪТНАТА БЕЗОПАСНОСТ В РЕПУБЛИКА<br/>БЪЛГАРИЯ ПРЕЗ ПЕРИОДА 2010 – 2013 Г.</b><br>VIDEO DEVELOPMENT OF ROAD SAFETY IN THE REPUBLIC OF BULGARIA FOR THE<br>PERIOD 2010 - 2013 YEAR                      |     |
| <i>Дамянка Ст. Томанова /Димитрова/ .....</i>                                                                                                                                                                                       | 103 |

## ДОБРУДЖАНСКИ ТЕХНОЛОГИЧЕН КОЛЕЖ СЪС СВОЕ ЛИЦЕ И ДИРЯ В 25 ГОДИШНОТО РАЗВИТИЕ НА ВИСШЕТО ТЕХНИЧЕСКО ОБРАЗОВАНИЕ В ГР. ДОБРИЧ

DOBRUDZHA TECHNOLOGICAL COLLEGE WITH OWN FACE AND TRACK AFTER 25  
YEARS DEVELOPMENT OF THE HIGH TECHNICALLY EDUCATION IN DOBRICH

**Радко П. Михайлов**

**Резюме:** В настоящия доклад се прави кратка ретроспекция на изминатия път и се акцентира върху настоящото състояние и перспективите за бъдещото развитие на колежа. Приведени са данни за най-ценния капитал на колежа – преподавателският състав и професионалното му израстване през годините. Показана е в графичен вид информацията за обучаемите - продукта от нашата образователна и изследователска дейност за изминалия четвърт век. Посочена е спецификата, която характеризира колежа като съвременно специализирано висше техническо училище: добре развита и поддържана материално–техническа база; многопланова международна дейност; интензивна научно–изследователска дейност и постоянна работа за развитие на специалностите, успешна институционална и програмна акредитация.

**Ключови думи:** акредитация, колеж, материално–техническа база, обучаеми, преподавателски състав, ретроспекция

**Abstract:** This report is a brief retrospective of the past time and the emphasis on the present and future development of the campus. Data is given for the most valuable asset of the college - its faculty over the years and at present. The information about students, those who are the product of education and research for the past quarter century is shown in graphic form. The specificity characterizing college such as well-developed and maintained facilities and equipment, active international activity, intensive research and ongoing work for successful institutional and program accreditation of majors in college is shown also.

**Keywords:** accreditation, college, technical base, trainees, faculty, flashback

### I. ВЪВЕДЕНИЕ

Добруджански технологичен колеж води началото си от 1988 г. като филиал на Полувисшия институт по химическа промишленост и машиностроене (ПИХПМ) – Варна, с направления „Транспортна техника“ и „Автоматизация на машиностроенето“. За рожден ден на висшето техническо образование в гр. Добрич може да се приеме датата 13 януари 1989 г. Тогава със заповед на председателя на “Съвет за висше образование”, се разкрива Отделение по машиностроене и електротехника гр. Добрич, към Технически университет Варна. Първият директор е гл. ас., к.п.н. инж. М. Ингилизова. През есента на 1989 г. с Постановление на Министерския съвет на Република България № 52 от 9.XI.1989 г. Отделението става Полувисш институт по машиностроене и електротехника, (ПИМЕ), за подготовка и обучение на специалисти с полувисше образование по три специалности: „Технология на машиностроенето и уредостроенето“ (ТМУ); „Автоматизация на дискретното производство“(АДП) и

„Електронна техника и микроелектроника“ (ЕТМЕ).

През следващите две години до 1991 г., се създават голяма част от лабораториите и двете работилници по машиностроене и електроника. Основен принос за това има гл. ас. к.п.н. инж. М. Ингилизова. Приетият през 1991г. Правилник за устройство и дейност на полувисшите институти в Република България изиграва важна роля за организационното и съдържателното изграждане на новото полувисше учебно заведение. Принос за това има доц. д-р инж. Радко Михайлов, който е директор в периода 1992 – 1997 г.

През 1995 г. е открита четвърта специалност „Механизация на земеделието“ (МЗ). С Постановление № 16 от 27.I.1997 г. ПИМЕ е преобразуван в Добруджански технологичен колеж (ДТК) в структурата на ТУ Варна. За положителните промени, настъпили през този период от развитието на ДТК, голям принос има доц. д-р инж. Йорданка Казанджиева, която е негов директор два последователни мандата от 1997 до 2007 г.. Със своя ентузиазъм и професионализъм тя прави

изключително много за обогатяване на материално-техническата база на колежа, за стабилизиране и квалифициране на академичния състав и за успешната програмна акредитация на специалностите.

## II. РАЗВИТИЕ СТРУКТУРАТА НА КОЛЕЖА

### 1. Структурни промени и ръководен състав

От 1988 до 1993 г. в ПИМЕ се сформират три катедри: „Технология и автоматизация на машиностроителното производство“, (ТАМП), с ръководител проф. д-р инж. Д. Витанов, „Общи и общо технически дисциплини“ (ООТД) с ръководител проф. д-р инж. Цв. Бабинов и „Електроника“ (Е) с ръководител гл. ас. инж. Бл. Димитров. През 1998 г., след реструктуриране, катедрите стават две с нови имена: „Машиностроителна и земеделска техника и технологии“ (МЗТТ) с ръководител проф. д-р инж. Д. Витанов и „Електронна техника и автоматика“ (ЕТА) с ръководител гл. ас. инж. Св. Захариев. От 2003 г. колежа е с „безкатедрена“ структура, при което преподавателите са кооптирани членове към специализираните катедри на Технически университет Варна според профила на научната им специалност.

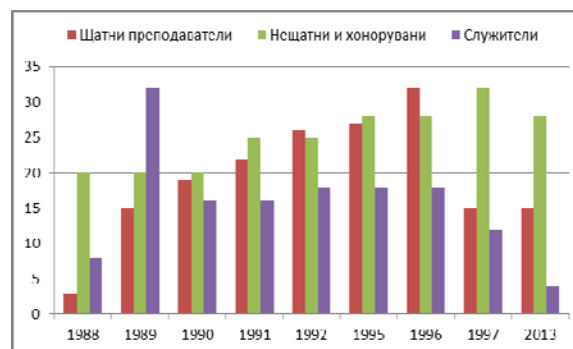
### 2. Преподавателски състав – човешки ресурси

Динамиката в изменението на броя на преподавателите и служителите в институцията е показана на Фигура 1. Началото е поставено през есента на 1988 г. с трима щатни преподаватели и осем служители. Максимумът е през 1996 г. с 32 преподаватели, от които един професор доктор на науките, 4 доцента доктори и 18 служители.

В момента щатните преподаватели са 15, от които двама доценти доктори и 4 служители. Нещатните преподаватели се движат в рамките на 20-25 на семестър, като външните хонорувани са 4 от тях. Това са основно хабилиитирани преподаватели.

### 3. Специалности – развитие, приети и завършили студенти

Обучението започва през 1988 г. с една специалност АДП. На следващата година се осъществява прием по още две: ТМУ и ЕТМЕ, а през 1995 г. и по четвърта: МЗ, която с времето измества специалност ТМУ и се преименува в „Земеделска техника и технологии“, (ЗТТ).



Фиг. 1. Човешки ресурси: щатни, нещатни и хонорувани преподаватели и служители

Най-дълго задържалата се с прием специалност е „Електроника“, наследник на специалност ЕТМЕ, (Фиг.2). Има прекъсване само през 2000г. когато е осъществен еднократен прием по специалността „Автоматизация, информационна и управляваща техника“, (АИУТ). От 2002 г., в продължение на 10 години, колежа има прием само по две специалности. Едва през 2012 г. се разкрива трета - „Ремонт и експлоатация на транспортна техника“, (РЕТТ). Общият брой на приетите студенти за изминалите 25 години е 1931 от тях 334 са в задочна форма на обучение.

Броят на студентите завършили успешно колежа от неговото създаване досега е 795 души, (Фиг. 3)

Максимумът в броя на завършилите по една специалност („Електроника“) е 46 през 1996 г., а максимумът на общия брой завършилите (по всички специалности) в една година е през 1998 г. - 77 души, (Фиг. 3).

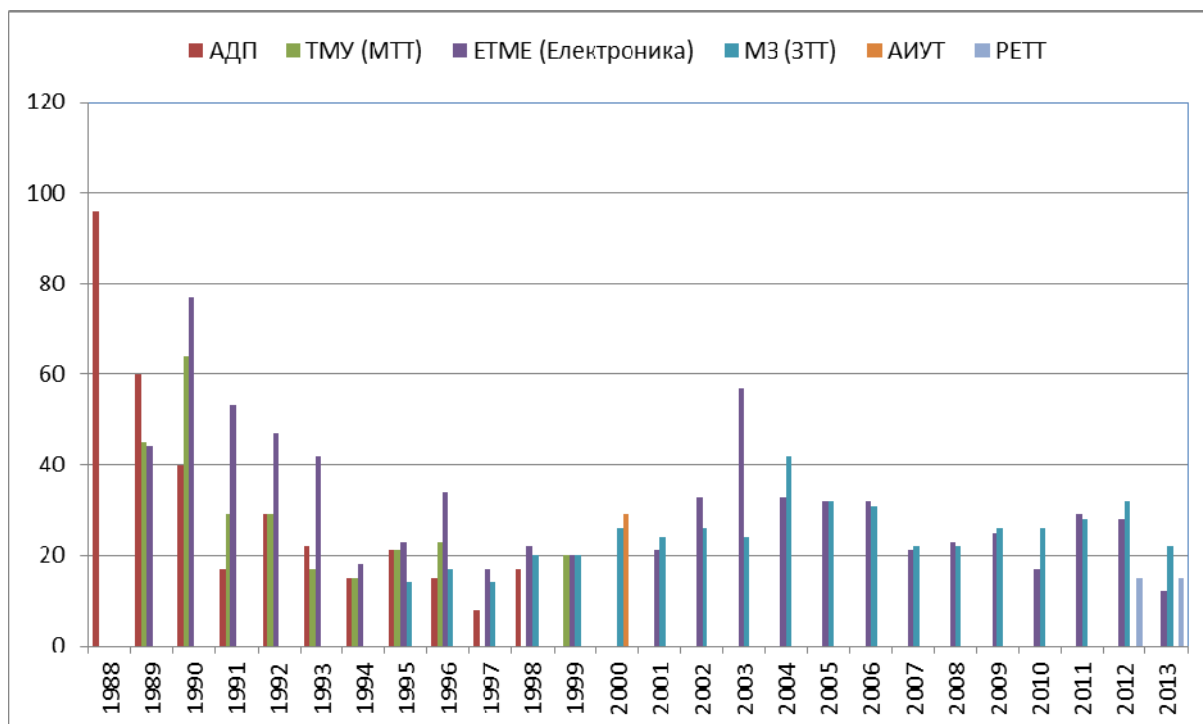
### 4. Специфика на обучението в ДТК

#### а) Материално-техническа база

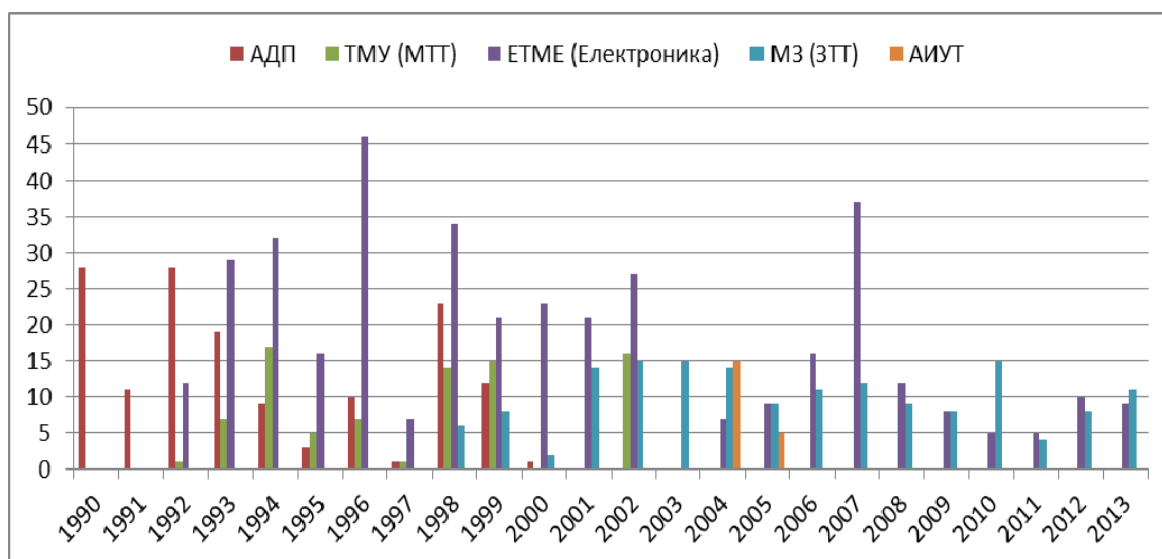
За обучението на студентите се използва базата на ДТК и материалната база на ТУ Варна. На лице е необходимата материално-техническа база за обучение, в съответствие със спецификата на ОКС „професионален бакалавър по ...“. Материалната база за осъществяване на учебния процес обхваща: лекционните, семинарните и лабораторните зали и опитните полета.

Обучението на студентите се осъществява в 28 зали, от които 12 лекционни, 12 лаборатории, 1 научно практическа лаборатория, 1 специализирана компютърна зала и 2 работилници.





Фиг. 2. Приети студенти от 2008 до 2013 г.



Фиг. 3. Завършили студенти по години и специалности.

На територията на колежа има изградени открити спортни площадки, които се ползват за физическо възпитание и спорт.

Аудиторните зали, в които се провежда обучението на студентите отговарят на необходимите. Те са: светли, отоплени и хигиенични, оборудвани са с видео технически средства и разполагат с достатъчно места.

#### б) Визия за развитието на колежа

Съветът на колежа прие през 2010 г. „Визия за развитието на ДТК“. Нейната актуализирана версия от 2013г. е публикувана на интернет

страницата на колежа, [3]. Тя съдържа: състояние на колежа, тенденции за нейното изпълнение, цели средства и начини за реализацията ѝ, данни за човешкия потенциал за обучение, изводи и заключение.

#### в) Международна дейност

По значимите международни прояви през последните пет години са:

През 2009 г. доц. Р. Михайлов реализира двуседмична специализация в гр. Тераса, Испания в Колеж по индустриално инженерство, който е част от Каталунската

политехника гр. Барселона. Специализацията е по договора за взаимен междудържавен научен и културен обмен между правителството на Испания и България. Тематика на специализацията беше обмен на опит и овладяване на добри практики в образователната и административната дейност.

През 2012 г. гл. ас. Св. Захариев осъществява двуседмична международна командировка в град Шамбери, Франция в институт INES по проект DERti, програма Erlicharge към „7-ма рамкова програма” на Европейския съюз. Командировката беше посветена на изследване режимите на работа на оловно-киселинни и литиево-йонни акумулаторни батерии, заряд от фотоволтаични модули; разряд в транспортни средства за тягови двигатели при различни режими на работа.

През месец май 2013 гл. ас. Св. Стоянов участва с доклад в IV Международна научно-техническа конференция „Управление и мехатронни системи” в гр. Севастопол, Украйна.

В колежа се работи по два международни Европейски проекта на програма „PHARE за трансгранично сътрудничество България - Румъния 2006”. По единия проект „Евро Добруджа“ 2008 – 2009 г. в колежа се създаде ресурсен център за бизнес и иновации” [4].

По другия „Създаване на трансгранични конкурентоспособни клъстери” 2010 – 2011 г. взеха участие като експерти в дискусиите в секция „Земеделие” колегите: гл. ас. К. Загорова, гл. ас. Св. Захариев и ас. А. Боева, а в секция „Иновации” доц. Р. Михайлов, гл. ас. Св. Стоянов, гл. ас. Д. Томанова, и ас. А. Боева.



Фиг. 4. Сайт на проекта „Евро Добруджа“.

#### г) Насоки на научната дейност

Колежът се развива в три научни направления: машиностроителна и земеделска техника и технологии; електронна техника и

автоматика; приложна теория на еластичност и пластичност за непрекъснати деформируеми среди.

Тематиката на научните изследвания е в областите на:

- Автоматизация и роботизация на процесите в земеделието;
- Икономически проблеми на поливното земеделие;
- Сушене на земеделската продукция;
- Безопасност на движението;
- Експлоатационни характеристики на земеделските машини;
- Нарязване на резби;
- Пластична обработка при дълбоко изтегляне;
- Динамика, якост и надеждност на машините, апаратите и системите;
- Механика на пукнатините;
- Методи и средства за диагностика и безразрушителен контрол на машини и съоръжения;
- Възобновяеми енергийни източници;
- Акумулиране на ел. енергия от фотоволтаични източници;
- Прецизно земеделие.

#### д) Акредитационна дейност

За последните 7 години, от 2006 насам, колежът е участвал в шест акредитационни процедури. Подробна информация за тях е показана в Таблица 1. Три от тях са завършили с положителна оценка, една с оценка „добра“ и две с оценка „много добра“. Колежът се подготвя за успешно участие и в институционалната акредитация на ТУ Варна през 2014 г.

Табл.1. Акредитационна дейност

| Професионално направление за висше образование                                    | ОКС Специалност                                                                   | Документ от НАОА               | Оценка      | Срок                           | Забележка Препоръки                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| „Растениевъдство“                                                                 | „бакалавър“ „Агрономство“                                                         | Писмо изх. № 209/11.04.2006 г. | Положителна | 1 г. до месец октомври 2007 г. | Открита е нова специалност във ФМНЕ на ТУ Варна.                                               |
| „Растениевъдство“ „Машино инженерство“ „Електротехника, електроника и автоматика“ | „бакалавър“ (Финанс на ТУ Варна в Добрич)                                         | Писмо изх. № 210/08.02.2007 г. | Положителна | 2008 г.                        | Препоръка: „Да се поиска акредитация при създаването институционална акредитация на ТУ Варна.“ |
| „Машино инженерство“                                                              | „професионален бакалавър по ...“ „Земеделска техника и технологии“                | Писмо изх. № 674/04.06.2008 г. | Добра       | 6 г. до 2014 г.                | Новосъздаден документ за акредитация през 2014 г.                                              |
| „Електротехника, електроника и автоматика“                                        | „професионален бакалавър по ...“ „Електроника“                                    | Писмо изх. № 473/10.04.2009 г. | Мн. добра   | 6 г. до 2015 г.                | Повишаване на квалификацията                                                                   |
| „Транспорт, корабоплаване и авиация“                                              | „професионален бакалавър по ...“ „Ремонт и експлоатация на транспортната техника“ | Писмо изх. № 622/13.05.2013 г. | Мн. добра   | 6 г. до 2019 г.                | Препоръка: „Да се осъществят МТБ за обучение в ДТК“ срок 2 години                              |

## е) Участие в европейски проекти

По „Програма за развитие на селските райони“, Мярка 111 „Професионално обучение, информационни дейности и разпространение на научни знания“ колектив от колежа създаде проект, в който бяха включени пет краткосрочни 30 часови курса за обучение в област растениевъдството с тематика, свързана с нови техники, технологии и иновационни практики, (Фиг. 5). Бяха обучени 60 курсиста, [3].



Информация за обучителен център

Обучаваща организация: ТУ Варна - Добруджански  
технологичен колеж (ДТК) гр. Добрич



Адрес: гр. Добрич, п. код: 9302, ж. к. „Добротица“ 12

Телефони за връзка: 058 604 712, 058 605 378, факс: 058 605 498,

GSM: 0894 612 351.

## ТЕМА И БРОЙ ЧАСОВЕ НА КУРСОВЕТЕ

| №   | Тема                                                                      | Бр. часове                     | Бр. дни | Място на провеждане на курсовете                                                                                    | Срок за провеждане на курса |
|-----|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| E1. | Приложение на технология GPS в растениевъдството                          | 30<br>21 теория<br>9 практика  | 4       | ДТК гр. Добрич<br>„Агро 2000“ ООД с.<br>Одринци<br>ДЗИ гр. Ген. Тошево                                              | проведен!                   |
| E2. | Нови машини технологии и иновативни практики в земеделието                | 30<br>18 теория<br>12 практика | 4       | ДТК гр. Добрич „Бултрекс“<br>ООД гр. Добрич<br>„Агро 2000“ ООД с.<br>Одринци<br>ДЗИ гр. Ген. Тошево                 | проведен!                   |
| E3. | Напояване на земеделски земи и устойчиво управление на природните ресурси | 30<br>22 теория<br>8 практика  | 4       | ДТК гр. Добрич<br>„Агро 2000“ ООД с.<br>Одринци<br>ДЗИ гр. Ген. Тошево                                              | проведен!                   |
| E4. | Приложение на възобновяем енергийни източници в земеделието               | 30<br>20 теория<br>10 практика | 4       | ДТК гр. Добрич<br>„Агро 2000“ ООД с.<br>Одринци<br>ДЗИ гр. Ген. Тошево<br>ТУ Варна<br>зала S17 НУК, 603,<br>603а ЕФ | проведен!                   |
| E5. | Сушене и съхранение на земеделска продукция                               | 30<br>22 теория<br>8 практика  | 4       | ДТК гр. Добрич<br>„Агро 2000“ ООД с.<br>Одринци<br>ДЗИ гр. Ген. Тошево                                              | проведен!                   |

Фиг. 5. ПРСР Мярка 111.

По „Програма за развитие на човешките ресурси“ колежът участва в два проекта. Единият BG051PO001-3.3.07-002 „Разработване на механизми за ученически и студентски практики“ стартира през тази година. В него работят трима академични наставника: гл. ас. Св. Стоянов, гл. ас. Цв. Захариев и ас А. Боева. Към момента са включени почти 50% от студентите от всички специалности редовно и задочно обучение. Другият е BG051PO001-4.3.04 „Развитие на електронни форми на дистанционно обучение в системата на висшето образование“. Тук участват двамата хабилиитирани преподаватели от колежа.

### III. ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

През 25-те години от своето създаване ДТК изминава труден път на развитие и укрепване. Той се ражда в началото на демократичния преход в страната, преминавайки и преодолявайки редица

трудности и проблеми. В крайна сметка, бележейки трайна дияр колежът успява да заеме своето заслужено място в образователния спектър на гр. Добрич и Североизточна България, като специализирано училище за висше техническо образование.

Успешната реализация на възпитаниците на ДТК, а те не са малко за нашите мащаби, и високите оценките от акредитацията на нашите специалности са най-добрият атестат за мястото и ролята на колежа в социално-икономическото развитие на региона и страната. Ентусиазмът и успехите на колектива са залог за нашите бъдещи успехи.

### ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. Алманах 50 години ТУ Варна 1962-2012, под. ред на О. Фархи, Н. Жеков, Варна, 2012;
- [2]. Михайлов, Р., Добруджански технологичен колеж навърши 20 години по пътя на висшето техническо образование, Годишник на ТУ Варна, том I, стр. 3 – 12, 2008;
- [3]. <http://www.tu-varna.bg/tu-varnakd/index.php?lang=bg>;
- [4] <http://www.eurodobrogea.ro/projects/business-centre/summary-1/>;

### За контакти:

доц. д-р инж. Радко Петров Михайлов, директор на ДТК гр. Добрич, ж. к. „Добротица“ № 12, e-mail: [rmihajlow@tu-varna.bg](mailto:rmihajlow@tu-varna.bg)

Рецензент: доц. д-р инж. Иван Иванов, ТУ Варна

## ПРИНОС НА МЕЖДУРОДОВАТА ХИБРИДИЗАЦИЯ В СЕЛЕКЦИЯТА НА СЛЪНЧОГЛЕДА

### I. РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗУЧАВАНЕ КРЪСТОСВАЕМОСТТА НА КУЛТУРНИЯ СЛЪНЧОГЛЕД С ВИДОВЕ ОТ РАЗЛИЧНИ РОДОВЕ НА СЕМЕЙСТВО COMPOSITAE

#### CONTRIBUTION OF INTERGENERIC HYBRIDIZATION TO SUNFLOWER BREEDING

#### I. RESULTS OF CROSSABILITY INVESTIGATIONS OF CULTIVATED SUNFLOWER AND SPECIES FROM DIFFERENT GENERA OF FAMILY COMPOSITAE.)

Михаил Христов

**Резюме:** Проучването е насочено към подобряване на слънчогледа *Helianthus annuus* L., чрез провеждане на междуродова хибридизация. В него са включени сортове и линии слънчоглед; 28 вида от различни родове на семейство Compositae, хибридният материал, получен с тяхно участие и някои междувидови хибриди. Целта е получаване на жизнени хибридни форми и създаване на нови R и B/A линии слънчоглед. Използвани са методите междуродова, вътревидова и сложна хибридизация и отбор. В резултат на проведеното кръстосване са получени голям брой междуродови и сложнородови хибриди. Част от новите форми и създадените линии притежават устойчивост към болестите мана, фомопсис, фома и алтернARIA, толерантност към склеротиния и пълна устойчивост към различни раси на паразита синя китка. Получени са форми и линии с нова архитектура на растенията, с различен по дължина вегетационен период и различни по размери и окраска семена. Създадени са голям брой R и B линии, които се открояват с висока комбинативна способност и високо съдържание на масло в семената, разнообразен мастно киселинен състав на маслото и аминокиселинен състав на протеина. Една от линиите участва в признатия едросеменен хибрид Мадан. Получените, чрез това проучване, резултати допълват приноса на отдалечената хибридизацията за селекцията на слънчогледа

**Ключови думи:** Compositae - *Helianthus* - хибриди - хибридизация - линии - слънчоглед

**Abstract:** The investigation was directed to improving cultivated sunflower *Helianthus annuus* L. by application of intergeneric hybridization. Sunflower cultivars and lines, 28 species from different genera of family Compositae and hybrid material, obtained from them and some interspecific hybrids were included in it. The aim was developing viable hybrid forms and new R and B/A sunflower lines. Methods of intergeneric, interspecific and complex hybridization together with selection method were used. As a result of crossing implementation a large amount of intergeneric and complex hybrids were obtained. Part of new forms and lines possessed resistance to downy mildew, phomopsis, phoma and alternaria, tolerance to sclerotinia and full resistance to some races of the parasite broomrape. Some forms and lines with new plant architectonics, different vegetation period and different size of seeds were obtained. A lot of R and B lines were developed, which were distinguished with very good combining ability, high seed oil content, variable fatty acid and amino acid content. One of the these lines was a parental line of the registered large seeded hybrid Madan. Results obtained on the base of this investigation contribute wide hybridization to sunflower breeding. Резюме на английски език. (10 pt Times New Roman, Style AbstractA)

**Keywords:** Compositae, *Helianthus*, hybrids, hybridization, lines )

### I. ВЪВЕДЕНИЕ

Междуродовата хибридизация е малко прилаган метод при слънчогледа. Опити за кръстосване на видове от род *Helianthus* са правени с видове от родовете *Tithonia* и

*Viguera* /Heiser et al., 1969/. Междуродова хибридизация с участие на културен слънчоглед и видовете *Carthamus tinctoris* L. и *Onopordon acanthium* L. е проведена от Morozov /1947/. Georgieva-Todorova (1971)

провежда междуродова хибридизация между слънчоглед и вид *Onopordon acanthium* L. разпространен в България. От двете проучвания са получени растения. Описанието на растенията предполага някои от тях да са междуродови хибриди. Въпреки това двамата автори Морозов (1947) и Georgieva-Todorova (1971) не изказват твърдо становище, че са получили междуродови хибриди. При нашите проучвания първият междуродов хибрид е получен през 1987 г. от кръстоска на културния слънчоглед *Helianthus annuus*, сорт Передовик с вида *Tithonia rotundifolia* L., образец № 567 (Christov & Panayotov, 1991). След получаване на положителни резултати от проведената хибридизация са включени и други видове от семейство Compositae /Christov et al., 1994; Christov and Vassilevska-Ivanova, 1999; Christov et al., 2009 и др.

В този доклад са представени резултати от проведена междуродова хибридизация при слънчогледа и използване на получения хибриден материал за създаване на линии с важни стопански качества, подходящи за родителски компоненти на нови хибридни сортове слънчоглед.

## II. ОСНОВЕН ТЕКСТ

### 1. Материал и методи

Изследванията са проведени в ДЗИ Генерал Тошево за периода 1985-2012 г.

### 2. Растителен материал

Културен слънчоглед *Helianthus annuus* (2n=34), 3 сорта - Peredovik, VNIIMK 8931 и 6540, и 8 В линии с техните стерилни аналози - 1234, 1607, 1721, 2607, 2942, 3004, 6075 и НА 89; 29 вида от различни родове на семейство Compositae /Таблица 1/; хибридният материал, получен с участието на 28 от видовете и 10 междувидови хибрида, получени между културен слънчоглед и 10 вида от род *Helianthus*.

### 3. Използвани методи

Използвани са междуродова и вътревидова хибридизация, опрашване между междувидови и междуродови хибриди и опрашване с други видове от семейство Compositae и отбор. За получаване на втора хибридна генерация е провеждано самоопрашване, сестринско опрашване на растенията от един номер, беккрос с прашец от културен слънчоглед, опрашване между

различни междуродови хибриди и опрашване с видове от семейство Compositae.

Табл. 1. Видове от различни родове на семейство Compositae, използвани в хибридизацията с културния слънчоглед

| Groups of species                                               | Species from family Compositae                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Species with equal to sunflower chromosome number - (2n=34)     | <i>Gaillardia speciosa</i> , <i>Onopordon acanthium</i> , <i>Simsia foetida</i> , <i>Tithonia rotundifolia</i> , <i>Tithonia speciosa</i> , <i>Verbesina alata</i> , <i>V. helianthoides</i> , <i>V. encelioides</i> , <i>Viguera trachyphylla</i> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Species with different to sunflower chromosome number - (2n= ?) | <i>Arctium lapa</i> (2n=32), <i>Aster speciosa</i> (2n=72), <i>Bidens tripartita</i> (2n=48), <i>Calendula officinalis</i> (2n=28), <i>Carduus acanthoides</i> (2n=22), <i>Carthamus lanatus</i> * (2n=44), <i>Carthamus tinctorius</i> (2n=24), <i>Carlina vulgaris</i> (2n=20), <i>Chrysanthemum leucanthemum</i> * (2n=18), <i>Cichorium intybus</i> (2n=18), <i>Cirsium lanceolatum</i> * (2n=68), <i>Cosmos bipinnatus</i> (2n=24), <i>Grindelia speciosa</i> (2n=24), <i>Echinacea purpurea</i> (2n=22), <i>Evmolpia</i> sp. (2n=?), <i>Inula helenium</i> (2n=20), <i>Matricaria chamomila</i> (2n=18), <i>Rudbeckia hirta</i> * (2n=36), <i>Silphium perfoliatum</i> (2n=24), <i>Silybium marianum</i> , <i>Telekia speciosa</i> (2n=20), <i>Tithonia tagetiflora</i> (2n=32), <i>Zinnia angustifolia</i> (2n=22) and <i>Xanthium strumarium</i> (2n=36). |

Оценката за устойчивост към болести и паразита синя китка е правена по възприети и утвърдени в института методики /Panchenko, 1975; Tourvieille et al., 1988; Christov, 1990; Christov et al., 1992; Christov, 1996; Christov et al. /1996/, Encheva and Kiryakov, 2002; Christov et al., 2004; Shindrova, 2006a; Shindrova, 2006b/. Съдържанието за масло и протеин в семената и мастни и аминокиселини е оценено по утвърдени в института методики: Rushkovskii /1957/; Stoianova & Ivanov /1968/; Ivanov et al. /1996/. Използвани са апаратите Ядрено магнитен резонанс за оценка съдържанието на масло и Анализатор за аминокиселини Hitachi, L-8500.

Морфологичната характеристика е направена на базата на фенологични наблюдения и биометрични измервания през вегетационния период и лабораторни проучвания на цели растения и получените от тях семена.

Източниците на Rf гени се търсят основно от кръстоските стерилни линии слънчоглед x див вид. Наличието на Rf гени в генома на дивия вид се установява още в F1. Създаване на самоопрашени линии, възстановители на фертилноста - R линии се

осъществява основно от кръстоски на мъжкостерилни линии слънчоглед с видове от различни родове на семейство Compositae. Провежда се целенасочен, многократен, последователен отбор и самоопрашване на фертилните растения до привеждане на Rf гените в хомозиготно състояние и получаване на R линия, която има 100 % възстановителна способност, много добра комбинативна способност и притежава други важни качества събрани от двете родителски форми участвали в хибридизацията /Christov et al., 1996; Christov, 2002; Christov et al., 2009./. Създаване на самоопрашени линии с нормална цитопlasма-В линии слънчоглед се осъществява чрез целенасочен отбор в хибридният материал, който в повечето случаи започва след трета хибридна генерация.

Подборът на материалите стават въз основа на характеристики- биоморфологична, биохимична, ентомологична, фитопатологична и установяване на отсъствие на Rf гени в отбраните растения. Създаването на стерилни аналози /А линии/ на В линиите започва с установяването на факта, че в проучвания хибриден материал отсъстват Rf гени.

Създадените нови хибриди / А x R /, се тестват в предварително изпитване, в конкурсни сортови опити и откритите се в тях се предлагат за изпитване в Изпълнителна агенция по сортоизпитване, апробация и семеконтрол /ИАСАС/ на Р. България и в подобни специализирани органи на други страни.

#### 4. Резултати и обсъждане

Резултатите от хибридизацията на слънчогледа с видове от родове на семейство Compositae са представени в Таблицы 2,3 и 4.

В Таблица 2 са изложени данните от направените кръстоски на слънчогледа с видове от семейство Compositae, които имат равен на слънчогледа хромозомен брой. С добра кръстосваемост със слънчогледа се открояват видовете *Tithonia rotundifolia*, *Gaillardia speciosa* и *Verbesina helianthoides*, а с най-висок процент на получени хибридни растения видовете *Verbesina alata*, *Gaillardia speciosa* и *Verbesina encelioides*. Част от получените растения загиват по време на вегетацията, но процентът на жизнеспособните растения не пада под 78 %. Вероятно, ако се увеличи броят на опрашените съцветия на слънчогледа ще се променят данните за завръзка на семена и получени хибридни

растения. Независимо от промените, които може да се получават е важно, че се получават нов тип растения, в които в различна степен са пренесени гени, които определят някои признаци, част от които са със стопанско значение за слънчогледа.

Табл. 2. Резултати от хибридизацията на слънчогледа *Helianthus annuus* x видове от семейство Compositae с еднакъв хромозомен набор със слънчогледа

| Hybridization<br>Hybrid combination  | Pollinated inflorescences      |                    |             | Hybrid plants         |                        |                    |
|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------|-------------|-----------------------|------------------------|--------------------|
|                                      | Total number of inflorescences | With seeds, number | Seed set, % | Total number of seeds | Total number of plants | Plants obtained, % |
| H. a. x <i>Gaillardia speciosa</i>   | 13                             | 7                  | 53.85       | 51                    | 42                     | 82.35              |
| H. a. x <i>Oenothera acanthium</i>   | 31                             | 2                  | 6.45        | 91                    | 37                     | 40.66              |
| H. a. x <i>Simsia foetida</i>        | 9                              | 3                  | 33.33       | 53                    | 13                     | 24.53              |
| H. a. x <i>Tithonia rotundifolia</i> | 15                             | 11                 | 73.33       | 321                   | 101                    | 31.46              |
| H. a. x <i>Tithonia speciosa</i>     | 5                              | 1                  | 20.00       | 16                    | 4                      | 25.00              |
| H. a. x <i>Tithonia tagetiflora</i>  | 7                              | 1                  | 14.29       | 27                    | 2                      | 7.41               |
| H. a. x <i>Verbesina alata</i>       | 9                              | 2                  | 22.22       | 6                     | 5                      | 83.33              |
| H. a. x <i>V. helianthoides</i>      | 8                              | 3                  | 37.50       | 98                    | 14                     | 14.29              |
| H. a. x <i>V. encelioides</i>        | 10                             | 1                  | 10.00       | 9                     | 6                      | 66.67              |
| H. a. x <i>Vig. trachyphylla</i>     | 12                             | 3                  | 25.00       | 133                   | 21                     | 15.79              |

Представените данни в Таблица 3 са от направените кръстоски на слънчогледа с видове от семейство Compositae, които са с различен от слънчогледа хромозомен брой. Както и при първата група кръстоски, така и тук кръстосваемостта на слънчогледа с видовете с различен хромозомен брой е различна. С висок процент на получени хибридни растения със слънчогледа се открояват видовете *Zinnia angustifolia*, *Carlina vulgaris*, *Echinacea purpurea*, *Inula helenium*, *Euphorbia* sp. и *Carduus acanthoides*. От тази група хибриди също загиват хибридни растения по време на вегетацията, но процентът на жизнеспособните растения е по-голям от 60 % и е различен в зависимост от вида, който участва в хибридизацията. Най-голям брой хибридни растения са получени от кръстоската на слънчогледа с *Carduus acanthoides*. Голям брой жизнеспособни хибридни растения са получени и от кръстоските с видовете *Arctium lappa*, *Bidens tripartita*, *Grindelia speciosa*, *Matricaria chamomila*, *Telekia speciosa* и *Xanthium strumarium*.

Табл. 3. Резултати от хибридизацията на слънчогледа *Helianthus annuus* x видове от семейство *Compositae* с раличен хромозомен набор от слънчогледа

| Hybridization                        | Pollinated inflorescences      |                    |             | Hybrid plants         |                        |                    |
|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------|-------------|-----------------------|------------------------|--------------------|
| Hybrid combination                   | Total number of inflorescences | With seeds, number | Seed set, % | Total number of seeds | Total number of plants | Plants obtained, % |
| <i>H. a. x Arctium lapa</i>          | 34                             | 5                  | 14.71       | 148                   | 39                     | 26.35              |
| <i>H. a. x Aster speciosus</i>       | 10                             | 2                  | 20.00       | 5                     | 3                      | 60.00              |
| <i>H. a. x Bidens bipartita</i>      | 14                             | 3                  | 21.43       | 98                    | 45                     | 45.92              |
| <i>H. a. x Calendula officinalis</i> | 49                             | 1                  | 2.04        | 6                     | 2                      | 33.33              |
| <i>H. a. x Carduus acanthoides</i>   | 56                             | 16                 | 28.57       | 673                   | 337                    | 50.07              |
| <i>H. a. x Cardua vulgaris</i>       | 40                             | 7                  | 17.50       | 15                    | 12                     | 80.00              |
| <i>H. a. x Card. tinctorius</i>      | 9                              | 4                  | 44.44       | 27                    | 3                      | 11.11              |
| <i>H. a. x Carduus marianus</i>      | 3                              | 0                  | 0           | 0                     | 0                      | 0                  |
| <i>H. a. x Che. leucanthemum</i>     | 264                            | 23                 | 8.71        | 64                    | 0                      | 0                  |
| <i>H. a. x Cichorium intybus</i>     | 19                             | 2                  | 10.53       | 8                     | 3                      | 37.50              |
| <i>H. a. x Cirsium lanceolatum</i>   | 312                            | 11                 | 3.53        | 39                    | 0                      | 0                  |
| <i>H. a. x Cosmos bipartitus</i>     | 67                             | 3                  | 4.48        | 16                    | 4                      | 25.00              |
| <i>H. a. x Cnicus sp. speciosus</i>  | 38                             | 4                  | 10.53       | 86                    | 21                     | 24.42              |
| <i>H. a. x Echinops purpureus</i>    | 15                             | 4                  | 26.67       | 15                    | 11                     | 73.33              |
| <i>H. a. x Eryngium sp.</i>          | 14                             | 6                  | 42.86       | 7                     | 4                      | 57.14              |
| <i>H. a. x Inula helianthus</i>      | 11                             | 5                  | 45.45       | 8                     | 5                      | 62.50              |
| <i>H. a. x Matr. chamomilla</i>      | 34                             | 4                  | 11.76       | 69                    | 31                     | 44.93              |
| <i>H. a. x Rudbeckia hirta</i>       | 24                             | 7                  | 29.17       | 18                    | 0                      | 0                  |
| <i>H. a. x Sil. pterodactylus</i>    | 10                             | 2                  | 20.00       | 262                   | 26                     | 9.92               |
| <i>H. a. x Silphium maritimum</i>    | 7                              | 2                  | 28.57       | 44                    | 12                     | 27.27              |
| <i>H. a. x Tithonia speciosa</i>     | 31                             | 7                  | 63.64       | 211                   | 58                     | 27.49              |
| <i>H. a. x Zizia angustifolia</i>    | 19                             | 2                  | 10.53       | 5                     | 5                      | 100                |
| <i>H. a. x Xanth. strumarium</i>     | 21                             | 6                  | 28.57       | 234                   | 39                     | 17.41              |

Резултатите, изложени в Таблица 4, от реципрочните – обратните кръстоски на проведената хибридизация показват също някаква връзка на слънчогледа с видовете от семейство *Compositae*. При тези кръстоски броя на получените хибридни растения е много малък. Хибридни растения са получени от 5 хибридни комбинации. Завръз на семена са получени от 4 F1 растения, при едно от комбинацията *Carduus acanthoides* x *H. annuus*, също при едно от комбинацията *Tithonia speciosa* x *H. annuus* и при две от комбинацията *Tithonia rotundifolia* x *H. annuus*. F2 растения са получени от 3-те номера, но до завръз на семена достигат три F2 растения от комбинацията *Tithonia rotundifolia* x *H. annuus* и седем F2 растения от комбинацията *Tithonia speciosa* x *H. annuus*. F3 и F4 жизнеспособни растения са получени само от комбинацията *Tithonia speciosa* x *H. annuus*.

##### 5. Възможности за получаване на междуродови хибриди при слънчогледа, проблеми при провеждане на хибридизацията и работата с хибридните потомства

Получените резултати от проведената междуродова хибридизация показват, че е възможно да се получават хибридни растения от кръстоски на слънчогледа с отделни видове на родове от семейство *Compositae*. Въпреки

Табл. 4. Резултати от хибридизацията на видове от семейство *Compositae* x слънчогледа *Helianthus annuus*.

| Hybridization                       | Pollinated inflorescences      |                    |             | Hybrid plants         |                        |                    |
|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------|-------------|-----------------------|------------------------|--------------------|
| Hybrid combination                  | Total number of inflorescences | With seeds, number | Seed set, % | Total number of seeds | Total number of plants | Plants obtained, % |
| <i>Alapa x Helianthus annuus</i>    | 20                             | 4                  | 20.00       | 6                     | 0                      | 0                  |
| <i>B. bipartita x H. annuus</i>     | 5                              | 0                  | 0           | 0                     | 0                      | 0                  |
| <i>C. officinalis x H. annuus</i>   | 40                             | 31                 | 77.50       | 125                   | 0                      | 0                  |
| <i>C. acanthoides x H. annuus</i>   | 821                            | 69                 | 8.40        | 208                   | 2                      | 0.96               |
| <i>C. lanceolatum x H. annuus</i>   | 139                            | 6                  | 4.32        | 68                    | 0                      | 0                  |
| <i>C. hirsutus x H. annuus</i>      | 26                             | 8                  | 30.77       | 42                    | 0                      | 0                  |
| <i>G. speciosa x H. annuus</i>      | 20                             | 11                 | 55.00       | 116                   | 0                      | 0                  |
| <i>Inula helianthus x H. annuus</i> | 51                             | 19                 | 37.25       | 242                   | 1                      | 0.41               |
| <i>O. acanthoides x H. annuus</i>   | 15                             | 0                  | 0           | 0                     | 0                      | 0                  |
| <i>S. pterodactylus x H. annuus</i> | 142                            | 37                 | 26.06       | 152                   | 0                      | 0                  |
| <i>T. speciosa x H. annuus</i>      | 10                             | 10                 | 100         | 79                    | 0                      | 0                  |
| <i>T. rotundifolia x H. annuus</i>  | 612                            | 19                 | 3.10        | 138                   | 7                      | 4.43               |
| <i>T. speciosa x H. annuus</i>      | 53                             | 9                  | 16.98       | 83                    | 8                      | 9.64               |
| <i>T. tagetifolia x H. annuus</i>   | 80                             | 13                 | 16.25       | 176                   | 1                      | 0.57               |
| <i>V. helianthoides x H. annuus</i> | 18                             | 10                 | 55.56       | 47                    | 0                      | 0                  |
| <i>V. encelictus x H. annuus</i>    | 15                             | 13                 | 86.67       | 104                   | 0                      | 0                  |

големите морфологични и генетични различия съществува значително малко, но в различни степени сходство между слънчогледа и някои от проучваните видове. Чрез получените хибриди наред с някои морфологични признаци, като разклонено стъбло, различна форма и размери на листата, антоцианово оцветяване по стъблата и листните дръжки и други такива в културния слънчоглед могат вероятно да се пренесат гени, които контролират важни признаци и качества. Между тях са гъсто овласяване на стъблото, листата и тилната част на съцветието с по дълги власинки, устойчивост/толерантност към някои болести и паразити, високо съдържание на масло или протеин в зависимост от насоката на селекция при слънчогледа и разнообразен мастно-киселинен и аминокиселинен състав на маслото и протеина, висока комбинативна способност, нови възстановителни (Rf) гени и други интересни за слънчогледа качества.

Проблемите, които съпътстват провеждането на хибридизацията и работата с хибридните потомства не са малко. Някои могат да се преодолеят, като се използват по-голям брой растения и образци от даден вид. Кастрирането и опрашването на цветчетата да се провежда в подходящо време. Да не се нанасят повреди по повърхността на съцветието и кастрираните цветчета. Използването на стерилни форми растения на базата на ЦМС от слънчогледа осигурява по-висока категоричност на резултата и дава първа представа за хибридната форма,



получена между слънчогледа и използвания в хибридизацията вид от семейство Compositae.

При много кръстоски от получените семена не се получават растения, част от получените растения загиват в млада възраст, някои от растенията са без репродуктивни органи – съцветия, цветчета. В случаите, когато на растението липсва централно съцветие или по него няма цветчета може да се отреже върха. Заложеното или предизвикано появяване на разклонения може да даде шанс да се получи следващата генерация хибриди. Други не по-малки проблеми са липса на завръз на семена при самоопрашване, загиване на растения в F2 и F3, получаване на растения с женска стерилност на цветчета и т. н. За растенията от правите кръстоски е добре да се прилага беккросиране с прашец от културен слънчоглед. Добри резултати се получават също от прилагане на сестринско опрашване на растенията от един номер, опрашване между различни междуродови хибриди и опрашване между междувидови хибриди и видове от семейство Compositae.

Добри резултати се получават, когато в хибридизацията се включат междувидови или междуродови хибриди от първа или втора хибридна генерация. Пример за това е получаването на задоволително количество семена и растения от сложните кръстоски /*H. annuus* x *H. argophyllus*/ x *Tithonia rotundifolia*, /*H. annuus* x *Carduus acanthoides*/ x /*H. annuus* x *Tithonia rotundifolia*/, /*H. annuus* x *Tithonia rotundifolia*/ x /*H. annuus* x *Carduus acanthoides*/, /*H. annuus* x *Inula helenium*/ x /*H. annuus* x *Tithonia rotundifolia*/, /*H. annuus* x *Inula helenium*/ x *Tithonia rotundifolia*, /*H. annuus* x *Tithonia rotundifolia*/ x *Verbesina encelioides*.

Интересен факт е това, че голяма част от образците на различните видове от семейство Compositae се явяват като носители на възстановителни (Rf) гении за стерилните форми в ЦМС PET-1 и някои други източници на цитоплазмена мъжка стерилност /ЦМС/. Каква е причината /най-вероятно биохимична/ за появата на новите източници на Rf гении не е установено, но при получаване на фертилни F1 растения при самоопрашване винаги се получават семена и съответно F2 растения.

Освен Rf гении в слънчогледа са прехвърлени и други качества с важно стопанско значение. Получени са форми устойчиви към мана, фомопсис, склеротиния, алтернания и синя китка. Други се отличават с по-ниско стъбло и къс вегетационен период.

Установени са няколко форми с по-високо съдържание на масло в семената, а други с разнообразен аминокиселинен състав на протеина. В таблица 5 са посочени видовете от които са пренесени тези качества.

Табл. 5. Източници на нови качества пренесени в културния слънчоглед

| Hybridization<br>Hybrid combination | Pollinated inflorescences         |                       |                | Hybrid plants               |                              |                       |
|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|----------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------|
|                                     | Total number of<br>inflorescences | With seeds,<br>number | Seed set,<br>% | Total<br>number of<br>seeds | Total<br>number of<br>plants | Plants<br>obtained, % |
| <i>Alga x Helianthus annuus</i>     | 20                                | 4                     | 20.00          | 6                           | 0                            | 0                     |
| <i>B. trigynis x H. annuus</i>      | 5                                 | 0                     | 0              | 0                           | 0                            | 0                     |
| <i>C. officinalis x H. annuus</i>   | 40                                | 31                    | 77.50          | 125                         | 0                            | 0                     |
| <i>C. scandialis x H. annuus</i>    | 821                               | 69                    | 8.40           | 208                         | 2                            | 0.96                  |
| <i>C. lanceolatus x H. annuus</i>   | 139                               | 6                     | 4.32           | 68                          | 0                            | 0                     |
| <i>C. hirsutus x H. annuus</i>      | 26                                | 8                     | 30.77          | 42                          | 0                            | 0                     |
| <i>G. speciosa x H. annuus</i>      | 20                                | 11                    | 55.00          | 116                         | 0                            | 0                     |
| <i>Inula helenium x H. annuus</i>   | 51                                | 19                    | 37.25          | 242                         | 1                            | 0.41                  |
| <i>O. acanthoides x H. annuus</i>   | 15                                | 0                     | 0              | 0                           | 0                            | 0                     |
| <i>S. perfoliatus x H. annuus</i>   | 142                               | 37                    | 26.06          | 152                         | 0                            | 0                     |
| <i>T. speciosa x H. annuus</i>      | 10                                | 10                    | 100            | 79                          | 0                            | 0                     |
| <i>T. rotundifolia x H. annuus</i>  | 612                               | 19                    | 3.10           | 138                         | 7                            | 4.43                  |
| <i>T. speciosa x H. annuus</i>      | 53                                | 9                     | 16.98          | 83                          | 8                            | 9.64                  |
| <i>T. tagetiflora x H. annuus</i>   | 80                                | 13                    | 16.25          | 176                         | 1                            | 0.57                  |
| <i>V. encelioides x H. annuus</i>   | 18                                | 10                    | 55.56          | 47                          | 0                            | 0                     |
| <i>V. encelioides x H. annuus</i>   | 15                                | 13                    | 86.67          | 104                         | 0                            | 0                     |

## ЛИТЕРАТУРА

- [1].Christov, M., 1990. Study on wild species *Helianthus* with aim of using in sunflower breeding. Dissertation Ph. D., Bulgarian Academy of Agriculture. Sofia.
- [2].Cristov, M. and Panayotov, L., 1991. Hybrids between the genera *Helianthus* and *Tithonia* and their study. *Helia* 14:27-34.
- [3].Christov, M., P. Shindrova & V. Encheva, 1992. Phytopathological characterization of wild species in the genus *Helianthus* in view of their use in breeding for resistance. *Genet. Breed.*, Vol. 25, p. 45-51.
- [4].Christov M., R. Vassileva, H. Tsujimoto and I. Panayotov, 1994. Intergeneric hybridization between sunflower and some species of genera from Compositae. International Compositae Conference, Royal Botanic Gardens, Kew, 26.07 - 05.08.
- [5].Christov M., 1996. Characterization of wild *Helianthus* species as sources of new features for sunflower breeding. In P.d.s. Caligari & D.J.N. Hind (eds). *Compositae: Biology & Utilization. Proceedings of the International Compositae Conference*, Kew, 1994. (D.J.N. Hind, Editor-in-Chief), vol. 2. pp. 547-570. Royal Botanic Gardens, Kew.
- [6].Christov M., P. Shindrova, V. Entcheva, 1996. Transfer of new characters from wild *Helianthus* species to cultivated sunflower. *Genet. a. Slecht.*, 32, (4): 275-286.
- [7].Christov, M., and Rumjana D. Vassilevska-Ivanova, 1999. Intergeneric hybrids in Compositae (Asteraceae), I. Hybridization between cultivated

sunflower *H. annuus* L. and *Compositae* Genera. *Helia*, 22, Nr. 31, p.p. 13-22.

[8].Christov, M., 2002. Resultati ot prilaganeto na otdalecena hybridizacija i eksperimentalen mutagenez pri podobritelnata rabota sas slancogleda. Iubileina nauchna sesija - 50 godini Dobruddzanski zemedelski institut, I: 315-335.

[9].Christov, M., I. Kiryakov, P. Shindrova, and V. Encheva, M. Christova, 2004. Evaluation of new interspecific and intergeneric sunflowerhybrids for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*. In: Proceedings of 16th International Sunflower Conference, Fargo, North Dakota, USA, Vol. II, p. 693-698.

[10].Christov, M., M. Hristova-Cherbadzi, V. Nikolova, I. Ivanova, P. Shindrova, 2009. Medzdurodova hybridizacija pri slancogleda - rezultati i problemi. Sbornik dokladi ot medzdunarodna nauchna konferencija, Dobri praktiki za ustoitcivost zemedelsko proizvodstvo. Lesotehnitceski universitet, Sofia, p.p. 167-184.

[11].Georgieva-Todorova, J., 1971. Further study of the form obtained after crossing *Helianthus annuus* L. with *Onopordum acanthium* L. *Genetics and Breeding*, 4(6):396-408.

[12].Heiser, C. B. Jr., D. M. Smith, S. B. Clevinger, and W. C. Jr. Martin, 1969. The North American Sunflower (*Helianthus*). *Mem. Torrey Botanical Clab*, 22 (3):3.

Gulya, T., K. Y. Rashid, S. M. Masirevic, 1997. Sunflower Diseases. B. Sunflower Technology and Production (Editor, A. A. Schneiter). P.p. 263-379.

[13].Morozov, V. K., 1947. Selekcija podsolnechnika v SSSR. *Pistepromizdat*, Moskva, s. 272

[14].Pancenko, A.Я., 1975. Rannaja diagnostika zarazihoustoitcivosti pri selekcii i uluchshajutshem semenovodstve podsolnetcnika, *Vestnik selskhozjaistvennoi nauki*, 2: 107-115.

[15].Rushkovskii, C.B., 1957. *Metodi issledovanii pri selekcii maslitsnih pastenii na soderdzanie masla i ego katcestvo*. M. *Pitshepromizdat*.

[16]. Shindrova, P., 2006. Downy Mildew ( *Plasmopara halstedii* Farl. Berlese Et De Tony ) Distribution and Race Composition During 2004 - 2005. 70 th Anniversary of Plant Protection Institute and Annual Balkan Week of Plant Health - Plant Protection Institute, May 28-31, 2006, Kostinbrod, Bulgaria - Book of Abstracts, p. 22.

[17].Shindrova, P., 2006a. Broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in Bulgaria - Distribution and race composition. *Helia*, 29,( 44 ), July 2006.

[18].Stojanova, J., P. Ivanov, 1968. Proutcvanija varhu podgotovkata na semenata ot slancogleda za laboratorno opredeljane na maslenostta im. *Rastenievadni nauki* 5(4): 49-57.

[19].Tourvieille D., Vear F and C.Pelletier, 1988. Use of two mycelium tests in breeding sunflower resistance to *Phomopsis*. *Proceedings of the 12th International Sunflower Conference*, vol. II: 110 – 114.

[20]. А. Альтгаузен. Электротермическое оборудование. Москва, Энергия 1980г. (10 pt Times New Roman, Style Literature\_number)

[21]. А. В. Арендарчук. Общепромышленные электропечи периодического действия. Москва Энергоатомиздат, 1990г.

#### **За контакти:**

Проф. Михаил Христов, Добруджански земеделски институт гр. Г. Тошево.

**Рецензент:** доц. д-р Нина Ненова,

ДЗИ гр. Генерал Тошево

## ХИБРИДИЗАЦИЯ НА КУЛТУРНИЯ СЛЪНЧОГЛЕД *HELIANTHUS ANNUUS* И ЕДНОГОДИШНИЯ ДИВ ВИД *HELIANTHUS ARGOPHYLLUS*

### HYBRIDIZATION OF CULTIVATED SUNFLOWER *HELIANTHUS ANNUUS* WITH WILD ANNUAL SPECIES *HELIANTHUS ARGOPHYLLUS*

Даниела Вълкова, Нина Ненова,

Мирослава Христова-Чербаджи, Юлия Енчева

**Резюме:** Осъществена е междувидова хибридизация между линии културен слънчоглед *Helianthus annuus* и образци от едногодишния див вид *Helianthus argophyllus*. F1 хибридно поколение е получено чрез прилагане на класическите методи на хибридизация и биотехнологичния метод Embryo rescue. Определена е степента на кръстосваемост. Анализирани са морфологичните и фенологични признаци на хибридните материали и е установен типът на унаследяване. Хибридният характер на получените растения е потвърден чрез цитологично проучване.

**Ключови думи:** Embryo rescue, *Helianthus argophyllus*, Междувидова хибридизация

**Abstract:** Interspecific hybridization between cultivated sunflower *Helianthus annuus* inbred lines and wild annual *Helianthus argophyllus* accessions was carried out. F1 hybrid progeny was obtained using classical hybridization methods and the biotechnological method Embryo rescue. The degree of crossability was determined. Some morphological and phenological traits of hybrid materials were analyzed and the type of inheritance was established. The hybrid origin of obtained plants was confirmed by cytological analysis.

**Keywords:** Embryo rescue, *Helianthus argophyllus*, interspecific hybridization

#### I. ВЪВЕДЕНИЕ

*Helianthus argophyllus* или т. нар. сребристолистен слънчоглед е често отглеждан като декоративен заради забележителните му морфологични характеристики. Характерна особеност при растенията от този вид е гъстото покритие на стъбла, листа и прилистници със сребристобели дълги, меки власинки (фиг.1).



Фиг.1. *H. argophyllus*, образец Е-130

Видът *H. argophyllus* се включва в селекционни програми за създаване на хибриден материал с устойчивост към сиви петна (*Phomopsis helianthi* Munt.-Cvet. et al.) [9], мана (*Plasmopara helianthi* Novot.) [8] и склеротинийно увяхване (*Sclerotinia sclerotiorum*

(Lib.) de Bary) [11] по слънчогледа. Той е ценен източник за създаване на устойчиви към абиотичен стрес (суша, засоляване) хибридни форми [5], отличаващи се с разнообразен мастнокиселинен състав [12]. Въпреки лимитиращите фактори, затрудняващи кръстосваемостта, чрез осъществяване на междувидова хибридизация могат да се получат нови източници на ЦМС [6] и гени, възстановяващи фертилността на ЦМС Pet-1 [7]. За преодоляване на некръстосваемостта и получаване на междувидови хибриди често се прилага метода Embryo rescue [2].

Настоящото проучване цели получаването на растения, чрез прилагане на класическите методи на междувидова хибридизация и биотехнологичния метод Embryo rescue и доказване на хибридният им характер чрез цитологични наблюдения.

#### II. ИЗЛОЖЕНИЕ

##### 1. Материали и методи

Изследването е проведено в Добруджански земеделски институт, Генерал Тошево. В него са включени стерилните аналози на седем самоопрашени линии културен слънчоглед – HA 382, SH 5, SH 7, SH 39, 349, 353, 383 и образците Е-130, Е-131 и Е-132 от дивия вид *Helianthus argophyllus*.

Междувидовите кръстоски по схемата културен слънчоглед х див вид са осъществени при полски условия чрез прилагане на утвърдени методики [4]. Семена от F1 хибридни растения са получени чрез прилагане на класически селекционни методи и ембриокултивирането [3]. Изучените морфологични и фенологични показатели на хибридните растения са съобразени с методиките на FAO и IBPGR [10]. Извършените цитологични проучвания на родителските компоненти и междувидовите F1 хибриди са осъществени по метода на Георгиева-Тодорова [1].

## 2. Резултати и обсъждане

Кръстоски от типа културен слънчоглед х див вид са получени с участието на образци от вида *Helianthus argophyllus*. Данните за кръстосваемостта между образците от дивия вид и културния слънчоглед са представени в таблица 1.

Табл. 1. Кръстосваемост на дивия вид *H. argophyllus* с линии културен слънчоглед (*H. annuus*).

| Хибридна комбинация      | Опашените съцветия |            |     | Получени семена |          |           | Получени хибридни растения |                    |
|--------------------------|--------------------|------------|-----|-----------------|----------|-----------|----------------------------|--------------------|
|                          | Общ брой           | Със семена | %   | Средно от пита  | Общ брой | Завраз, % | Общ брой                   | Строго семената, % |
| HA 382A х E-130          | 3                  | 2          |     | 16              | 32       | 8,55      | 24                         | 75                 |
| SH 5 A х E-130           | 2                  | 1          |     | 13              | 13       | 6,82      | 6                          | 46,15              |
| SH 7 A х E-130           | 3                  | 1          |     | 14              | 14       | 6,53      | 7                          | 30                 |
| SH 39 A х E-130          | 3                  | 1          |     | 15              | 15       | 5,75      | 8                          | 53,33              |
| 349 A х E-130            | 3                  | 1          |     | 18              | 18       | 8,94      | 10                         | 55,55              |
| 353 A х E-130            | 3                  | 2          |     | 18              | 36       | 8,78      | 27                         | 75                 |
| 383 A х E-130            | 3                  | 1          |     | 17              | 17       | 7,58      | 9                          | 52,94              |
| <i>H. annuus</i> х E-130 | 20                 | 9          | 45  | 16              | 145      | 7,53      | 91                         | 58,28              |
| HA 382A х E-131          | 3                  | 3          |     | 35              | 105      | 13,75     | 90                         | 83,71              |
| SH 5 A х E-131           | 2                  | 1          |     | 28              | 28       | 9,47      | 13                         | 46,42              |
| SH 7 A х E-131           | 3                  | 1          |     | 27              | 27       | 8,77      | 12                         | 44,44              |
| SH 39 A х E-131          | 3                  | 1          |     | 24              | 24       | 9,19      | 9                          | 37,5               |
| 349 A х E-131            | 3                  | 3          |     | 27              | 81       | 12,15     | 66                         | 81,48              |
| 353 A х E-131            | 3                  | 3          |     | 30              | 90       | 11,74     | 75                         | 83,33              |
| 383 A х E-131            | 3                  | 3          |     | 32              | 96       | 10,81     | 81                         | 84,37              |
| <i>H. annuus</i> х E-131 | 20                 | 15         | 75  | 30              | 451      | 10,84     | 346                        | 66,18              |
| HA 382A х E-132          | 3                  | 3          |     | 60              | 180      | 15,07     | 166                        | 92,22              |
| SH 5 A х E-132           | 2                  | 2          |     | 54              | 108      | 10,38     | 100                        | 92,59              |
| SH 7 A х E-132           | 3                  | 3          |     | 54              | 162      | 9,75      | 151                        | 93,21              |
| SH 39 A х E-132          | 3                  | 3          |     | 51              | 153      | 8,87      | 142                        | 92,81              |
| 349 A х E-132            | 3                  | 3          |     | 61              | 183      | 13,44     | 171                        | 93,44              |
| 353 A х E-132            | 3                  | 3          |     | 60              | 180      | 14,75     | 168                        | 93,33              |
| 383 A х E-132            | 3                  | 3          |     | 58              | 174      | 14,56     | 162                        | 93,09              |
| <i>H. annuus</i> х E-132 | 20                 | 20         | 100 | 57              | 1140     | 12,41     | 1060                       | 92,95              |

Резултатите от хибридизацията показват, че степента на кръстосваемост варира от 45% до 100%. Завръзът на семена от една пита (процентът на осеменяване) е значително по-нисък и варира от 5,75% за кръстоската SH39 A х E-130, до 15,07% за кръстоската HA382 A х E-132 (фиг.2).

Установени са различия в жизнеността на хибридните семена. Процентът на получените F1 растения варира от 37,5% за хибридната комбинация SH39 A х E-131 до 93,44% за комбинацията 349 A х E-132. По-голям брой хибридни семена и съответно жизнени растения се получават от комбинациите с участието на образец E-132.

Направена е характеристика на растения от проучените хибридни комбинации. Те имат изправено и разклонено стъбло, със слабо до



Фиг.2. Хибридна форма HA382 A х E-132

силно изразен антоцианов оттенък. Наблюдава се покритие с бели власинки по повърхността на растенията, което се проявява освен по стъблото, също и по листните дръжки, прицветните листа и по-рядко по листата на растенията. При културния слънчоглед липсват признаци като разклоненост и наличие на сивобели власинки, а са типични за дивия вид. Наличието им е подходящ морфологичен маркер за ранно установяване хибридният характер на F1 растенията. На таблица 2 са представени данни за родителските форми и F1 хибридите. Най-ниски са стойностите на вариационния коефициент за морфологичните признаци, характеризиращи културния слънчоглед, който е представен от изравнени в морфологично отношение линии. Бащиният родител-дивият вид и F1 комбинациите се характеризират с най-висока стойност на VC за признака брой осеменени тръбести цветове, като за хибридните растения той е по-висок. Съществено вариране във височината при дивия вид не е установено, за разлика от варирането в стойностите на признака за хибридните растения. Те се отличават с ясно изразен хетерозисен ефект по отношение на признаците дължина на най-дългото разклонение и брой прицветни листа.

Частично доминиране към майчиния родител-културния слънчоглед е установено по отношение ширината на езичестите цветове, а



по отношение на ширината на листа и дължината на листната дръжка, общия брой тръбести и броя осеменени тръбести цветове – към бащиния родител - дивия вид. Стойностите на коефициента на наследяване в широк смисъл за изучаваните признаци са високи.

Вегетационният период на хибридите е по-къс от този на образците от дивия вид *Helianthus argophyllus* и варира от 94-110 дни за по-ранните до 115-145 дни за по-късните потомства.

Табл. 2. Параметри, характеризиращи изходните родителски форми и техните F1 хибриди.

| Признаци                                | Културен слънчоглед ( <i>H. annuus</i> L.) |        |       | P2 <i>Helianthus argophyllus</i> T. & G. |       |       | F1 <i>Helianthus annuus</i> x <i>Helianthus argophyllus</i> |        |       |       |      |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------|--------|-------|------------------------------------------|-------|-------|-------------------------------------------------------------|--------|-------|-------|------|
|                                         | $\bar{x}$                                  | SD     | VC    | $\bar{x}$                                | SD    | VC    | $\bar{x}$                                                   | SD     | VC    | d/a   | H    |
| Височина на растението, cm              | 111                                        | 14,32  | 12,90 | 188,09                                   | 8,97  | 4,77  | 175,18                                                      | 47,35  | 27,03 | 0,09  | 0,85 |
| Стабло-диаметър, cm                     | 3,2                                        | 0,30   | 9,47  | 1,98                                     | 0,16  | 8,24  | 2,40                                                        | 0,39   | 15,93 | -0,49 | 0,94 |
| Брой разклонения                        | -                                          | -      | -     | 20,38                                    | 2,73  | 13,39 | 14,73                                                       | 1,95   | 13,27 | 0,38  | 0,85 |
| Диаметър на най-широкото разклонение    | -                                          | -      | -     | 100,89                                   | 17,35 | 17,19 | 103,91                                                      | 13,91  | 13,39 | 3,24  | 0,96 |
| Лист-дължина, cm                        | 25,85                                      | 2,17   | 8,39  | 22,21                                    | 2,80  | 12,61 | 21,54                                                       | 2,28   | 10,59 | -0,23 | 0,91 |
| Лист-ширина, cm                         | 25,6                                       | 1,27   | 4,96  | 17,73                                    | 1,87  | 10,52 | 18,08                                                       | 2,77   | 15,30 | -0,37 | 0,92 |
| Листна дръжка-дължина, cm               | 13,94                                      | 1,33   | 9,37  | 8,71                                     | 1,22  | 14,01 | 9,98                                                        | 1,72   | 17,23 | -0,39 | 0,92 |
| Лист-дължина, cm                        | 19,1                                       | 2,17   | 11,38 | 2,57                                     | 0,31  | 11,87 | 7,37                                                        | 1,71   | 23,18 | -0,24 | 0,85 |
| Приветелен лист-брой                    | 66,85                                      | 5,68   | 8,49  | 27,95                                    | 2,02  | 7,24  | 77,6                                                        | 11,83  | 15,24 | 1,92  | 0,94 |
| Приветелен лист-дължина, cm             | 5,82                                       | 0,37   | 6,36  | 1,66                                     | 0,13  | 7,70  | 3,12                                                        | 0,61   | 19,55 | -0,05 | 0,91 |
| Приветелен лист-ширина, cm              | 2,97                                       | 0,31   | 10,55 | 0,63                                     | 0,13  | 20,37 | 1,34                                                        | 0,35   | 26,45 | -0,02 | 0,92 |
| Приветелен лист-дължина на в. разч., cm | 1,28                                       | 0,25   | 19,81 | 0,23                                     | 0,03  | 13,24 | 0,86                                                        | 0,15   | 17,38 | 0,01  | 0,96 |
| Експонент лист-брой                     | 44,14                                      | 3,65   | 8,27  | 18,76                                    | 2,68  | 14,29 | 34,91                                                       | 3,14   | 9,01  | 0,23  | 0,92 |
| Експонент лист-дължина, cm              | 6,38                                       | 0,65   | 10,25 | 2,69                                     | 0,29  | 10,96 | 3,88                                                        | 0,91   | 23,52 | -0,03 | 0,9  |
| Експонент лист-ширина, cm               | 2,21                                       | 0,22   | 9,73  | 0,68                                     | 0,10  | 14,42 | 1,57                                                        | 0,24   | 15,61 | 0,68  | 0,92 |
| Брой тръбести цветове                   | 1552,28                                    | 290,09 | 16,11 | 164,04                                   | 18,42 | 11,23 | 523,09                                                      | 104,79 | 20,03 | -0,69 | 0,81 |
| Брой осеменени тръбести цветове         | 1170,68                                    | 399,49 | 29,00 | 31,53                                    | 10,21 | 32,38 | 499,1                                                       | 16,96  | 33,98 | -0,66 | 0,86 |
| Маса на 1000 семена, g                  | 100,36                                     | 8,22   | 8,18  | 8,36                                     | 0,78  | 9,12  | 49,90                                                       | 12,15  | 24,35 | 0,48  | 0,75 |

i- интермедиерно; rd- частично доминиране; d- доминиране; h- свръхдоминиране (хетерозис).

Вариране по този показател се наблюдава и между растенията от една и съща хибридна кръстоска. На таблица 3 е представено варирането по основните фенологични фази на родителските форми и F1 хибриди.

Табл.3. Вариране на основните фенологични фази при проучваните F1 хибриди.

| Признаци                                                  | P1        |      |       | P2        |      |      | F1        |       |       |
|-----------------------------------------------------------|-----------|------|-------|-----------|------|------|-----------|-------|-------|
|                                                           | $\bar{x}$ | SD   | VC    | $\bar{x}$ | SD   | VC   | $\bar{x}$ | SD    | VC    |
| Поклопане, дни                                            | 10,71     | 0,35 | 3,27  | 13,619    | 1,35 | 9,93 | 12,06     | 0,79  | 6,54  |
| Начало на бутонизация, дни от поклопане                   | 43,95     | 1,41 | 3,21  | 66,19     | 1,71 | 2,38 | 55,5      | 10,76 | 19,40 |
| Начало на цъфтеж, дни от поклопане                        | 55,91     | 4,07 | 7,28  | 90,28     | 2,86 | 3,16 | 67,17     | 16,73 | 24,90 |
| Продължителност на цъфтеж, дни                            | 6,33      | 0,86 | 13,59 | 85,14     | 3,45 | 4,06 | 66,21     | 11,45 | 17,29 |
| Начало на узряване на главното съцветие, дни от поклопане | 92,95     | 5,71 | 6,14  | 109,04    | 3,80 | 3,49 | 96,1      | 13,01 | 13,54 |
| Вегетационен период, дни                                  | 111,5     | 5,77 | 5,17  | 182,76    | 3,59 | 1,96 | 138,16    | 25,87 | 18,72 |

Варирането в стойностите на вариационния коефициент при бащиния родител – дивия вид не са високи. Образците не се отличават по фенологични фази помежду си за разлика от получените F1 хибридни форми, при които варирането за фазите начало на бутонизация и цъфтеж, и вегетационен период е по-високо.

За да се преодолеят трудностите при прилагане на методите на класическата селекция, свързани с некръстосваемостта на културния слънчоглед и с цел да се получи максимален брой хибридни растения, бе

приложен методът *embryo rescue*. Първоначалните кръстоски са извършени при полски условия. Получените 218 ембриони от хибридни комбинации са култивирани върху твърда хранителна среда [2]. Най-подходящия срок за изолиране на ембрионите е 10-12-я ден след опрашване. F1 хибридни растения са получени от всички кръстоски и са характеризирани морфологично при оранжерийни условия (фиг.3).



Фиг. 3. Хибридни растения от кръстоска HA382 A x E-130

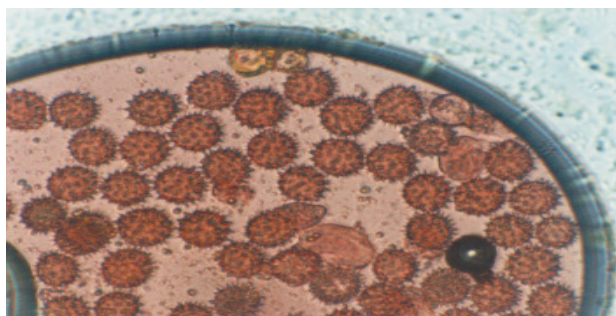
Процентът на получените хибридни растения варира от 65% до 100 %. Това показва, че методът *embryo rescue* може да бъде приложен успешно за получаване на повече от една генерация за година (фиг. 4).



Фиг. 4. Култивирани ембриони

Определена е жизнеността на прашеца на някои F1 хибриди и техните родителски форми (фиг.5).

От данните, представени в таблица 4 се вижда, че жизнеността на прашеца на хибрида *H. annuus* x *H. argophyllus* е по-ниска от тази на културния слънчоглед и на дивия вид.



Фиг. 5. Жизненост на прашеца

Табл.4. Жизненост на прашеца при родителските форми и F1 хибриди.

| Материал                                                      | Жизненост на прашеца, % |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Родителски форми                                              |                         |
| <i>H. annuus</i> (Передовик)                                  | 98.96                   |
| <i>H. annuus</i> , стерилна линия, източник на майчин родител | линия а                 |
| <i>H. argophyllus</i>                                         | 96.19                   |
| F1 хибриди                                                    |                         |
| F <i>H. annuus</i> (стерилна линия) x <i>H. argophyllus</i>   | 63.60                   |

При цитологично проучване на F1 растения от кръстоската *H. annuus* x *H. argophyllus* е установено, че редукционното делене на ПМК (мейотичното деление) протича с известни отклонения (Табл. 5).

Табл. 5. Цитологичен анализ при F1 хибриди.

| Фаза        | Характеристика          | <i>H. annuus</i> x <i>H. argophyllus</i> |
|-------------|-------------------------|------------------------------------------|
| Диакинез    | Брой анализирани клетки | 130                                      |
|             | % клетки с нарушения    | 12.31                                    |
| Метафаза I  | Брой анализирани клетки | 130                                      |
|             | % клетки с нарушения    | 19.23                                    |
| Анафаза I   | Брой анализирани клетки | 134                                      |
|             | % клетки с нарушения    | 22.76                                    |
| Телофаза II | Брой анализирани клетки | 106                                      |
|             | % клетки с нарушения    | 6.61                                     |
| Попек       | % одителност            | 63.60                                    |

При наблюдаваните F1 растения от кръстоската *H. annuus* x *H. argophyllus* в диакинез са отчетени, клетки със 17 бивалента или клетки с 15-16 бивалента и 4-2 унивалента. В метафаза I са отчетени клетки с 1-4 невключени хромозоми. В анафаза I, освен клетки с нормално протичащо делене, са наблюдавани и такива с до 4 изоставащи хромозоми, с 2 хромозомни моста. В телофаза II са наблюдавани тетради и триади.

### III. ИЗВОДИ

Представените резултати показват, че успешна междувидова хибридизация може да бъде осъществена, чрез прилагане на класически методи и ембриокултивиране.

Методът Embryo rescue позволява да се получат няколко генерации в рамките на една година. Получените семена от хибридни растения, отгледани в оранжерийни условия са достатъчни за да продължи целенасоченият отбор по важни за селекцията на слънчогледа признаци. Хибридно (F1) потомство се характеризира с вариране по повече от изследваните морфологични признаци.

Направените анализи сочат, че получените хибридни материали са с различен генетичен потенциал по отношение на изявата на изучаваните признаци. Мейотични отклонения са идентифицирани чрез осъществения цитологичен анализ. Жизнеността на полена при F1 хибридите е ниска, поради наличието на мейотични нарушения, които са показателни за разликите в хромозомите на едногодишните диплоидни видове *H. annuus* и *H. argophyllus*.

### ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. Георгиева-Годорова, Й. 1976. Междувидови отношения в рода *Helianthus* L. изд. БАН, София, 167с.
- [2]. Ненова, Н. 2002. Съчетаване методите на междувидовата хибридизация с *in vitro* техники за обогатяване генома на културния слънчоглед (*H. annuus* L.). - Дисертация за присъждане на образователната и научна степен "Доктор", София, 2002.179 стр.
- [3]. Ненова, Н. и Дрουμεва М. 2012. Комбинирано прилагане на различни методи за създаване на устойчиви на икономически важни болести и паразити линии, възстановители на фертилността при слънчогледа. Трети международен научен конгрес „50 години Технически Университет Варна“, стр. 140-142.
- [4]. Христов, М. 1990. Проучване на дивни видове от род *Helianthus* с оглед използването им в селекцията на слънчогледа.-Дисертация за присъждане на научната степен "Кандидат на селскостопанските науки", София, 1990.
- [5]. Azpiroz HS, Vincourt P, Serieys H. Utilisation of "in vitro" test as an early screening technics for drought stress evaluation in sunflower. In: Proc.12th Sunflower conf. Int., Novi Sad Yugoslavia, 1988 : 207-13.
- [6]. Christov M.1999.Production of new CMS sources in sunflower. *Helia*, 22 sp.issue.
- [7]. Christov M., P. Shindrova, V. Entcheva, V.Venkov, L. Nikolova, A. Piskov, P. Petrov and V. Nikolova. 1996. Development of fertility restorer lines originatinf from interspecific hybrids of genus *Helianthus* L. *Helia* 19 (24), p.p.65-71.
- [8]. Dussle CM, Hahn V, Knapp SJ, Bauer E. 2004. Plargfrom *Helianthus argophyllus* unlinked to other known downy mildew resistance genes in sunflower. *TheorAppl Genet*; 109: 1083-6.
- [9]. Encheva V., D. Valkova, M. Christov. 2011. Sources of resistance to the leave pathogens cause grey (*Phomopsis helianthi*), brown (*Alternaria* sp.) and black (*Phoma macdonaldi*) spots on sunflower. International Symp. on Sunfl. Gen. Res. October 16 – 20, 2011 , KUŞADASI, Izmir, Turkey. [http://www.agrowebcee.net/fileadmin/content/sunflower/files/Book\\_of\\_Abstracts\\_-\\_Genetic\\_Resources\\_01.pdf](http://www.agrowebcee.net/fileadmin/content/sunflower/files/Book_of_Abstracts_-_Genetic_Resources_01.pdf)
- [10]. IBPGR. 1985. Descriptors for cultivated and wild sunflower. AGPG. IBPGR/85/54, Roma, Italy.

[11]. Röncke S, Hahn V, Horn R, et al. Interspecific hybrids of sunflower as a source of Sclerotinia resistance. Plant Breeding 2004; 123: 152-7.

[12]. Valkova, D., M. Hristova-Cherbadzi, M. Christov. 2008. Exploration of Helianthus argophyllus accessions. Proc. Int. Scientific-Practical Conf. “Technical crops for modern agriculture”, Moldova, Balti, August 7-8, 2008, p. 106-11 [1]. А. Альтгаузен. Электротермическое оборудование. Москва, Энергия 1980г.

**За контакти:**

Даниела Вълкова, Добруджански Земеделски Институт, Генерал Тошево 9520, България;

e-mail: valkova\_d@abv.bg

Нина Ненова, Добруджански Земеделски Институт, Генерал Тошево 9520, България;

Мирослава Христова-Чербаджи, Лесотехнически Университет, София 1756, България

Юлия Енчева Добруджански Земеделски Институт, Генерал Тошево 9520, България;

**Рецензент:** доц. Миглена Друмева, кат. „Растениевъдство”, ТУ Варна

## СЪСТАВ НА РЕЗЕРВНИТЕ БЕЛТЪЦИ В ТРИ СИНТЕТИЧНИ ПШЕНИЦИ (2N=42, BBA<sup>U</sup>A<sup>U</sup>DD)

### COMPOSITION OF SEED PROTEINS IN THREE SYNTHETIC WHEATS (2N=42, BBA<sup>U</sup>A<sup>U</sup>DD)

Соня Донева, Пенко Спецов

**Резюме:** Синтетичните хексаплоидни пшеници са геномни амфидиплоиди (2n=42, BBA<sup>U</sup>A<sup>U</sup>DD), получени в резултат на кръстосване между тетраплоидни видове (*T. turgidum*, 2n=28, BBA<sup>U</sup>A<sup>U</sup>) и диплоидният прародител, *Aegilops tauschii* Coss. (2n=14, DD), последвано от удвояване на хромозомите в получените хибриди. Фракционният състав на резервните белтъци показва, че анализираниите синтетични линии № 106 и 107 са хомогенни, а № 32 е хетерогенна и се състои от два биотипа. Трите амфидиплоиди имат еднакъв алелен състав в Glu-D1 локуса, който има най-силно влияние върху качеството на пшеницата. Идентифицирана е високомолекулната субединица 1.5+10, която се контролира от алел Glu-D1ah, но липсва в обикновената пшеница. В Glu-A1 локуса на синтетичните пшеници № 106 и 32 е установена субединица 1.1, която не се среща в А-генома на културния вид *Triticum aestivum* L. Анализираниите синтетици притежават маркера за добро качество – γ-глиадин 45.

**Ключови думи:** *Aegilops tauschii*, *Triticum aestivum*, D геном, глутенини, глиадини

**Abstract:** Synthetic hexaploid wheats are genomic amphidiploids (2n=42, BBA<sup>U</sup>A<sup>U</sup>DD), resulting from crosses between tetraploid species (*T. turgidum*, 2n=28, BBA<sup>U</sup>A<sup>U</sup>) and the diploid ancestor, *Aegilops tauschii* Coss. (2n=14, DD), following by chromosome doubling in the new hybrids. The analysed synthetics № 106 and 107 are homogenous, while line № 32 consists of two biotypes. All the three synthetics have the same alleles at Glu-D1 locus, which is known to provide the best quality in wheat. HMW glutenin pair 1.5+10 controlling by Glu-D1ah, is identified in synthetics, but it is absent in common wheat. The second difference, subunit 1.1 at Glu-A1, which is not characteristic for the A-genome of bread wheat, is found in synthetics № 106 and 32. The three synthetics possess the good quality marker- γ-gliadin 45.

**Keywords:** *Aegilops tauschii*, *Triticum aestivum*, D genome, glutenins, gliadins

## I. ВЪВЕДЕНИЕ

Хибридизацията между тетраплоидни пшеници и диплоидния вид *Aegilops tauschii*, при която се получават синтетични амфидиплоиди, се извършва с цел установяване на нови генетични ресурси за селекционните програми, свързани с подобряване на качествените показатели на обикновената пшеница. В тази връзка се правят редица проучвания върху генетиката, биохимията и структурата на ендоспермовите протеини на получените синтетични хексаплоидни пшеници и тяхното влияние върху хлебопекарните показатели.

Запасните протеини – глиадини и глутенини, са двете проламинови групи на глутена, който определя вискозо-еластичните свойства на тестото. Глутениновите фракции формират дълга верига от полипептиди, свързани помежду си посредством дисулфидни връзки. Те се състоят от нискомолекулни (LMW) и високомолекулни (HMW) глутен и нови субединици [14]. Глиадините са мономерни протеини със сравнително ниско

молекулно тегло, без дисулфидни връзки между отделните фракции. При тях съществува особено сложен полиформизъм. Фракционирането на глиадините води до разделянето им на четири основни групи- α-, β-, γ-, ω-.

Високомолекулните глутенини имат най-голям ефект върху хлебопекарните качества, въпреки факта, че съставляват само 10% от тоталните запасни протеини в сравнение с LMW-GS, които са 40% [15]. По аналогия с обикновената пшеница гените, кодиращи високомолекулните глутенини в хексаплоидните синтетици, се намират в Glu-1 локуса, локализиран в дългите рамена на хромозоми 1A, 1B и 1D. Синтетичните пшеници наследяват от диплоидните и тетраплоидните си родители разнообразни алелни комбинации в Glu-A1, Glu-B1 и Glu-D1 локусите, много от които не са характерни за *T. aestivum* и могат да бъдат прехвърлени чрез подходящи кръстоски в обикновената пшеница.

Нискомолекулните глутенинови субединици и глиадиновите алели в



синтетичните амфиплоиди са адитивна комбинация от алелите, наследени от родителите, съответно в локуси Glu-A3/Gli-A1, Glu-B3/Gli-B1, Glu-D3/Gli-D1, разположени в късите рамена на хромозомите от първа група. Връзките между тези запасни белтъци и хлебопекарните характеристики на синтетичните амфидиплоиди са в процес на проучване [22].

Основна цел на настоящото изследване е установяване на фракционния състав и алелното вариране на запасните белтъци в синтетични амфиплоиди, както и в изходните родителски форми - дивият вид *Aegilops tauschii* и тетраплоидните пшеници (*Triticum dicoccum* и *T. durum*). Изследванията по отношение на резервните белтъци в семената на синтетичните, създадени в ДЗИ - Генерал Тошево, ще бъдат от значение за по-пълната им селекционна характеристика като потенциални нови източници на гени, свързани с качеството на обикновената пшеница (*Triticum aestivum* L.).

## II. МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

### 1. Материали

Материалите включват два образца от вида *Aegilops tauschii* (2n=14, DD), три образца *Triticum dicoccum* (2n=28, BBA<sup>u</sup>A<sup>u</sup>), един образец *Triticum durum* (2n=28) и три синтетични амфидиплоиди (2n=42, BBA<sup>u</sup>A<sup>u</sup>DD). В таблици 1-2 са посочени изходните за настоящото изследване образци пшеница, а също и стандартите при биохимичните анализи.

### 2. Методи

От всеки пшеничен вид и от синтетичните линии са анализирани от три до пет зърна, за да се установи степента на тяхната хомогенност.

Екстракцията на глиадините е извършена със 70% етилов алкохол, а самото разделяне на белтъчните фракции е направено с помощта на едномерна кисела вертикална електрофореза (A-PAGE) [7], осъществена на 8% разделящ гел при постоянна температура от 10°C.

Екстракцията на високомолекулните глутенини е извършена на четири етапа [17]. Електрофорезата се осъществява на вертикален апарат в два варианта [8]: а) класическа едномерна полиакриламидна гелна електрофореза на 8 % и 12% разделящ гел, и б) едномерна SDS – PAGE на 12% гел с добавка на 4М урея [9] .

Табл. 1. Произход и характерен признак на образците *Aegilops tauschii* и *T. turgidum*

| Образец, №                | Произход на семената | Характерен признак   |
|---------------------------|----------------------|----------------------|
| 22744                     | Русия                | Плевеста             |
| 19089                     | ИРГР                 | Плевеста             |
| 45390 <sup>1</sup>        | Гърция               | Плевеста             |
| 45398 <sup>1</sup>        | Испания              | Плевеста             |
| 45432 <sup>1</sup>        | Швейцария            | Плевеста             |
| 44961 <sup>1</sup>        | Турция               | Плевеста             |
| Сорт Загорка <sup>2</sup> | ДЗИ – Г. Тошево      | Голозърнеста пшеница |

1, *Triticum dicoccum*

2, *Triticum durum*

Табл. 2. Произход, геномна формула и някои характерни признаци на синтетичните линии и стандарти в изследването

| Селекционен номер | Кръстоска                                                             | Геномна формула <sup>1</sup>         | Характерен признак |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| 32                | F <sub>1</sub> (44961xЗагорка x 45432) x <i>Ae. tauschii</i> № 19089  | BBA <sup>u</sup> A <sup>u</sup> DD   | плевеста           |
| 106               | F <sub>2</sub> (44961x Загорка x 45432) x <i>Ae. tauschii</i> № 22744 | i BBA <sup>u</sup> A <sup>u</sup> DD | плевеста           |
| 107               | <i>T. dicoccum</i> № 45398 x <i>Ae. tauschii</i> № 22744              | BBA <sup>u</sup> A <sup>u</sup> DD   | плевеста           |

| Стандарт       | Геномна формула                           | Характерен признак     | Произход |
|----------------|-------------------------------------------|------------------------|----------|
| Безостая 1     | 2n=42, BBA <sup>u</sup> A <sup>u</sup> DD | Зимна, мека пшеница    | Русия    |
| Chinese Spring | 2n=42, BBA <sup>u</sup> A <sup>u</sup> DD | Пролетна, мека пшеница | Китай    |

1, Геномните формули са по Goncharov et al. 2009 [4]

## III. РЕЗУЛТАТИ

### 1. SDS-PAGE анализ на високомолекулни глутенини (HMW-GS)

Високомолекулните глутенини (HMW) на три синтетични хексаплоидни пшеници и на техните диплоидни и тетраплоидни родители са анализирани чрез *SDS-PAGE* електрофореза с и без добавка на 4М урея. Оценката на фракционния състав на високомолекулните глутенини е проведена въз основа на установената номенклатура [14] на високомолекулните алели и на Glu1 скор, изразяващ връзката на отделните субединици с качеството [15]. Използвани са също така и установени от други автори връзки между някои субединици и качествените показатели [2, 3]. Резултатите са представени на фигура 1 и в таблица 3.

Анализът показва, че субединиците в *Glu-A1* и *Glu-B1* локусите на синтетичните

амфидиплоиди са наследени изцяло от съответните тетраплоидните пшеници, а тези в *Glu-D1* локуса - от диплоидните образци, участвали в кръстоската.

Синтетичният хексаплоид № 107 (*T. dicoccum* № 45398 x *Ae. tauschii* № 22744) има следния високомолекулен glutенинов състав в *Glu-1* локуса: 1 (*Glu-A1*), 7+8 (*Glu-B1*) и 1.5+10 (*Glu-D1*) (Фиг. 1, Таблица 3).

Чрез кръстосване на същия диплоиден родител, *Ae. tauschii* № 22744 с тетраплоидния хибрид F<sub>2</sub> (44961 x Загорка x 45432) е синтезиран амфиплоид № 106, чийто HMW-GS състав в *Glu-1* локуса е: 1.1 (*Glu-A1*), 14+15 (*Glu-B1*) и 1.5+10 (*Glu-D1*) (Фиг. 1, Таблица 3).

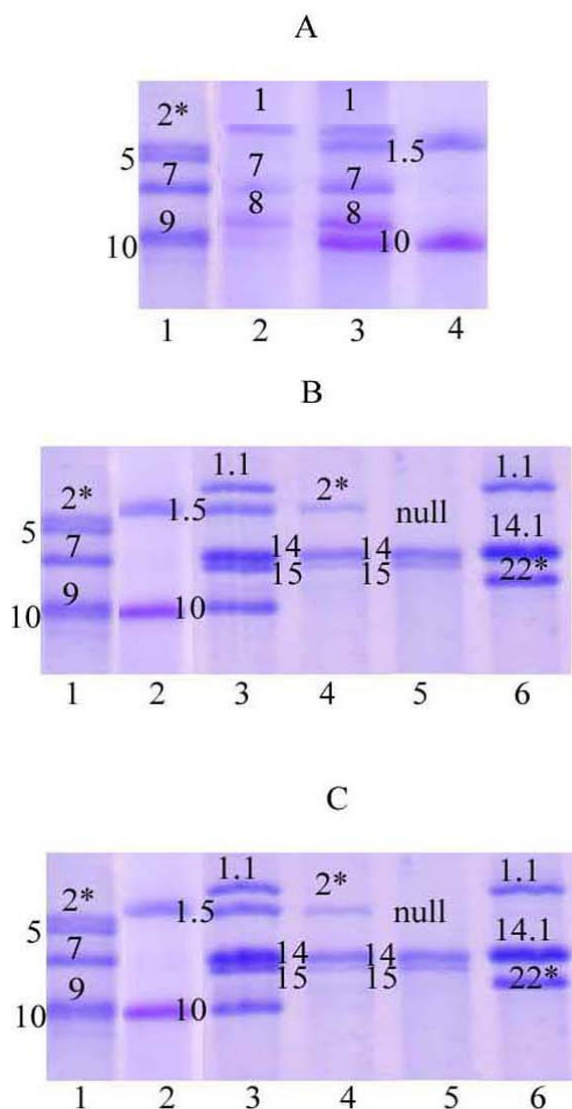
Синтетичната пшеница № 32 (F<sub>1</sub> (44961 x Загорка x 45432) x *Ae. tauschii* № 19089) има високомолекулен glutенинов състав в *Glu-1* локуса: 1.1 (*Glu-A1*), 14+15 (*Glu-B1*) и 1.5+10 (*Glu-D1*) (Фиг. 1, Таблица 3).

Най-силно влияние върху качеството на пшеницата оказват алелите от *D*-генома. Резултатите от SDS-PAGE анализа показват, че трите синтетични пшеници имат еднакъв алелен състав в *Glu-D1* локуса, което се дължи на еднаквост в спектрите на диплоидните родителски линии. Високомолекулната фракционна двойка 1.5+10, която се контролира от алел *Glu-D1ah*, е идентифицирана за първи път в синтетичните пшеници [21]. Нейният *Glu-D1* скор не е определен, но редица проучвания [17, 19] доказват положителното й влияние върху крайните хлебопекарни качества.

Значителен ефект върху технологичните показатели на брашното имат и алелите, наследени от тетраплоидните родители в *Glu-A1* локуса. Установено е, че пшеници, които в своята HMW конфигурация съдържат 1Aх субединица 1, подобно на анализирания амфиплоид № 107, имат по-високо качество от други пшеници, в които тази фракция отсъства. В синтетичните линии № 106 и 32 е идентифицирана 1Aх субединица 1.1. Тя е установена първоначално при проучване на образци *Triticum dicoccum* [11] и не е характерна за *A*-генома на обикновената пшеница, но като се има предвид, че броят на високомолекулените алели обуславящи свързани с високо качество субединици е ограничен, откриването на нови алели е важен резерв за обогатяване на наследствената основа на качеството на пшеницата.

Високомолекулените glutенинови фракции от *B*-генома са много на брой и се срещат с по-малка честота в обикновената

пшеница, поради което не оказват съществено влияние върху варирането на качествените показатели. Въпреки това редица изследвания показват, че субединица 7+8, установена в кръстоска № 107, осигурява много добри хлебопекарни качества [16]. В останалите две кръстоски е идентифицирана фракционна двойка 14+15. Съгласно посочения в таблица 3 *Glu1* скор тази субединица се свързва с добро качество [16], но поради нейното незначително присъствие в *Glu-B1* локуса на пшеничните сортове и линии, липсват данни за нейното влияние върху силата на glutена.



Фиг. 1. HMW-GS субединици, кодирани от *Glu-A1*, *Glu-B1* и *Glu-D1* локусите на синтетичните хексаплоидни пшеници № 107, 106, 32-2-21 и техните родители: А) 1. Безостая 1, 2. 45398, 3. № 107, 4. *Ae. tauschii* 22744; Б) 1. Безостая 1, 2. *Ae. tauschii* 22744, 3. № 106, 4. Загорка, 5. 44961, 6. 45432; В) 1. Безостая 1, 2. *Ae. tauschii* 19089, 3. № 32-2-21, 4. Загорка, 5. 44961, 6. 45432.

## 2. SDS-PAGE анализ на нискомолекулни глутенини (LMW-GS) и A-PAGE анализ на глиадини (Gli)

За идентификация на нискомолекулните глутенинови и глиадинови алели на синтезираните амфидиплоиди се използва общоприетата за всички хексаплоидни пшеници номенклатура на Jacson et al. [6].

A-PAGE и SDS-PAGE анализите показват хомогенност на синтетици № 107 и № 106 по отношение на нискомолекулния и глиадиновия им белтъчен състав. За амфидиплоид № 32 са установени два различни алелни варианта в локус Glu-D3 и в генетично свързаните Glu-A3/Gli-A1 локуси, докато в Glu-B3/Gli-B1 локусите той е хомогенен. Най-вероятната причина за тази хетерогенност е междуалелно взаимодействие в тази синтетична форма, поради липса на електрофоретичен контрол при нейното създаване [1].

Табл. 3. Високомолекулни глутенинови субединици, алелен състав и Glu-1 скор на диплоидни, тетраплоидни пшенични образци и получени с тяхно участие синтетични хексаплоиди

| Образец,<br>№        | Glu-A1                                    |                       |                   | Glu-B1                                    |                       |                                  | Glu-D1                                    |                       |
|----------------------|-------------------------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------|
|                      | С<br>у<br>б<br>е<br>д<br>и<br>и<br>ц<br>и | А<br>л<br>е<br>л<br>и | Г<br>л<br>у<br>А1 | С<br>у<br>б<br>е<br>д<br>и<br>и<br>ц<br>и | А<br>л<br>е<br>л<br>и | Г<br>л<br>у<br>В1                | С<br>у<br>б<br>е<br>д<br>и<br>и<br>ц<br>и | А<br>л<br>е<br>л<br>и |
| 22744 <sup>1</sup>   | -                                         | -                     | -                 | -                                         | -                     | -                                | 1.5+10                                    | ah                    |
| 19089 <sup>1</sup>   | -                                         | -                     | -                 | -                                         | -                     | -                                | 1.5+10                                    | ah                    |
| 45398 <sup>2</sup>   | l                                         | a                     | 3                 | 7+8                                       | b                     | 3                                | -                                         | -                     |
| 45432 <sup>2</sup>   | l.1                                       | x                     | -                 | 14.1+22*                                  | l                     | -                                | -                                         | -                     |
| 44961 <sup>2</sup>   | null                                      | c                     | l                 | 14+15                                     | h                     | 3 <sup>a</sup><br>2 <sup>b</sup> | -                                         | -                     |
| Загорка <sup>3</sup> | 2*                                        | b                     | 3                 | 14+15                                     | h                     | 3 <sup>a</sup><br>2 <sup>b</sup> | -                                         | -                     |
| 32 <sup>4</sup>      | l.1                                       | x                     | -                 | 14+15                                     | h                     | 3 <sup>a</sup><br>2 <sup>b</sup> | 1.5+10                                    | ah                    |
| 106 <sup>4</sup>     | l.1                                       | x                     | -                 | 14+15                                     | h                     | 3 <sup>a</sup><br>2 <sup>b</sup> | 1.5+10                                    | ah                    |
| 107 <sup>4</sup>     | l                                         | a                     | 3                 | 7+8                                       | b                     | 3                                | 1.5+10                                    | ah                    |

1, *Ae. tauschii* (DD); 2, *Triticum dicoccum*;  
3, *Triticum durum*; 4, Амфидиплоиди (BBA<sup>a</sup>A<sup>u</sup>DD);  
a, Branland and Dardevet, 1985 [2] b, Bahraei et al., 2004 [3]

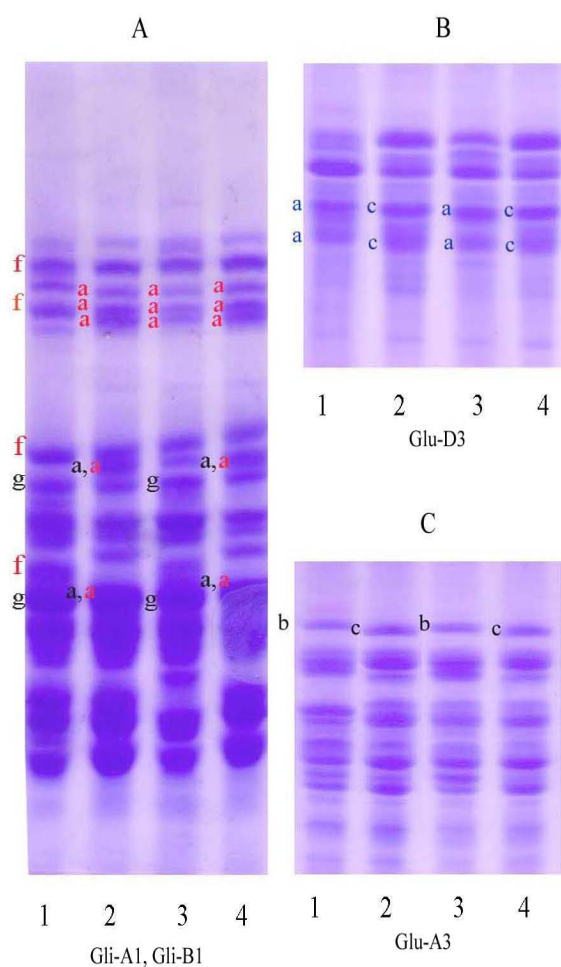
Идентифицираните чрез SDS-PAGE анализ нискомолекулни глутенинови алели в Glu-D3 локусите на изследваните хексаплоиди

са представени на фигура 2. За амфидиплоид № 107 установяваме алел a, за № 106 - алел c, а за № 32 - двата алела - a и c.

За установяване на глиадиновите блокове, принадлежащи към Gli-D1 и Gli-D2 локусите е проведена A-PAGE електрофореза. Gli-D1 блоковете обикновено обхващат ω- и γ- зоните. Всяка от изследваните три хексаплоидни синтетични пшеници е точно идентифицирана със специфичен глиадинов блок в Gli-D1 локуса (Фиг.3), наследен от съответния образец на диплоидния родител, *Ae. tauschii*. Като стандарти са използвани сортовете обикновена пшеница: Безостая 1 и Chinese Spring. В зависимост от интензитета на оцветяването си глиадиновите компоненти от ω- и γ-зоните могат да бъдат слабо, средно или силно оцветени, като при диаграмното предствяне много фините бендове са изключени. В глиадиновите блокове на синтетични линии № 107 и № 106, подобно на диплоидния им родител № 22744, липсват бавноподвижните ω-бендове - характерни за стандартите. Тези два бенда липсват и в установените два глиадинови блока в Gli-D1 локуса на синтетик № 32, който е получен с участието на диплоидния родител № 19089. Двойката бавноподвижни ω-компоненти е много характерна за обикновената пшеница и е използвана като основа за първоначална идентификация на глиадиновите електрофореграми на хексаплоидни образци пшеница [22].

Gli-D2 блоковете обхващат глиадинови компоненти от β- и α-зоните. Повечето от компонентите на тези блокове са по-интензивно оцветени в сравнение с Gli-D1 блоковете. Подобно на глиадиновите спектри на *Ae. tauschii* и в спектрите на синтетичните хексаплоиди в региона, очертаващ γ- и β-зоните, се наблюдава известно прекриване на бързоподвижни бендове от Gli-D1 групата с бавноподвижни от Gli-D2, което значително затруднява класификацията на тези групи. Прието е по-слабо оцветените бендове, с много слаба подвижност, намиращи се в началото на β- зоната да бъдат включени в Gli-D1 група, докато тези, които са интензивно оцветени и локализиращи в края на γ- зоната, да бъдат отнесени към Gli-D2 [10]. Някои β- и най-вече α- глиадинови компоненти от диплоидните родители не са експресирани в спектрите на изследваните синтетични хексаплоиди. Подобни резултати са получени и от други автори [21,23]. Останалите компоненти, кодирани от Gli-D1 и Gli-D2 локусите се

препокриват със съответните хомеоалелни компоненти от А- и В- геномите на хексаплоидните пшеници [10]. От една страна, това прави невъзможно идентифицирането на глиадиновите блокове от локус Gli-D1 по каталога на глиадиновите алели на обикновената пшеница [12]. От друга страна, в резултат на проведената SDS-PAGE електрофореза е установен алелния състав в Glu-D3 локуса (Фиг.2), който е генетично свързан с Gli-D1 локуса [6]. Описаното по-горе препокриване не дава възможност тази взаимовръзка да бъде използвана за определяне на глиадиновите D1-алелни блокове на изследваните синтетични пшеници.



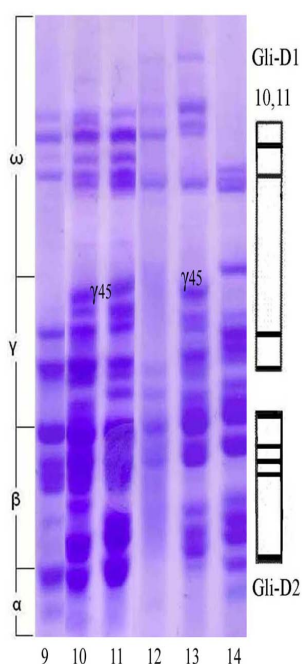
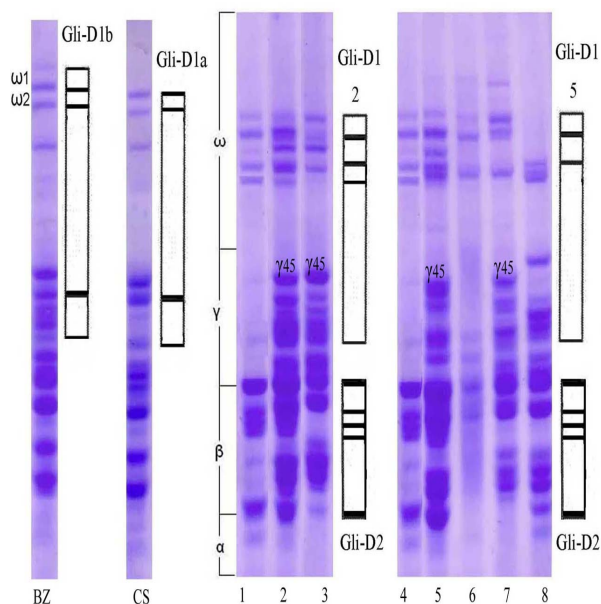
Фиг. 2. (А) Електрофоретичен спектър на глиадини при A-PAGE и алели в Gli-A1(черни букви) и Gli-B1 (червени букви) локуси; (В) Електрофоретичен спектър на LMW-глутенини при SDS-PAGE и алели в Glu-D3 локуса; (С) Електрофоретичен спектър на LMW-глутенини при SDS-PAGE с 4М урея и алели в Glu-A3 локуса, съответни на алелите от Gli-A1 локуса (А) 1. № 107; 2. № 106; 3, 4. № 32

Тъй като редица глиадинови фракции от Gli-D блоковете имат значително влияние върху силата на глутена [23], директният трансфер на нови глиадинови алели от *Aegilops tauschii* № 22744 и 19089 в локуси Gli-D1 и Gli-D2 на изследваните хексаплоидни синтетичи, вероятно ще подобри едновременно както качеството, така и други желани показатели.

В резултат на проведените SDS-PAGE и A-PAGE анализи са установени и нискомолекулните глутенинови и глиадинови алели в локуси Glu-A3/Gli-A1, Glu-B3/Gli-B1 на изследваните синтетични форми. Отчитането на предварително определената връзка между Glu-3 и Gli-1 алелите потвърди тяхното идентифициране (Фиг.2). Поради сливането и/или взаимното препокриване на бендове от локуси Glu-A3 и Glu-B3, идентифицирането на нискомолекулните глутенини е трудно и несигурно. Това налага използването на модифицирания SDS-PAGE метод с 4М урея [1], чрез който много лесно се идентифицират алелите в Glu-A3 локуса. Синтетичният амфидиплоид № 107 притежава алели b и g в локуси Glu-A3 и Gli-A1 и алели f и g в локуси Glu-B3 и Gli-B1. За кръстоска № 32 са установени два различни алелни варианта в Glu-A3/Gli-A1 и един алелен вариант в Glu-B3/Gli-B1. Единият от алелните варианти е напълно идентичен с този, установен за синтетичната пшеница № 106: алели c, a и a, a съотв. в локуси Glu-A3/Gli-A1 и Glu-B3/Gli-B1. Другите идентифицирани алели за хетерогенния амфидиплоид в Glu-A3/Gli-A1 локусите са съответно b и g (Фиг.2).

Въз основа на електрофоретичното разделяне на глиадините е установено, че и трите амфидиплоида съдържат γ-глиадинова фракция 45, която е алелна форма кодирана от ген, локализиран в Gli-B1 локуса (Фиг.3). Тази фракция, предадена в потомствата от тетраплоидните родители, е свързана с високо качество на глутена. Освен γ-глиадинова фракция 45, при твърдите пшеници се среща и γ-глиадинова фракция 42, която се свързва със слаб глутен.





Фиг.3. A-PAGE спектри: 1,4. № 22744; 2. № 107; 3. № 45398; 5. № 106; 6,12. № 44961; 7,13. № 45432; 8,14. Загорка; 9. № 19089; 10,11. № 32-2-21. Представени са глиадиновите спектри на стандартите Безостая 1 (BZ) и Chinese Spring (CS). Глиадиновите алелни варианти в Gli-D1 и Gli-D2 са представени графично като блокове. Посочени са  $\gamma$ -глиадинови фракции 45 и 42 в Gli-B1 локуса.

### III. ИЗВОДИ

1. Фракционният състав на резервните белтъци показва, че анализираният синтетични линии № 106 и № 107 са хомогенни, а № 32 е хетерогенна и се състои от два биотипа.

2. Проведеният SDS-PAGE анализ установява, че трите амфидиплоида имат еднакъв алелен състав в Glu-D1 локуса, който има най-силно влияние върху качеството на пшеницата. Идентифицирана е високомолекулната субединица 1.5+10, която се контролира от алел Glu-D1ah и не е характерна за обикновената пшеница.

3. В Glu-A1 локуса на синтетичните пшеници № 106 и 32 е идентифицирана субединица 1.1, която не се среща в A-генома на обикновената пшеница. Като се има предвид, че броят на високомолекулните алели, обуславящи свързани с високо качество субединици е ограничен, установеният нов алел е важен резерв за обогатяване на наследствената основа при качеството на пшеницата.

4. Анализираният амфидиплоид притежават маркера за добро качество –  $\gamma$ -глиадин 45.

5. Установено е високо ниво на полиморфизъм на глиадините в синтетичните форми, като някои от новите алели могат да намерят приложение в селекцията с цел подобряване на хлебната пшеница. В процес на проучване са връзките между специфичните глиадинови алели, наследени от дивия вид, и хлебопекарните качества на синтетичните хексаплоидни линии.

### IV. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Тодоров И., 2006. Проучване на запасните белтъци на зърното и използването им като генетични маркери в селекцията на пшеницата. *Дисертация*, ИЦАН.
- [2] Bahraei S., Saidi A., Alizadeh D., 2004. High molecular weight glutenin subunits of current bread wheats grown in Iran. *Euphytica*, 137: 173-179.
- [3] Branland G. and Dardevet M., 1985. Diversity of grain protein and bread wheat quality. II. Correlation between high molecular weight subunits of glutenin and flour quality characteristics. *Journal of Cereal Science*, 3: 345-354.
- [4] Goncharov N.P., Golovnina K.A., Kondratenko E.Y., 2009. Taxonomy and molecular phylogeny of natural and artificial wheat species. *Breeding Science* 59: 492-498.
- [5] Jackson E.A., Holt L.M., Payne P.I., 1983. Characterization of high – molecular - weight gliadin and low-molecular-weight glutenin subunits of wheat endosperm by two-dimensional electrophoresis and chromosomal localisation of their controlling genes. *Theoretical and Applied Genetics* 66: 29-37.
- [6] Jackson E.A., Morel M.H., Sontag-Strohm T., Branlard G., Metakovsky E.V., Redaelli R., 1996. Proposal for combining the classification system of alleles of Gli-1 and Gli-3 loci in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *J. Genet.Breed.* 50: 321-336.

- [7] Khan K., McDonald E., Banasik O.J., 1983. Polyacrylamide gel electrophoresis of gliadin proteins for wheat variety. Identification-procedural modifications and observations. *Cereal Chem.* 60 (2): 178-181.
- [8] Laemmli U.K., 1970. Clavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature* 227 ( 5259 ): 680 – 685.
- [9] Lafiandra D., D'Ovidio R., Porceddu E., Margiotta B., Colaprico G., 1993. New data supporting high Mr glutenin subunits as the determinant of quality differences among the pairs 5 + 10 vs. 2 + 12. *Journal of Cereal Science* 18: 197-205.
- [10] Lagudah E.S., Halloran G.M., 1988. Phylogenetic relationships of *Triticum tauschii* the D genome donor to hexaploid wheat. *Theor. Appl. Genet.* 75: 592-598.
- [11] Li Q. Y., Yan Y.M., Wang A.L., An X.L., Zhang Y.Z., Hsam S.L.K., Zeller F.J., 2006. Detection of HMW glutenin subunit variation among 205 cultivated emmer accessions (*Triticum turgidum* ssp. *dicoccum*). *Plant Breeding* 125: 120-124.
- [12] Metakovsky E.V., 1991. Gliadin allele identification in common wheat. II. Catalogue of gliadin alleles in common wheat. *J. Genet. & Breed.* 45: 325-344.
- [13] Payne P.I., Law C.N., Mudd E.E., 1980. Control by homeologous group 1 chromosomes of the high-molecular-weight subunits of glutenin, a major protein of wheat endosperm. *Theor. Appl. Genet.*, 58: 113-120.
- [14] Payne P.I., Lawrence G.J., 1983. Catalogue of alleles for the complex gene loci, Glu – A1, Glu – B1 and Glu – D1 which code for high-molecular - weight subunit in hexaploid wheat. *Cereal Research Communication*, 11(1): 29-35.
- [15] Payne P. I., Nightingale M. A., Krattiger A. F., Holt L. M., 1987a. The relationship between HMW glutenin subunit composition and the bread-making quality of British-grown wheat varieties. *J. Sci. Food Agric.* 40: 51-56.
- [16] Payne P.I., Seekings J.A., Jarvis M.G. and Holt L.M., 1987b. Allelic variation of glutenin subunits and gliadins and its effect on breadmaking quality in wheat: analysis of F5 Orogeny from Chinese Spring x Chinese Spring ( Hope 1A ). *Journal of Cereal Science*, 6: 103-118.
- [17] Peña R.J., Zarco-Hernandez J., Mujeeb-Kazi A., 1994. Glutenin subunit compositions and breed-making quality characteristics of synthetic hexaploid wheats derived from *Triticum turgidum* x *Triticum tauschii* (Coss.) Schmal crosses. *Journal of Cereal Science* 21: 15-23.
- [18] Singh N.K., Shepherd K.W, Cornish G.B., 1991. A simplified SDS-PAGE procedure for separating LMW subunits of glutenin. *Journal of Cereal Science*, 14: 203-208.
- [19] Tang Y., Yang W., Tian J., Li J., Chen F., 2008. Effect of HMW-GS 6+8 and 1.5+10 from synthetic hexaploid wheat on wheat quality traits. *Agricultural Science of China*, 7: 1161-1171
- [20] Van Slageren M. W., 1994. Wild wheats: monograph of *Aegilops* L. and *Amblyopyrum* (Jaub. And Spash) Eig (*Poaceae*). Agricultural University, Wageningen. International Center for Agricultural Research in Dry Areas, Aleppo, Syria.
- [21] William M.D.H.M., Peña R.J., Mujeeb-Kazi A., 1993. Seed protein and isozyme variations in *Triticum tauschii* ( *Aegilops squarrosa*). *Theor. Appl. Genet.* 87: 257-263.
- [22] Wrigley C. W., Shepherd K. W., 1974. Identification of Australian wheat cultivars by laboratory procedures. Examination of pure samples of grain. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 14: 796.
- [23] Yan Y.M., Hsam S.L.K., Yu J.Z., Jiang Y., Zeller F.J., 2003. Genetic polymorphisms at Gli-Dt gliadin loci in *Aegilops tauschii* as revealed by acid polyacrylamide gel and capillary electrophoresis. *Plant Breeding* 122, 120-124.

#### За контакти:

гл. асистент Соня Донева, отдел „Селекция на зърнено-житни култури” в Добруджански земеделски институт - гр. Генерал Тошево  
e-mail: sonya\_doneva@yahoo.com

**Рецензент:** доц. д-р Миглена Друмева, ТУ Варна



## ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ЛИСТНО-ПЛОЩЕН ИНДЕКС ПРИ ОБИКНОВЕНА ЗИМНА ПШЕНИЦА (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

### CALCULATION OF THE LEAF-AREA INDEX IN COMMON WINTER WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

Христо Павлинов Стоянов

**Резюме:** Получаването на високи добиви от обикновената зимна пшеница (*Triticum aestivum*) е основен проблем пред съвременната агротехника. Чрез използване и манипулиране на листно-площния индекс, като косвена характеристика на растежа, може да се докаже значително увеличение на произвежданото количество продукция. Като елементи на листно-площния индекс, листната площ и заемащата от растението площ са ключови фактори, които могат да бъдат оптимизирани. От значение за постигане на бързи резултати е тяхното лесно изчисляване. Разработена е методика на база на математически методи, използваща компонентите на листната петура, за изчисляване на листната площ. По този начин времето и трудностите при определянето и оптимизирането на листно-площния индекс при обикновената зимна пшеница се съкращават значително.

**Ключови думи:** листно-площен индекс, листна площ, обикновена зимна пшеница

**Abstract:** Obtaining high yields of common winter wheat (*Triticum aestivum*) is a major problem facing modern farming practices. Through the use and manipulation of leaf-area index as an indirect characteristic of the growth significant increase in the amount of output production could be demonstrated. As elements of leaf-area index, leaf area and the area occupied by the plant are key factors that could be optimized. Essential for achieving quick results is their easy calculation. A methodology based on mathematical methods using components of the leaf lamina to calculate the leaf area is developed. As a result time and the difficulties in determining and optimizing the leaf-area index in ordinary winter wheat are reduced significantly.

**Keywords:** common winter wheat, leaf-area index, leaf area

#### I. ВЪВЕДЕНИЕ

Пшеницата се явява основната зърнена култура в световен мащаб. Това определя и широкия кръг от дейности насочени към подобряване на нейното отглеждане, усъвършенстване на нейния генотип и разработване на програми и методики за оптимизиране на нейните потенциални възможности за добив.

Характерно за обикновената зимна пшеница е, че при условията на съвременното интензивно конвенционално земеделие, културата не е в състояние да реализира пълния си потенциал. Това е свързано с невъзможността за ефективна фотосинтеза в агроecosистемата, както и с неравномерността на храненето предизвикано от кореновата конкуренция. Потенциално ефективен модел за оптимизиране на добива от зърнено-житните култури и по-специално обикновената зимна пшеница се явява манипулирането на компонентите на листно-площния индекс (ЛПИ) – листната площ и агротехническата площ на растенията.

Листно-площният индекс (ЛПИ) (Leaf Area Index)  $LAI$  на едно растение (Фиг. 1) е

$$LAI = \frac{LA}{A} \quad (1)$$

където -  $LA$  – листна площ (leaf area);

-  $A$  – агротехническа площ (area).

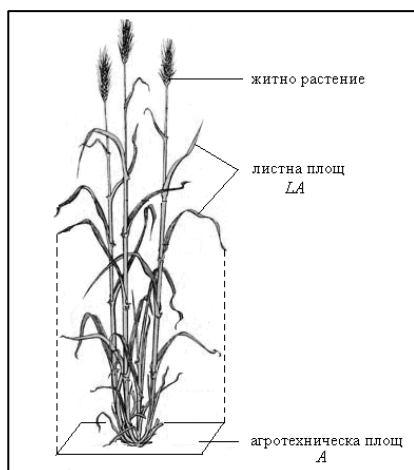
Този фактор е важен елемент при определяне на добива от културните растения. [3] Зависимостта на добива от едно растение  $P$  в зависимост от неговият  $LAI$  е експоненциална

$$P = P_{MAX} (1 - e^{-n \cdot LAI}) \quad (2)$$

където -  $P_{MAX}$  - максимален капацитет от добива на едно растение;  $n$  - коефициент зависещ от интензитета на фотосинтезата.

От (2) следва, че увеличаването на  $LAI$  води до нарастване на стойността на  $P$ . За получаване на максимален добив е необходимо да се достигнат оптимални стойности на компонентите на  $LAI$ . Оптимизирането на агротехническата площ влияе косвено върху  $LA$ . Това води до максимална продукция от дадения вид културно растение.

Тъй като наземното определяне на ЛПИ е трудоемко и свързано с множество разходи [4],



Фиг. 1. Компоненти на листно-площния индекс

то често се прибягва до определянето му посредством летателна и сателитна апаратура, използвайки спектрални индекси [4] и спектрални отражения [1]. Въпреки това определянето на този показател, имащо за цел оптимизация на добива, следва да разглежда ЛПИ не като резултатна величина от изследването, а като основен компонент на добива [2]. Илчовска [5] и Кирчев [8] съобщават за методика при царевичата за определяне на ЛПИ спрямо дължината и ширината на листа при кочана на растението. По този начин необходимостта от точно и лесно определяне на ЛПИ посредством измервания върху самото пшенично растение, а не върху растителните фотосинтетични, спектрални и добивни параметри се превръща в основна задача, спрямо подобряването на агротехниката на хлебната пшеница.

## II. АНАЛИЗ

### 1. Цел на доклада

Основната цел на настоящия доклад е да бъде разработена методика, чрез използването на математически методи за изчисляване на листно-площен индекс, посредством определяне на зависимости по отношение на компонентите листна площ и агротехническа площ, а също така и да се определи ефективността на методиката.

### 2. Математически анализ

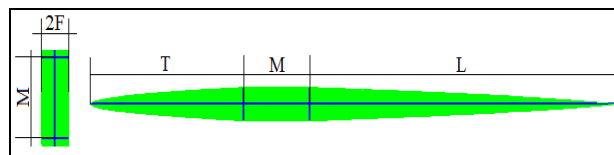
Листната площ  $LA$  на дадено растение е сбора от площите  $S_i$  на всяко едно листо на растението

$$LA = \sum_{i=1}^n S_i \quad (3)$$

където -  $n$  - общ брой листа за цялото растение.

Нека се разгледа формата на листо от обикновена пшеница (*Triticum aestivum*). То е

билатерално симетрично, като ограничаващия му контур е крива. Върхната част на всеки лист има заострена форма, която постепенно преминава в правоъгълна и на известно разстояние от долния край на листото, започва отново да се стеснява като образува параболичен връх (Фиг. 2.).



Фиг. 2. Схема и елементи на листо от житно растение

Общата площ на всеки лист е сума от площите на трите му основни части:

- *горна част* (Фиг. 3(A)) - получава се от пресичането на две нелинейни функции, като за по-голяма яснота се приема, че удовлетворяват параболи с уравнения [7]

$$f_1(x) = -ax^2 + bx + c \quad (4)$$

$$f_2(x) = -ax^2 - bx + c \quad (5)$$

Нека пресечната точка  $Q(0, L)$  на двете параболи формираща върха на листа е върху ординатата  $Oy$  и има дължина  $L$ . След заместване с координатите  $y$  в (4) и (5) се получава, че  $c = L$ , откъдето

$$f_1(x) = -ax^2 + bx + L \quad (6)$$

$$f_2(x) = -ax^2 - bx + L \quad (7)$$

Широчината ( $2F$ ) на долната част на листото лежи върху ос  $Ox$  и има крайни точки  $R(-F, 0)$  и  $T(F, 0)$ . Точката  $T$  е корен на (7), а -  $R$  на (6). Нека  $f_2(F) = 0$ . Формулите на Виет за това квадратно уравнение при отчитане на  $c = L$  и  $x_1 = F$  са

$$-\frac{b}{-a} = F + x_2, \quad \frac{L}{-a} = Fx_2 \quad (8)$$

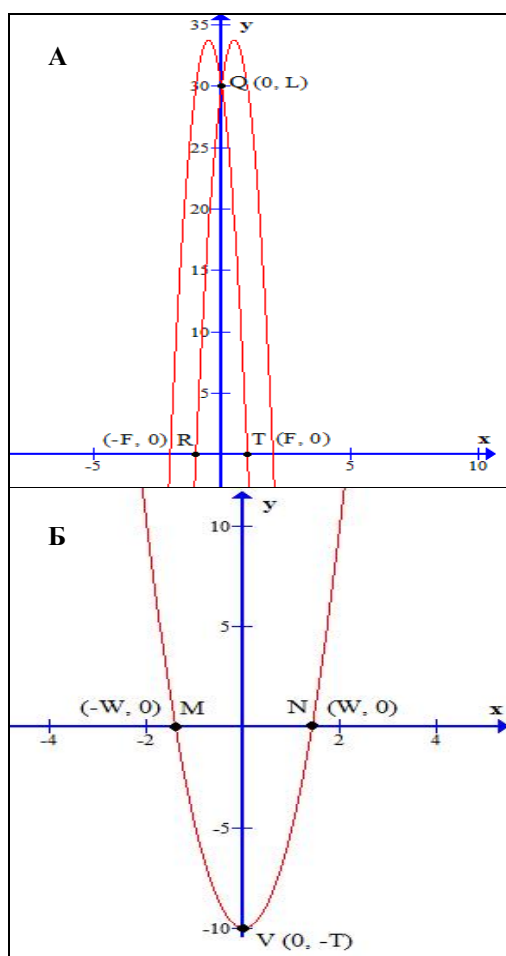
откъдето вторият корен на уравнението е

$$x_2 = -\frac{L}{Fa} \quad (9)$$

Зависимостта между коефициентите  $a$  и  $b$  чрез дължината  $L$  и широчината на върхната част на пшеничния лист е

$$-\frac{b}{a} = F - \frac{L}{Fa} \Rightarrow b = \frac{L}{F} - Fa \quad (10)$$

От (9) се вижда, че ако  $a$  нараства, то  $x_2$  намалява и обратно. Ако  $x_2$  расте, без  $F$  да се променя, то параболата става с по-широка основа и по-висока и кривата  $RQ$  се доближава все повече до права линия, а върхната част на листото - по-остра и приближена до триъгълна форма.



Фиг. 3. Схема на част на лист от житно растение: горна (А), долна (Б).

При  $\frac{L}{F} = Fa \Rightarrow b = 0$ , то параболите се

сливат. Това е при най-заоблената възможна форма на върхната част на листото. По-нататъшно нарастване на  $Fa$  се обезсмисля, тъй като става изместване на параболичните рамена и пресичането на параболите става на разстояния по-малки от  $F$ . От  $\frac{L}{F} = Fa \Rightarrow a = \frac{L}{F^2}$  и

- при стойности на  $F=1$  следва, че  $a = L$  и се получават параболично заоблени листа;

- при стойности  $a < L$  в интервала  $(\kappa, L-\kappa)$ ,  $\kappa \rightarrow 0, \kappa > 0$ , листата са от силно заострени до нормално заострени. При средно нормално заострени листа и нормални криви  $RQ$ , могат да се приемат стойности на  $a = \frac{1}{2}L$ .

- при  $a > L$ , има изместване на рамената на параболите и изменение на затворения контур.

В зависимост от отношението на  $a:L$ , т.е. в зависимост от наклона на параболата, биха се наблюдавали разлики в наклона на допирателната към параболата  $d(x)$  в точка  $T(F,$

0), съответно и в координатите на точката, където се пресичат допирателната  $d(x)$  и ординатната ос  $Oy$ . Дължината между тази точка и точката  $O(0, 0)$ , приемаме за височина на допирателната ( $Y$ ). Допирателната определяме посредством (11)

$$d(x) = f'(F) \cdot (x - F) + f(F) \quad (11)$$

като заместваме за функция (4)

$$d(x) = (-2aF - b)(x - F) + (-aF^2 - bF + c) \Rightarrow \\ \Rightarrow d(x) = -2Fax - bx + aF^2 + c \quad (12)$$

От  $c = L$  и при  $x = 0$ , то определяме височината на допирателната:

$$Y = aF^2 + L \quad (13)$$

$$a = \frac{Y - L}{F^2} \quad (14)$$

Тъй като е трудно да се определя за всеки пшеничен лист височината на допирателната  $Y$ , то следва да се определи средно отношение между  $Y$  и  $L$ , тъй като измерването на компонента  $L$  е значително по-лесно. За тази цел е проведен експеримент представен в т. II.3 и II.4.

Съгласно получените резултати от II.4

$$Y = 1,5L = \frac{3}{2}L \quad (15)$$

В общия случай, предвид (15) и преобразувайки (14) се приема  $a = \frac{L}{2F^2}$ , като

$$b = \frac{L}{F} - Fa \Rightarrow b = \frac{L}{F} - \frac{FL}{2F^2} = \frac{L}{2F} \quad (16)$$

При заместване на  $a$  и  $b$  в (6) и (7) уравненията на параболите са

$$f_1(x) = -\frac{L}{2F^2}x^2 + \frac{L}{2F}x + L \quad (17)$$

$$f_2(x) = -\frac{L}{2F^2}x^2 - \frac{L}{2F}x + L \quad (18)$$

В интервала  $[-F, F]$  общата площ на върхната част на пшеничното листо е

$$S_v = 2 \int_0^F \left( -\frac{L}{2F^2}x^2 - \frac{L}{2F}x + L \right) dx = \\ = 2 \left( -\frac{L}{6F^2}x^3 - \frac{L}{4F}x^2 + Lx \right) \Big|_0^F = \frac{7LF}{6} \quad (19)$$

- средна част - представлява правоъгълник с площ

$$S_m = M \cdot N \quad (20)$$

където  $M, N$  - дължина и широчина на средната част.

- долна част - заградена е от контура на удължена центрирана парабола спрямо оста  $Oy$

(Фиг. 3(Б)). Уравнението ѝ има вида  $g(x) = px^2 + q$ . Върхът на параболата е в точката  $V(0, -T)$ , където  $T$  е дължината на долната част на листа. Следователно

$$g(x) = px^2 - T \quad (21)$$

Параболата пресича оста  $Ox$  в точките  $M(-W, 0)$  и  $N(W, 0)$ . След заместване на една от тях в (21), параметърът  $p$  може да се изрази чрез  $W$

$$pW^2 - T = 0 \Rightarrow p = \frac{T}{W^2} \text{ и } g(x) = \frac{T}{W^2} x^2 - T.$$

Площта на долната част на листото е

$$\begin{aligned} S_b &= -2 \int_0^W \left( \frac{T}{W^2} x^2 - T \right) dx = \\ &= -2 \left( -\frac{T}{3W^2} x^3 - Tx \right) \Big|_0^W = \frac{4TW}{3} \end{aligned} \quad (22)$$

От (19), (20) и (22) за общата площ на листото се получава

$$S = S_v + S_m + S_b = \frac{7LF}{6} + MN + \frac{4TW}{3} \quad (23)$$

Широчините на листа в трите изследваните области са еднакви, откъдето

$$\begin{aligned} F = W = \frac{N}{2} \Rightarrow S &= \frac{7LF}{6} + 2MF + \frac{4TF}{3} = \\ &= \frac{F(7L + 12M + 8T)}{6} \end{aligned} \quad (24)$$

Надеждно измерена, листната площ  $LA$  е

$$LA = \sum_{i=1}^n \frac{F_i (7L_i + 12M_i + 8T_i)}{6} \quad (25)$$

### 3. Материали и методи

За определяне на зависимостта и отношението между дължината на върхната част на листната петура ( $L$ ) и височината на нейната допирателна ( $Y$ ) от 20 нормално развити пшенични растения са подбрани по 2 листа от различните етажи на растението на случаен принцип.

За всеки пшеничен лист е определена допирателната към върхната част от листната петура, като измерването е извършено върху графична милиметрова хартия, по стандартна методика [7].

За определяне на ефективността на методиката е направен анализ на посеви от хлебна пшеница, отглеждани при идентични условия. Посевите са разделени на две групи, А (междуредие – 60см, вътрередие 60см) и Б (междуредие – 20см, вътрередие 3см), и са в непосредствена близост, за да се изключи диференциация по отношение на климатичните условия. Площта на която е извършен опита е 40 кв.м. Използвани са 3 сорта обикновена

зимна пшеница селекция на ДЗИ гр.Генерал Тошево – Ласка (Л), Тодора (Т), Енола (Е). Двете групи са подхранени с равностойността на 40 кг/дка САС.

За установяване на листната площ на пшеничния лист е използвана методиката с четирикомпонентно измерване на пшеничния лист, определяйки дължините на  $L$ ,  $M$ ,  $T$  и  $F$ , разработена в П.2. Отбирането на листата е извършено като от 20 нормално развити пшенични растения са подбрани по 2 листа от различните етажи на растението на случаен принцип. Определянето на листната площ е извършено без оглед на сорта, а само по групи посеви. Определени са стандартното отклонение (SD) и вариационния коефициент (CV) на показателите – ширина на листа ( $2F$ ), долна част на листа ( $T$ ), средна част на листа ( $M$ ), горна част на листа ( $L$ ), дължина на листа ( $LO$ ), листна площ ( $S$ ).

За всяка изследвана група са установени среден брой братя на растение (СББ), среден брой листа (СБЛ), среден брой листа на брат (СБЛБ), средна листна площ за лист (СЛПЛ ( $S$ )), средна листна площ за брат (СЛПБ), средна листна площ за растение (СЛПР ( $LA$ )). СБЛ е произведение на СББ и СБЛБ, а СЛПР е произведение от СБЛ и СЛПЛ ( $S$ ). За показателя СББ в група А е използвана генерална съвкупност от всички растения, а за група Б – същият брой произволно избрани растения. Останалите показатели са изчислявани на база произволно отбрани братя и листа от растение.

Агротехническата площ (АП) на пшеничните растения от група А е изчислена чрез използването на метод използващ проекцията на сянката на пшеничното растение върху земната повърхност. За установяване на проекцията на сянката, произволни растения са заснемани фронтално, във вертикално направление. Заснемането е извършено с фотоапарат Fujifilm Finerpix S2950. Направена е обработка на снимковия материал за установяване на контурите на засенчената площ чрез използване на графичен софтуер Adobe PhotoShop CS2. Засенчената площ е изчислена, чрез използването на софтуерен продукт Area of Polygon, работещ под среда на Microsoft Visual Studio 2010. За група Б е приета агротехническа площ отговаряща на правоъгълник със страни междуредието и вътрередието между растенията.

За обобщаване на данните е използван програмен продукт MS Excell 2003.

#### 4. Резултати и обсъждане

Резултатите от измерванията на произволно избрани листа са представени в Табл. 1. От таблицата може да се установи, че средното отношение на  $Y:L$  е 1,5. Наблюдава се слабо вариране по този показател, което определя до голяма степен еднаквостта на връхната част на пшеничните листа, независимо от местоположението им по стъблото. По-голямо вариране се наблюдава по отношение на дължината на средната и долната част на листа, дължащо се на местоположението на пшеничния лист.

Табл. 1. Данни за компонентите на пшеничен лист (извадка от 40 произволно подбрани листа)

| №  | 2F    | L     | M     | T     | Y     | Y:L   | S     | LO    |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1  | 2.51  | 14.03 | 5.02  | 5.01  | 20.04 | 1.43  | 41.53 | 24.06 |
| 2  | 2.49  | 16.00 | 8.01  | 4.04  | 25.11 | 1.57  | 49.89 | 28.05 |
| 3  | 2.53  | 14.01 | 12.00 | 2.06  | 20.18 | 1.44  | 54.51 | 28.07 |
| 4  | 2.52  | 16.02 | 6.03  | 3.98  | 24.89 | 1.55  | 45.43 | 26.03 |
| 5  | 2.51  | 15.00 | 11.02 | 4.03  | 23.01 | 1.53  | 56.37 | 30.05 |
| 6  | 2.48  | 13.08 | 9.03  | 5.06  | 19.28 | 1.47  | 49.68 | 27.17 |
| 7  | 2.47  | 18.01 | 8.02  | 4.01  | 26.54 | 1.47  | 52.36 | 30.04 |
| 8  | 2.53  | 17.05 | 6.02  | 6.09  | 25.48 | 1.49  | 50.67 | 29.16 |
| 9  | 2.50  | 16.02 | 6.99  | 2.98  | 23.36 | 1.46  | 45.80 | 25.99 |
| 10 | 2.54  | 17.00 | 7.00  | 5.00  | 20.05 | 1.18  | 51.44 | 29.00 |
| 11 | 2.01  | 15.00 | 6.98  | 5.00  | 17.15 | 1.14  | 38.32 | 26.98 |
| 12 | 2.04  | 16.02 | 9.00  | 6.01  | 18.21 | 1.14  | 45.60 | 31.03 |
| 13 | 1.99  | 19.02 | 8.04  | 4.99  | 25.49 | 1.34  | 44.70 | 32.05 |
| 14 | 1.99  | 15.03 | 9.00  | 4.98  | 22.74 | 1.51  | 41.96 | 29.01 |
| 15 | 2.03  | 15.99 | 10.00 | 6.01  | 23.08 | 1.44  | 47.37 | 32.00 |
| 16 | 2.00  | 17.03 | 11.00 | 7.03  | 23.02 | 1.35  | 51.24 | 35.06 |
| 17 | 1.97  | 16.00 | 8.01  | 3.99  | 24.36 | 1.52  | 39.41 | 28.00 |
| 18 | 2.05  | 15.04 | 8.99  | 5.01  | 17.02 | 1.13  | 43.26 | 29.04 |
| 19 | 2.01  | 15.00 | 10.96 | 4.05  | 22.66 | 1.51  | 45.04 | 30.01 |
| 20 | 1.99  | 16.03 | 10.04 | 4.95  | 24.29 | 1.52  | 45.15 | 31.02 |
| 21 | 1.97  | 10.00 | 5.01  | 4.01  | 15.47 | 1.55  | 26.63 | 19.02 |
| 22 | 2.02  | 11.02 | 5.99  | 4.99  | 17.82 | 1.62  | 31.80 | 22.00 |
| 23 | 1.98  | 14.05 | 5.03  | 4.98  | 22.36 | 1.59  | 32.76 | 24.06 |
| 24 | 1.99  | 14.99 | 6.01  | 3.99  | 24.98 | 1.67  | 34.65 | 24.99 |
| 25 | 1.98  | 14.03 | 8.03  | 6.02  | 24.26 | 1.73  | 40.05 | 28.08 |
| 26 | 2.01  | 12.01 | 6.99  | 6.03  | 18.31 | 1.52  | 36.21 | 25.03 |
| 27 | 1.99  | 14.06 | 5.03  | 5.01  | 25.19 | 1.79  | 32.98 | 24.10 |
| 28 | 1.97  | 15.02 | 6.00  | 5.06  | 22.11 | 1.47  | 35.73 | 26.08 |
| 29 | 1.96  | 14.01 | 6.01  | 6.11  | 21.03 | 1.50  | 35.78 | 26.13 |
| 30 | 2.05  | 15.00 | 4.99  | 4.00  | 22.51 | 1.50  | 33.63 | 23.99 |
| 31 | 1.51  | 11.04 | 4.03  | 2.01  | 18.35 | 1.66  | 17.83 | 17.08 |
| 32 | 1.50  | 11.00 | 1.99  | 3.02  | 17.89 | 1.63  | 15.63 | 16.01 |
| 33 | 1.49  | 9.98  | 2.98  | 1.99  | 16.43 | 1.65  | 15.09 | 14.95 |
| 34 | 1.48  | 10.01 | 4.05  | 1.03  | 17.86 | 1.78  | 15.65 | 15.09 |
| 35 | 1.54  | 11.03 | 3.01  | 2.02  | 18.89 | 1.71  | 16.62 | 16.06 |
| 36 | 1.50  | 14.02 | 0.99  | 1.98  | 22.15 | 1.58  | 15.73 | 16.99 |
| 37 | 1.52  | 11.99 | 3.98  | 3.05  | 18.21 | 1.52  | 19.77 | 19.02 |
| 38 | 1.51  | 12.97 | 4.00  | 4.01  | 20.39 | 1.57  | 21.50 | 20.98 |
| 39 | 1.53  | 11.95 | 3.01  | 2.03  | 18.76 | 1.57  | 17.34 | 16.99 |
| 40 | 1.49  | 11.02 | 2.06  | 1.00  | 19.45 | 1.76  | 13.64 | 14.08 |
| AV | 2.00  | 14.14 | 6.51  | 4.17  | 21.21 | 1.51  | 36.21 | 24.81 |
| SD | 0.36  | 2.33  | 2.76  | 1.52  | 3.03  | 0.16  | 13.13 | 5.62  |
| CV | 17.93 | 16.45 | 42.44 | 36.40 | 14.27 | 10.72 | 36.26 | 22.67 |
| QA | -     | -     | -     | -     | -     | 1.50  | -     | -     |

QA – частно на средните величини за  $L$  и  $Y$ .

Изчисляването на агротехническата площ на пшеничните растения е извършено въз основа на анализ на изображения получени във фаза цъфтеж. Изображението (Фиг. 4.) е поставено в програмен продукт Area of Polygon, работещ под среда на Microsoft Visual Studio 2010. Програмата използва оригиналния контур, като определя множество от точки, с техните координати. Контур се апроксимира с достатъчен брой точки, които позволяват представянето му със затворена начупена

линия. Лицето в контура се изчислява по формулата:

$$ИПК = \left| \sum_{i=1}^{n-1} \frac{M_i M_{i+1}' + M_{i+1} M_{i+1}'}{2} M_i' M_{i+1}' \right| \quad (26)$$

където,

$M_i' M_{i+1}'$  е проекция от  $M_i M_{i+1}$ , върху оста  $Oy$ , а  $M_i' M_{i+1}' M_i M_{i+1}$  е трапец, представен на Фиг. 4.

Въз основа на получените данни се изчислява площта заградена от контура (ИПК), и данните за четирите разгледани случая се осредняват (Табл. 2.). Осреднената стойност (СИПК) бива коригирана с коефициент (КК), отразяващ разликата между програмната среда и реалните размери, по (22). Получената стойност (средна агротехническа площ, САП) се приема за засенчваната от растенията площ т.е агротехническата площ на група А. Понеже са използвани обобщени данни и малка извадка, то получената агротехническа площ се приема за всички сортове от посочената група.

Табл. 2. Анализ на изображения на засенчени площи. (Извадка от 4 снимки)

| №    | 1     | 2      | 3     | 4      |
|------|-------|--------|-------|--------|
| ИПК  | 99.55 | 104.32 | 87.23 | 113.61 |
| СИПК |       | 101.18 |       |        |
| КК   |       | 0.924  |       |        |
| САП  |       | 109.50 |       |        |

$$САП = \frac{СИПК}{КК} \quad (27)$$

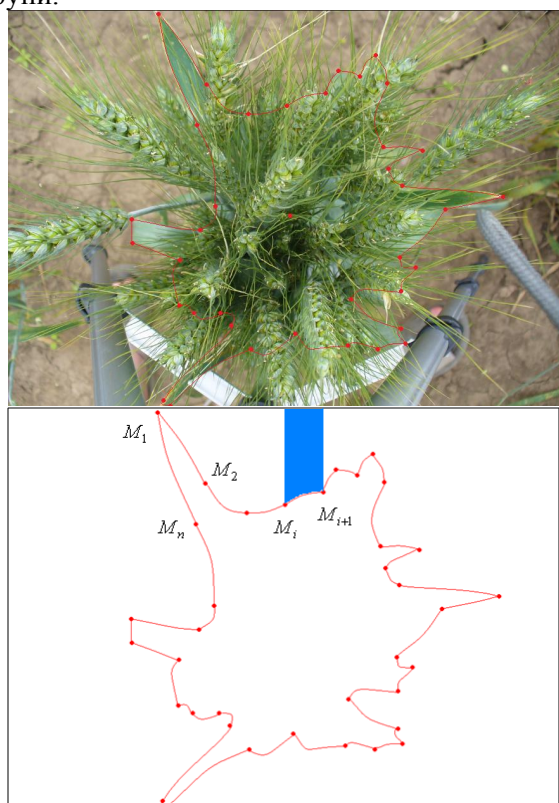
Данните отчетени при определянето на листно-площния индекс по групи за изследваните посеви А и Б са представени в Табл. 3. От данните в таблицата може да се предположи, че увеличаването на листната площ е пряко свързано с увеличаване на междуредовото и вътрередовото разстояние, т.е. с увеличаването на агротехническата площ.

Табл. 3. Обобщени средни показатели по сортове и групи

| Група   | Сорт   | СББ   | СБЛБ | СБЛ   | СЛПЛ, см <sup>2</sup> | СЛПР, см <sup>2</sup> | АП, см <sup>2</sup> | ЛПИ м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup> |
|---------|--------|-------|------|-------|-----------------------|-----------------------|---------------------|------------------------------------|
| Група А | Ласка  | 15.2  | 3.85 | 58.52 | 36.21                 | 2119.01               | 109.5               | 19.35                              |
|         | Енола  | 11.36 | 3.85 | 43.74 | 36.21                 | 1583.68               | 109.5               | 14.46                              |
|         | Тодора | 15.09 | 3.85 | 58.10 | 36.21                 | 2103.67               | 109.5               | 19.21                              |
| Група Б | Ласка  | 6.63  | 3.7  | 24.53 | 26.02                 | 638.30                | 60                  | 10.64                              |
|         | Енола  | 5.63  | 3.7  | 20.83 | 26.02                 | 542.02                | 60                  | 9.03                               |
|         | Тодора | 6.89  | 3.7  | 25.49 | 26.02                 | 663.33                | 60                  | 11.06                              |

Въпреки че агротехническата площ се увеличава значително спрямо СЛПЛ, то ЛПИ нараства за посев А. Това се дължи на завишената братимост, както и по-големия среден брой листа, при растенията от група А. Това е показателно за ефективността на разработената методика, тъй като получените резултати съответстват на предполагаемото

биологично развитие на растенията от двете групи.



Фиг. 4. Проекция на засенчване от растение от хлебна пшеница

Йорданова (2012) [6], определя ЛПИ при посев хлебна пшеница в рамките на  $5-7 \text{ m}^2/\text{m}^2$ , при междуредие 15 и вътрередие 2 см. За подобни резултати ( $1,9-8,0 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ) съобщават и Bavec et al. [2], при различна гъстота на посева. Авторите посочват, че колкото е по-голяма гъстотата на посева, толкова по-големи са стойностите за листно-площния индекс, без да се отчитат разликите във вътрередието и междуредието, като ЛПИ е представен за  $1 \text{ m}^2$ . При приравняване на данните към реалната агротехническа площ за растението (Фиг. 1.), се доказва тенденцията получена за посев А и Б. Запазвайки тенденцията за увеличаване на ЛПИ, при увеличаване на АП при двата изследвани посева (А и Б) спрямо посочените в [2] и [6] данни, то може да се заключи, че разработената методика може да намери ефективно приложение при определяне на ЛПИ.

### III. ИЗВОДИ

От така посочените резултати, може да се направят следните изводи:

1. Разработена е методика за изчисляване на листно-площен индекс чрез използването на математически методи, посредством определяне на зависимости по отношение на компонентите на листната площ и агротехническа площ.

2. Надеждно е определена листната площ при хлебна пшеница, независимо от етажността на листата.

3. Доказана е ефективността на методиката чрез прилагането ѝ върху различни посеви, посредством отчитане на тенденция за увеличаване на листно-площния индекс при увеличаване на агротехническата площ.

### IV. БЛАГОДАРНОСТИ

Специални благодарности на д-р Цветанка Ковачева от ТУ-Варна, за незаменимата помощ и критичните бележки при съставянето на методиката.

### ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. Asrar G., Fuchs M., Kanemasu E. T., Hatfield J. L., Estimating Absorbed Photosynthetic Radiation and Leaf Area Index from Spectral Reflectance in Wheat, *Agronomy Journal*, Vol. 76 No. 2, p. 300-306, 1984.
- [2]. Bavec M., Vucović K., Leaf Area Index in Winter Wheat: Response on Seed Rate and Nitrogen Application by Different Varieties, University of Maribor, 2007.
- [3]. Hongxin C., Zhang C., Li G., Zhang B., Zhao S., Wang B., Jin Z., Zhu D., Zhu J., Wei X., Researches of Optimum Leaf Area Index Dynamic models for Rape (*Brassica napus* L). *Computer and Computing Technologies in Agriculture II*, Volume 3, 2009.
- [4]. Wiegand C. L., Richardson A. J., Kanemasu E. T., Leaf Area Index Estimates for Wheat from LANDSAT and Their Implications for Evapotranspiration and Crop Modeling, *Agronomy Journal*, Vol. 71 No. 2, p. 336-342, 1979.
- [5]. Илчовска М., Проучване върху наследяването на количествени признаци при късни хибриди царевица, *Науки и технологии*, т. II-6, 114-118, 2012.
- [6]. Йорданова Н., Сравнително изследване на нови сортове пшеница, отглеждани самостоятелно и в лентов посев със слънчоглед, Пловдив, Автореферат, Аграрен университет – Пловдив, 2012.
- [7]. Каменов О., Бояджиев Л., Висша математика част втора, Сиела, 2002.
- [8]. Кирчев, Х, Влияние на торенето върху листната повърхност и добива на зърно при царевица, *Научни съобщения на СУБ, клон Добрич*, т. 1: 73-76, 1999.

### За контакти:

Христо Павлинов Стоянов, студент в Аграрен университет – Пловдив,  
Пловдив, бул. Менделеев, №12,  
e-mail: hpstoyanov@abv.bg

### Рецензент:

доц. д-р. П. Янков, кат. „Растениевъдство”, ТУ Варна



# МОДЕЛИРАНЕ НА СУШИЛЕН ЕКСПЕРИМЕНТ С АЛТЕРНАТИВНА КИНЕТИЧНА ЗАВИСИМОСТ

## MODELLING OF DRYING EXPERIMENT WITH ALTERNATIVE KINETIC DEPENDENCE

Владимир Демирев, Божидар Колев

**Резюме:** В предходни работи е моделиран нискотемпературен конвективен сушилен процес за сушене на царевича, при слой на зърното 1,8 метра. За базова в симулационния модел е използвана кинетичната функция на Сабах. Отчетени са висока точност на моделните резултати и неясни граници на валидност. В настоящата работа за базова е приета кинетичната зависимост на Мисра и Брукер, за която има данни, относно границите на валидност при сушене на царевича. В работата са сравнени получените резултати и са направени съответните изводи.

**Ключови думи:** Мисра и Брукер, моделиране, нискотемпературно сушене, царевича.

**Abstract:** A low-temperature convection drying process of drying corn with grain layer thickness of 1.8 meters has been modeled in previous works using the kinetic function of Sabah as a base for the simulation model. High accuracy of model results and unclear boundaries of validity have been reported. In the present work, the kinetic dependence of Misra and Booker is adopted as a base which already has data on the boundaries of validity of drying corn. In the current work the results are compared and the appropriate conclusions are made.

**Keywords:** corn, drying, Misra and Brooker, modeling.

### I. ВЪВЕДЕНИЕ

Знанието за особеностите на зърносушенето е изключително важно, поради нуждата от сушене на големи зърнени масиви и високия относителен разход на енергия за отделяне на влагата. Експерименталното изследване на процеса е затруднено поради високата стойност на оборудването, точно определения момент на изследването (наличието на свежо прибрано зърно), работа в натурални условия (прах, шум, влага) и т. н. Наличието на богатата база данни за процесите и възможностите на съвременната изчислителна техника са основа за създаването на симулационни модели, които помагат при изследванията, конструирането или обучението, свързани със сушенето.

### II. ИЗЛОЖЕНИЕ

#### 1. Същност и метод

В предходни работи [1, 2, 3] е моделиран нискотемпературен конвективен сушилен процес за сушене на царевича, в който базова е тънкослойната кинетична функция на Сабах. Сравнението между експерименталните и моделните резултати показва висока точност - отклонение от порядъка на 0,3%, което не означава, че моделът е приложим и за други процеси: в литературата има данни, че тънкослойният модел на Сабах е неточен при ниски скорости на въздушния поток [6]. Отчетена е необходимостта от проверка чрез

други експериментални данни. Освен чрез експерименти, проверката на създадения симулационен модел е възможна и чрез доказани тънкослойни кинетични зависимости, каквато е функцията на Мисра и Брукер.

Функцията на Мисра и Брукер [5], както и зависимостта на Сабах [4] са емпирични, като в основата им е уравнението на Пейдж:

$$U = \frac{u - u_p}{u_1 - u_p} = e^{-K\tau^n},$$

където  $U$  е обобщеното влагосъдържание,  $u$ ,  $u_1$ ,  $u_p$  са съответно текущото, началното и равновесното влагосъдържание на зърното,  $\tau$  е времето на сушене, а  $K$  и  $n$  са най-често функции на режимните параметри. Относно границите на валидност в литературата [4] е посочено, че моделът на Сабах е за зърно и при температура на сушилният агент от 25°C до 75°C, а моделът на Мисра и Брукер [5] е за царевича, температурен интервал от 2,2°C до 71,1 °C, относителна влажност на въздуха от 3% до 83% и начално влагосъдържание на зърното от 0,18 до 0,60. В стандарта не са посочени граници за скоростта на сушилният агент. Това се нуждае от доуточняване след изследвания.

Като функции двете зависимости могат да бъдат сравнени:

На Сабах - неявна функция на два аргумента - времето и температурата на въздуха:

$$U = f(\tau, t, U);$$

На Мисра и Брокер - функция на времето; температурата, относителната влажност и скоростта на въздуха; началното влагосъдържание:

$$U = f(\tau, t, \varphi, v, u_1).$$

Стойностите на величините  $K$  и  $n$  от уравнението на Пейдж, валидни за модела на Мисра и Брокер [5] са:

$$K = e^{(-7,1735 + 1,2793 \cdot \ln t + 0,1378 \cdot v)}$$

$$n = 0,0811 \cdot \ln \varphi + 0,78 \cdot u_1$$

Методът на моделиране [7] и необходимите модели за равновесна влажност, относителна влажност на въздуха, налягането на наситените пари, както и някои други зависимости и при двата модела са еднакви. Променена е единствено кинетичната функция за изчисляване на обобщеното влагосъдържание  $U$ . Налагат се и промени, свързани с допълнителните аргументи в емпиричната зависимост на Мисра и Брокер. Още на този етап са установени някои грешки и неточности в стандарта ASAE S448 DEC98.

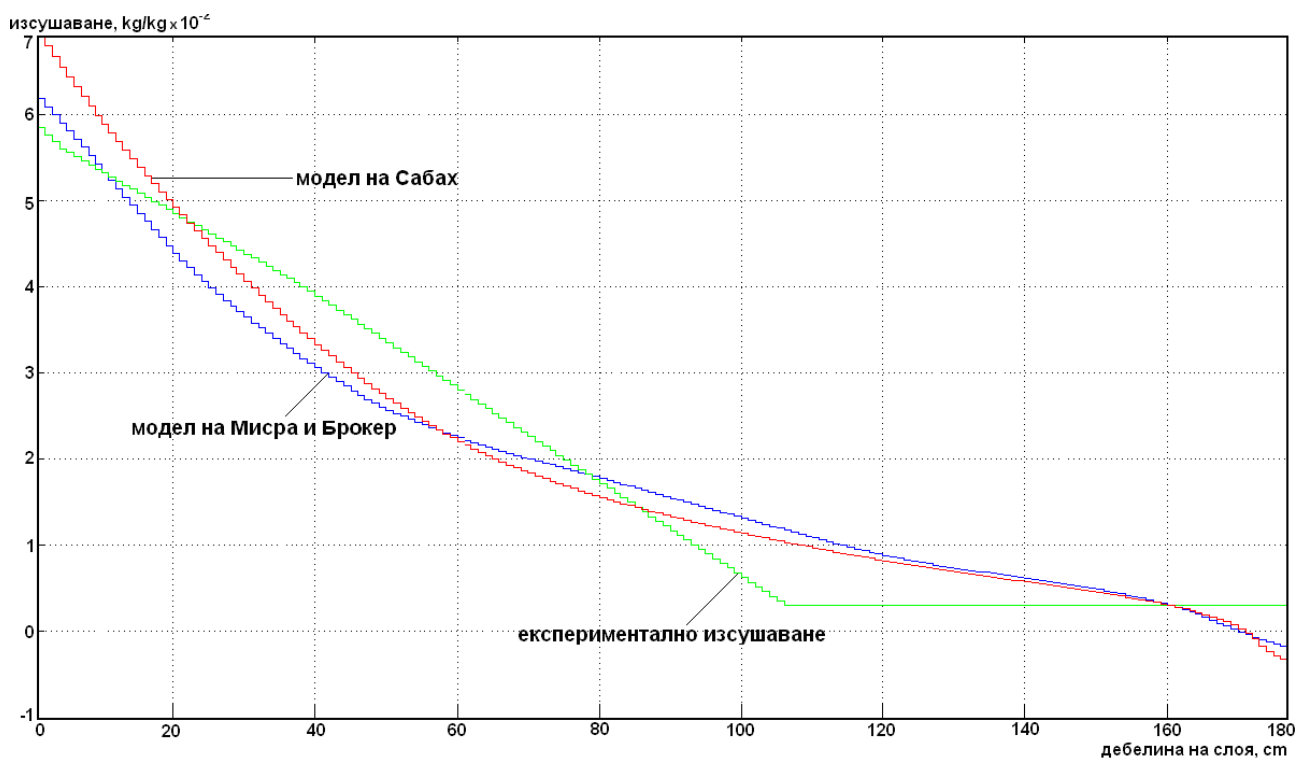
Съвсем съзнателно границата на относителната влажност на въздуха е разширена от 1% до 99%, което е факт при дебелослойното сушене. С цел ясна и точна съпоставка на експерименталните и моделните резултати, трите вида изчисления се извършват паралелно - в общ модел и се представят в обобщени графики или изчислителни прозорци.

## 2. Резултати и анализ

Първият проблем при симулирането възникна при дименсията на времето (в часове по ASAE S448 DEC98). Ако времето е в часове или секунди, изчислителната програма индицира грешки или отказва да работи. Когато времето е в минути, изчисленията са бързи и правдоподобни. Подобна е и ситуацията със скоростта на въздуха. Повече подробности, относно неточностите в стандартите на ASAE и подобаващи корекции могат да се намерят в [8].

След изчистване на явните неточности, симулационната програма се оказва функционална и показва следните резултати:

Кривите на изсушаването при експеримента и двата варианта на моделиране за 30 min са показани на фиг. 1.



Фиг. 1. Сравнение между експерименталната и моделните криви на изсушаване за 30 min по дебелината на слоя зърно

Общото впечатление е, че графичните интерпретации на резултатите са близки и разликите за различните зърнени слоеве са пренебрежими. Най-значимо отклонение при моделните изчисления се забелязва при началните срезове на зърнения слой, където сушенето е най-интензивно. Поради това, че графиката на резултатите от експерименталното изсушаване е построена само по пет точки, то тя не може да бъде оценена, като силен критерий за сравнение.

Резултатите от интегралното изсушаване за 30 min са:

- при експеримента -  $\Delta u = 0,01986$ ;
- при модела на Сабах -  $\Delta u = 0,01979$ ;
- при модела на Мисра и Брокер -  $\Delta u =$

0,01923.

Ако данните от експеримента се приемат за базови (което е проверено чрез общата загуба на маса), то грешката при моделирането с функцията на Сабах възлиза на 0,35 %, а грешката при моделирането чрез функцията на Мисра и Брокер е 0,31 %.

### III. ИЗВОДИ

Въз основа на получените резултати могат да се формулират следните изводи:

1. Моделирането на сушилни процеси е оправдано и необходимо;

2. Настоящият експеримент показва несъществена разлика между моделите на Сабах, от една страна и Мисра и Брокер, от друга;

3. Необходими са допълнителни изследвания за доказване валидността на модела на Мисра и Брокер относно различни скорости на сушилния агент.

### ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Демирев, Вл., Р. Михайлов. ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПРОЦЕСА СУШЕНЕ ЧРЕЗ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА

СУШИЛНА УСТАНОВКА. ТУ-Варна, Топлотехника, година 1, книга 1, стр. 84-86, 2010. ISSN 1314-2550.

[2]. Демирев, Вл., Р. Михайлов. МАТЕМАТИЧНО МОДЕЛИРАНЕ НА ТОПЛО И МАСООБМЕННИТЕ ПРОЦЕСИ ПРИ КОНВЕКТИВНО СУШЕНЕ НА ЗЪРНЕНИ ПРОДУКТИ. ТУ-Варна, Топлотехника, година 1, книга 1, стр. 79-83, 2010. ISSN 1314-2550.

[3]. Демирев, Вл., Р. Михайлов. МАТЕМАТИЧНО МОДЕЛИРАНЕ НА ТОПЛО И МАСООБМЕННИТЕ ПРОЦЕСИ ПРИ КОНВЕКТИВНО СУШЕНЕ НА ЗЪРНЕНИ ПРОДУКТИ- II част. ТУ-Варна, Топлотехника, година 2, книга 1, 2011. ISSN 1314-2550.

[4]. Невенкин, Ст.. СУШЕНЕ И СУШИЛНА ТЕХНИКА. Техника, София, 1987 г.

[5]. ASAE S448 DEC98. THIN-LAYER DRYING OF GRAINS AND CROPS. ASAE STANDARDS 1999.

[6]. Metzger J.F., AERATION OF STORED WHEAT IN THE CANADIAN PRAIRIES. DEPARTMENT OF AGRICULTURAL ENGINEERING WINNIPEG, MANITOBA, November, 1980.

[7]. Thompson T. L., Peart R. M. and Foster G. H. MATHEMATICAL SIMULATION OF CORN DRYING - A NEW MODEL. ASAE, vol. 11, no. 4, pp. 582-586, 1968.

[8]. [www.ecaa.ntu.edu.tw/](http://www.ecaa.ntu.edu.tw/). APPLICATIONS OF MATLAB-BASED SOFTWARE TO DRYING SIMULATION.

### Благодарности:

Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са извършени по проект НП 22/2013 г. в рамките на присъщата на ТУ-Варна научноизследователска дейност, финансирана целево от държавния бюджет.

### За контакти:

гл. ас инж. Владимир Демирев, ДТК- Добрич, e-mail: vl.demirev@abv.bg

доц. д-р инж. Божидар Колев, РУ- Русе, e-mail: bkolev@uni-ruse.bg.

**Рецензент:** доц. д-р инж. Радко Михайлов, ДТК Добрич

## ПРИЛОЖЕНИЕ НА GPS ТЕХНОЛОГИЯТА В УСЛОВИЯТА НА ПРЕЦИЗНОТО ЗЕМЕДЕЛИЕ

### THE APPLICATION OF GPS TECHNOLOGY IN THE CONDITIONS OF PRECISION AGRICULTURE

Радко П. Михайлов

**Резюме:** Често по различни причини се налага земеделските производители да оразмеряват и да поставят различни маркери на площите, които обработват. Те ежегодно са длъжни да подават информация за земите, които обработват в ИСАК, във връзка с получаването на Европейски субсидии. Тази дейност изисква: време, труд, усилия, знания и умения, за да бъде извършена качествено. С помощта на ръчния GPS навигатор значително се облекчават трудностите при трасиране, оразмеряване, маркиране и изчисляване на площи.

**Ключови думи:** навигационен приемник, маркери на площи, точност на данни, GPS

**Abstract:** Often for different reasons have farmers sized and put different markers on the areas that process. Furthermore, they are required to annually submit information about land that process in the “Integrated agency for administration and control” (IAAC) in connection with the receipt of European subsidies. This task requires: time, work, effort, knowledge and skills to be performed efficiently. Using a handheld GPS navigator significantly alleviate the difficulties in tracing, sizing, marking and calculation of areas..

**Keywords:** area marker, data’s accuracy, navigation receiver, GPS

#### I. ВЪВЕДЕНИЕ

С членството на България в Европейския съюз родните земеделски стопани придобиха правото за субсидиране на дейността си, чрез специализирани европейски фондове. За да участват в разпределянето на субсидиите, земеделските производители трябва всяка година да очертават обработваните от тях площи и да ги заявяват в Интегрираната система за администриране и контрол (ИСАК) на Разплащателната агенция (РА) в България - Държавен фонд „Земеделие” (ДФЗ). Тази система е основният инструмент на ДФЗ, с помощта на който агенцията гарантира коректното изплащане на земеделските субсидии [1], а те се разпределят въз основа на декларираните обработвани площи. Всяка година земеделските стопани могат да обработват различни парцели, затова се налага ежегодното им деклариране.

В ИСАК са вложени различни алгоритми за проверка на коректността на данните така, че разпределението на субсидиите да бъде максимално точно и справедливо. За тази цел се поддържа специална база данни с очертани физически блокове, както и контурите на годната за подпомагане земя. Автоматичните проверки с ИСАК се правят в две направления. Едното е за препокриване на парцели на различни ползватели, а другото за декларираните площи извън допустимите за подпомагане контури. Поради това подаването на точни

данни за обработваните площи е от изключителна важност.

Вероятността за грешно очертаване на ползваната земя само върху ортофотото картата е много голяма, затова много по-добре е да се използва възможността за подаване в ИСАК на ползваните площи с помощта на файлове във формат \*.shp, които са подходящи за прочитане от GIS – географските информационни системи, с които работи ИСАК. По този начин се избягват в максимална степен грешките при заявяването на парцелите. Съществуват различни начини за създаване на SHP файлове и един от тях е чрез GPS измервания.

Цел на изследването е да се покажат възможностите на ръчния GPS приемник за трасиране и идентифициране на земеделски земи.

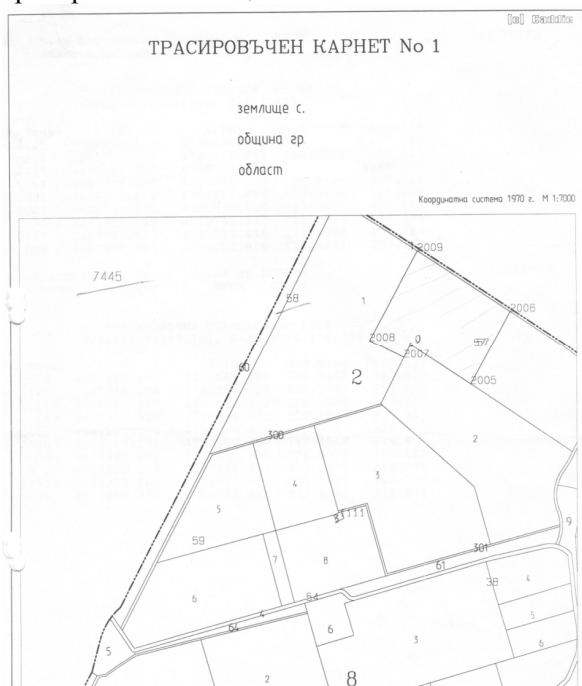
#### II. ТРАСИРАНЕ НА ЗЕМЕДЕЛСКИ ПЛОЩИ

##### 1. Подготовка и трасиране на земеделски земи

Трасиране на земеделските земи означава да се даде отговор на въпроса след като е на лице скица на имота, къде точно той се намира в землището на дадена община? Естествено, това може най-добре да извършат специалисти от геодезическата фирма, [2] която поддържа даденото землище. Те срещу

съответно време и заплащане ще трасират имота с точност от 0,25 до 0,30 м, което е ненужна прецизност за практическите нужди на земеделския производител. С помощта на ръчен GPS апарат, който е предназначен за планина и професионална работа на терен (на полето), всеки неспециалист е в състояние сам да определи границите на своята земя с точност до 2-3 м.

За да започне трасирането с GPS апарат скицата на имота трябва да е придружена от „Трасировъчен карнет“, Фиг. 1. Това е документ, в който са описани координатите на характерни точки от имота най-често, съгласно валидната за страната „Координатна система 1970“. В табличен вид там са дадени: координати по X и Y, „Посочен ъгъл“ и „Разстояние“ в метри, спрямо дадена трасировъчна станция.

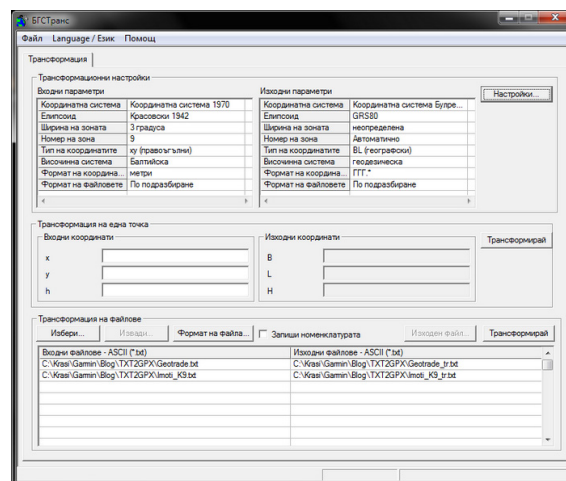


Фиг. 1. Трасировъчен карнет

От тук възникват за разрешаване два проблема: трансформация на тези координати към по-съвременната координатна система „Булреф 89“ или Coordinate system ETRS89.2005 и конвертиране на тези данни от текстов формат във формат подходящ за GPS приемник \*.grx, който работи в глобални координати - WGS. Преди да се пристъпи към трансформацията е необходимо да се създаде текстов файл, използвайки таблицата от трасировъчния карнет, с редактора Notepad например, който съдържа само номер на точката, координата X и координата Y, разделени с шпация един от друг. Следва

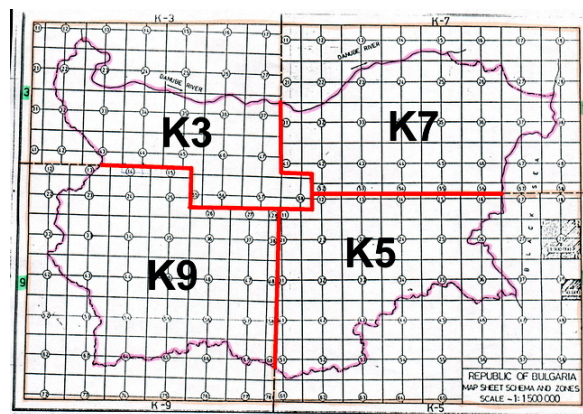
самата трансформация, която се извършва от програмата BGSTrans 4.0. Тя може да се изтегли от сайта на Агенцията по геодезия, картография и кадастър, (Фиг. 2.).

Задължителни са следните настройки за входните параметри: Координатна система: „Координатна система 1970“;



Фиг. 2. Програма BGSTrans 4.0

Номер на зоната: 3, 5, 7 или 9, (Фиг. 3.) (за Североизточна България зоната е K7); десетични знаци: 7.



Фиг. 3. Геодезически зони

Следва конвертиране, което представлява преобразуване на получения все още в текстов формат файл от програмата BGSTrans 4.0 във файл с формат \*.grx подходящ за GPS апарат. Отново се използва елементарна програма, която се предлага от дистрибуторите на GPS апаратите Garmin в България. Това е програмата TXT2GPX. Полученият файл чрез програмите BaseCamp, (Фиг. 4) или MapSource се записва в паметта на ръчния GPS апарат. След тази подготовка може да започне обхождане по границата на нивите с включен в режим „запис на следа“





При провеждане на теренна проверка от страна на Разплащателна агенция и установяване на разлика между декларираната и реално обработваната площ (над-деклариране), е възможно на земеделеца да се наложи санкция или напълно да се спре субсидирането. Тази площ се смята като процент на декларирана установена необработвана от декларирана установена обработвана. Това означава, че, ако земеделецът има обработвана, но недедекларирана площ, тя не влиза в сметките и той не само няма да получи субсидии за нея, но може да бъде и санкциониран, [1].

### III. ИЗВОДИ

Основният извод от доклада е, че трасирането и идентифицирането на земеделските земи е дейност, елемент от прецизното земеделие, която е много актуална и важна за земеделските производители. След сравнително кратък курс на обучение всеки от тях може да се справи с тази работа, следвайки стъпките и действията, които са описани на Фигура 7. Това ще допринесе много, за да се осигури ежегодното субсидиране на неговата дейност.

### ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. АГРОБИО ТЕХНИКА - растениевъдство, животновъдство, биоенергетика, т. I, бр. 2, 2013;
- [2]. <http://www.cadastre.bg/content/programa-za-transformaciya-na-koordinati>;
- [3]. <http://blog.garmin.bg/%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F-%D0%BD%D0%B0-%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D1%82%D0%B8-%D0%B8-%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8F%D0%BD%D0%B5-%D0%BD/> (идентификация на имоти)

**Благодарности:** Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са извършени по проект НП 22/2013 г. в рамките на присъщата на ТУ-Варна научноизследователска дейност, финансирана целево от държавния бюджет.

### За контакти:

доц. д-р инж. Радко Петров Михайлов, директор на ДТК гр. Добрич, ж. к. „Добротица” № 12, e-mail: [rmihajlow@tu-varna.bg](mailto:rmihajlow@tu-varna.bg)

### Рецензент:

доц. д-р. Драгомир Пламенов Димитров - ТУ-Варна

## ПРИЛОЖЕНИЕ НА МЕТОДА НА ЕМПИРИЧНОТО СОЦИОЛОГИЧЕСКО ИЗСЛЕДВАНЕ ЗА ПРОУЧВАНЕ НА СДРУЖЕНИЯ ЗА НАПОЯВАНЕ

### APPLICATION OF THE METHOD OF THE EMPIRICAL SOCIOLOGICAL RESEARCH FOR IRRIGATIONS ASSOCIATIONS

Красимира Загорова

**Резюме:** Целта на настоящата разработка е да се направи характеристика на емпиричното социологическо изследване, като специфичен метод за изследване на връзките и взаимодействията на реално осъществявани процеси и явления. Предназначението на емпиричното проучване се изразява: в осигуряване на достатъчна, конкретна, достоверна и надеждна информация по определен проблем, в нейното обобщаване и анализиране и предоставяне на заявителите. За изследване и анализ на състоянието и развитието на организации на водоползватели в сдружения за напояване е разработена примерна програма за практическо приложение на инструментариума на емпиричното социологическо проучване в изследване на тема: “Изследване и анализ на състоянието и устойчивото развитие на сдружения за напояване на примера на област Добрич”.

**Ключови думи:** емпиричен метод, социологическо проучване, експериментални изследвания, сдружения за напояване

**Abstract:** The aim of the present paper is to characterize empirical sociological research as a specific method for study of the relations and interactions of real processes and phenomena. The purpose of empirical research is to provide sufficient, concrete, trustworthy and reliable information on a particular problem, as well as to summaries, analyze and provide it to the user. For the study and analysis of the condition and development of organizations of water users in irrigation associations a model programmer for practical application of the empirical sociological research tools has been designed on the following topic: “Study and Analysis of the Condition and Sustainable Development of Irrigation Associations in the Region of Dobrich”.

**Key words:** empirical method, sociological research, experimental studies, irrigation association

#### I. ВЪВЕДЕНИЕ

Научните знания представляват строга система от взаимно свързани понятия, отразяващи закономерния процес на развитие на явленията в природата и човешкото общество. Развитието на системата от научни знания, нейното усъвършенстване и преобразуване, попълване, систематизация и проверка на научните резултати в практиката се извършва посредством *изследване*.

Научното изследване е процес на изучаване на определен обект (предмет на изследване) с цел да се разкрият закономерностите за неговото възникване, развитие и преобразуване в интерес на обществото.

Изследването по своя характер може да се определи като емпирично (Е), теоретично (Т) и комплексно (К) [4].

Много явления и процеси в природата, техниката и социалната действителност са толкова сложни, че да се открие закон, по който те функционират и да се приложат за

изучаването им теоретически методи на изследване не винаги е възможно. В тези случаи за решаване на поставените задачи, свързани с анализа и синтеза на параметрите на изследваните обекти и процеси се провежда *емпирично изследване*, т.е. на основата на опитни данни се установяват необходимите за изследователските цели закономерности.

*Следователно само експериментът*, който представлява специално планиран изкуствен опит, позволява да се проследи хода на развитие на изследваните явления и процеси, като насочва изследването в желаното от изследователя направление.

Основната задача на експеримента е не просто да се получат известни по-рано сведения и зависимости за обекта и предмета на изследване, което само по себе си е важно, а главното е да се съставят с помощта на получените данни модели на развитието им.

## II. СЪЩНОСТ И СТРУКТУРИРАНЕ НА ЕМПИРИЧНОТО СОЦИОЛОГИЧЕСКО ИЗСЛЕДВАНЕ

*Емпиричното социологическо изследване се дефинира като специфичен метод за изследване и анализиране на информацията относно връзките и взаимодействията на реално съществуващите процеси и явления в социалната действителност.*

Или предназначението на емпиричното изследване се изразява: в осигуряване на достатъчна, конкретна, достоверна и надеждна информация по определен изследван проблем, в нейното обобщаване, анализиране и предоставяне на заявителите.

Всяко емпирично социологическо изследване преминава през четири основни етапа: подготовка, провеждане, обработка на първичната информация и анализ на получените резултати. Между първия и втория етап съществува междинен етап, чието предназначение е да провери доколко използвания инструментариум е подходящ за набиране на надеждна информация.

Елементите на емпиричното социологическо изследване и етапите, през които преминава практическата му реализация са представени в таблица 1 [Георгиев, Н. 2003].

Табл. 1. Структура на емпиричното социологическо проучване

| Етапи:                               | Елементи:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Подготовка на проучването            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Съставяне програма на проучването;</li> <li>• Определяне методиката на регистрация;</li> <li>• Съставяне на социологическия въпросник;</li> <li>• Определяне методиката на извадката;</li> <li>• Изготвяне списъците на респондентите;</li> <li>• Подбор на изследователския екип;</li> <li>• Определяне на финансовите средства, необходими за проучването.</li> </ul> |
| Междинен етап                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Практическа проверка на изготвения инструментариум за проучването.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Провеждане на проучването            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Определяне на графика на проучването;</li> <li>• Събиране на индивидуална информация;</li> <li>• Контрол върху начина на проучването.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                        |
| Обработване на информацията          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Логически оглед на получената информация;</li> <li>• Скалиране и шифриране;</li> <li>• Математико-статистическа обработка на информацията.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                   |
| Анализ на резултатите от проучването | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Определяне формата на представяне на информацията;</li> <li>• Уточняване структурата на доклада;</li> <li>• Обсъждане и нанасяне на корекции;</li> <li>• Окончателно разработване на доклада;</li> <li>• Представяне на доклада на възложителя.</li> </ul>                                                                                                              |

Основни елементи в програмата на всяко емпирично изследване са: формулирането на изследователския проблема, определяне на темата и целта на изследването, фиксиране на обекта и предмета на изследване, формулиране на изследователските задачи, уточняването на използваните понятия и тяхната операционализация, дефиниране на работни хипотези.

За изследване и анализ на състоянието и развитието на организации на водоползватели в сдружения за напояване е разработена примерна методика за практическо приложение на инструментариума на емпиричното социологическо проучване в изследване на тема: “Изследване и анализ на състоянието и устойчивото развитие на

сдружения за напояване на примера на област Добрич”. Основните компоненти на общата методика и структура на изследване са както следва:

### А. Обосноваване на актуалността на изследвания проблем

В условията на тотална икономическа криза и неблагоприятни климатични условия през последните години средните добиви в земеделието бележат колебания в посока на спад.

Възстановяването и поддържането на съществуващите, както и изграждането на нови напоителни съоръжения е неотложна задача, която водоползватели не са в състояние

да реализират без пряката намеса от страна на държавата.

Освен законово регламентиране, възстановяването на напоителната инфраструктура и успешното функциониране на новоучредените сдружения за напояване изискват разкриване на възможности за финансово осигуряване на дейността им.

Значителна част от тях се предоставят от Европейския съюз чрез представени проекти по Програмата за развитие на селските райони; от договорени заеми от страна на Министерството на земеделието и храните със Световната банка за реструктуриране на подсектор „Напояване” в страната, а също и от националния бюджет и др.

Успешната реализация на реформата в поливното земеделие е неизменно свързана с оценката и приложимостта на критериите за устойчиво развитие в отрасъла на земеделието в т.ч. и в поливното земеделие и в частност в дейността на сдруженията за напояване (СН).

## Б. Цел на проучването

Целта на изследването показва главното в идейния замисъл на автора и се интерпретира като връзка „средство – търсен резултат”. В разглежданото изследване основната изследователска цел е дефинирана по следния начин: „Да се изследва и анализира устойчивото развитие на сдружения за напояване (на примера на област Добрич), в условия на реструктуриране и реформа в поливното земеделие”

## В. Задачи на проучването:

Задачите на всяко емпирично изследване са непосредствено свързани с основната изследователска цел и в настоящето изследване придобиват следния конкретен характер:

1. Осигуряване на данни за параметрите, определящи състоянието и организацията на поливна дейност от сдруженията за напояване., в т.ч.:

1.1. обхваната територия от СН; земеделски площи с годна напоителна инфраструктура; реално полати площи за поливен сезон 2012г;

1.2. използвани водоизточници за напояване от СН към 2012г.;

1.3. прилагани поливни технологии (начин на напояване);

2. Изследване на устойчивостта на сдруженията за напояване в т.ч. определяне на:

2.1. показателите, характеризиращи икономическата устойчивост на изследваните сдружения за напояване (СН) като: добиви на отглежданите земеделски култури, реализиран икономически ефект от напояването, себестойност на поливната вода, годишен финансов резултат, реализиран от СН;

2.2. социалния статус на членовете на изследваните сдружения за напояване чрез проучване на динамиката в равнището на техните доходи;

2.3. екологосъобразността на реализираната поливна дейност от анкетираните СН, в т.ч. упражняван контрол за качеството на използваната вода за напояване, контролиране екологичното състояние на почвата, влияние на поливната технология върху околната среда и др.;

## Г. Обект на изследване

Обект на изследване в конкретното проучване са *сдружения за напояване, придобили статут на самостоятелни доставчици на услугата „водоползване за напояване”*, функциониращи на територията на област Добрич.

## Д. Предмет на изследване

Предмет на изследване е организацията и управлението на напояването в обхванатите територии от сдружения за напояване в област Добрич, а също и устойчивото им развитие в т.ч. и икономическата им устойчивост.



Фиг. 1. Социологически (емпирични) методи за регистрация на изследваните характеристики

Като част от инструментариума за прилагане на метода на емпиричното социологическо изследване е определянето на конкретните методи за регистрация на първичната информация – виж фигура 1.

### III. СТРУКТУРА НА ЕМПИРИЧНО СОЦИОЛОГИЧЕСКО ИЗСЛЕДВАНЕ

Структурата на проведеното емпирично социологическо изследване отразява последователността на извършените действия във връзка с реализацията на формулираната цел и конкретни задачи, а именно:

- (1) формулиране на основната цел на изследването;
- (2) конкретизиране на основните задачи за изпълнението на целта;
- (3) систематизиране на задачите, предвидени за изпълнение в анкетно проучване;
- (4) разработване на анкетен формуляр;
- (5) разработване на правила за провеждане на анкетното проучване;
- (6) определяне на общините, на чиято територия функционира изследваните сдружения за напояване;
- (7) формиране на извадката на изследването;
- (8) финансиране на изследването;
- (9) практическа реализация на изследването;
- (10) обработване на анкетните карти и анализ на получените резултати.

#### **Карта на анкетното проучване**

Използваната методика за изследване на действащи сдружения за напояване в област Добрич включва изследване на първична информация, набрана чрез проведено емпирично социологическо изследване под формата на пряко анкетно допитване на земеделски производители – водоползватели, организирани в сдружения за напояване.

Анкетното проучване се реализира чрез предварително разработена анкетната карта, използван за провеждането на пряка индивидуална анкета по темата на изследователската проблематика, съдържаща следните структурни компоненти:

- (1) тема на изследователския проблем;
- (2) данни за изпълнителя и ръководителя на анкетното проучване;
- (3) кратко пояснение относно необходимостта от провеждането на анкетата;
- (4) пояснение относно начина на отразяване на верните отговори на въпросите от анкетната карта;
- (5) кратка входяща информация за респондентите – попълвана лично от тях;
- (6) конкретно формулирани въпроси.

В края на анкетната карта е предоставена възможност респондентите да изкажат лични мнения, препоръки и съвети по проблематиката на изследването.

#### **Ограничения на изследването**

Тъй като изследваната извадка в настоящето анкетно проучване се формира от организации на водоползватели – сдружения за напояване, функциониращи изцяло на територията на област Добрич, то тя отговаря на критериите за представителност в рамките на областта, а именно [5]:

✓ **непреднамереност на подбора** на изследователските единици, т.е. подбор, при който всички единици – източник на информация относно предмета на изследването имат равен шанс (или предварително известен шанс) да попаднат в извадката;

✓ **изучаването на всички изследователски единици**, попаднали в извадката без замяна на “недостъпните единици”, поради факта, че са извън страната, не са били намерени или са отказали да бъдат анкетирани.

Съгласно същия източник, така определената извадка от самостоятелно функциониращи сдружения за напояване на територията на област Добрич, отговаря на изискванията за определянето на **общата теоретична основа** при формиране на извадка с цел изследвания от национален характер, чийто обект на проучване са аналогични организации – действащи в страната сдружения за напояване.

Въз основа на разработена и приложена статистическа методика за определяне на генералната съвкупност и обема на изследователската извадка е определен обема на изследваните единици при малки популации – в конкретното изследване сдружения за напояване на територията на област Добрич (N=10).

За целите на конкретното изследване, с оглед малкия обем на популацията от сдружения за напояване, териториалната ограниченост на изследователските единици, а също и отчитането на допълнителен критерий за подбор, при определяне обема на изследователската извадка е подходящо прилагането на известната опростена аналитична зависимост [6]:

$$n = \frac{N}{1 + N \cdot \varepsilon^2}, \text{ където:}$$

$N$  е общата целева съвкупност (популация) на изследваните обекти;

$n$  е обема на изследователската извадка при малки популации;

$\varepsilon$  е пределно допустимата извадкова грешка (при малки популации се приема  $\varepsilon \approx \pm 10\%$ ).

Прилагайки посочената зависимост при пределно допустима грешка  $\varepsilon \approx \pm 10\%$ , за обема на изследователската извадка в настоящето изследване –  $n$  се получава:

$$n = \frac{N}{1 + N \cdot \varepsilon^2} = \frac{10}{1 + 10 \cdot 0,10^2} = 9,09$$

т.е. в обема на изследователската извадка са включени девет сдружения за напояване от популация десет сдружения, отговарящи на определения критерий за подбор.

#### IV. ИЗВОДИ

В заключение може да се обобщи, че така разработената методическа структура за провеждане на емпирично социологическо изследване е приложима при специално планирани експериментални изследвания в случаите, когато за анализа на изследвания обект в т.ч. неговото възникване, състояние, развитие и тенденции не е възможно приложението на друг метод за набиране на надеждни данни.

В конкретното изследване анкетното проучване има характер на експериментално изследване, тъй като чрез него се извлича информация за параметрите на организациите на водоползватели (сдруженията за напояване) и се проучват факторите, обуславящи наличието на предпоставки за устойчивостта им.

#### ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. Георгиев, Н., Икономическа социология, Академично издание, Свищов, „Д. А. Ценов“, 2003г.;
- [2]. Загорова, Кр., „Изследване на устойчивото развитие на сдружения за напояване, на примера на област Добрич“, проект, финансиран от ФНИ към ТУ – Варна, 2008г.;
- [3]. Найденов, Н., Изследване и планиране на осигуряването със земеделска техника и производствени услуги в растениевъдството, Автореферат, Русе, 2009г.;
- [4]. Тасев, Г. и др., Законова база и структура на дисертационния труд, Русенски университет „Ангел Кънчев“, 2004г.;
- [5]. Чакалов, Б., Изследване динамиката на общественото мнение, София, 2001г.;
- [6]. Yamane, T., 1967, Statistics: An Introductory Analysis, 2nd Ed, New York: Harper and Row.

**Благодарности:** Резултатите от научното изследване, представени в настоящата публикация са по проект НП 22/2013г..

**За контакти:** гл.ас. Кр. Загорова, преподавател в Добруджански технологичен колеж, в структурата на ТУ – Варна.

e-mail: kzagorova@mail.bg

**Рецензент:** доц. д-р Е. Пенчев – ДЗИ гр. Ген. Тошево



# ПРЕОБРАЗОВАТЕЛ НА ДВУПОСОЧЕН РАЗБАЛАНС НА ТЕНЗОМОСТ В ПЕРИОД BIDIRECTIONAL STRAIN GAUGE BRIDGE TO TIME INTERVAL CONVERTER

Свилен Стоянов, Станимир Станков, Христо Гигов

**Резюме:** В настоящия доклад е предложена схема на преобразувател на разбаланса на тензомост в период, позволяваща преобразуване на разбаланса в двете посоки. Изведено е уравнението на преобразуване, изчислени са стойностите на елементите и са дадени основните метрологични свойства на преобразувателя. Получените резултати от практическото изпълнение потвърждават аналитичните изчисления и симулацията в определен диапазон на разбаланс. На базата на получените експериментални резултати е определена приведената грешка, като са направени съответните изводи.

**Ключови думи:** период, преобразувател, тензомост

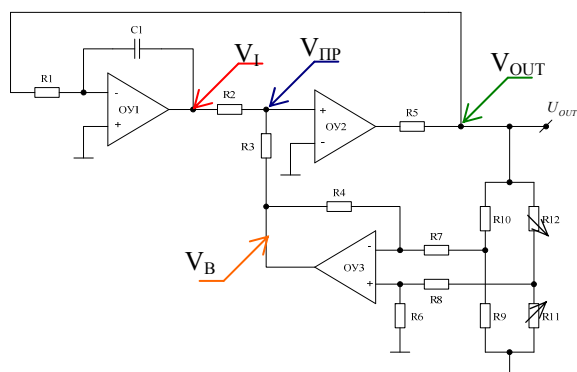
**Abstract:** This article presents a signal conditioning circuit for bidirectional strain gauge bridge with time interval output. The transfer function of the converter is worked-out, calculations for the components are made and the main metrological characteristics of the converter are given. The obtained experimental results confirm the practical implementation of analytical calculations and simulation results within certain range. On the basis of the simulation and experimental results the full scale range percent error is determined.

**Keywords:** converter, period, strain gauge bridge

## I. ВЪВЕДЕНИЕ

Измерването на неелектрически величини винаги е поставяло на преден план изисквания като линейност на измервателния диапазон, точност, изследване на бързоизменящи се параметри във времето с използване на интегриращи преобразуватели. [7].

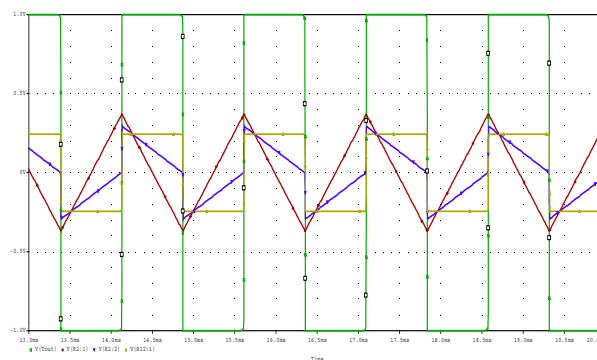
На фиг.1 е представена принципната схема на преобразувател на разбаланса на тензорезистивен мост в период [8], а на фиг.2 – времедиаграмите на работа.



Фиг.1. Схема на двустранен преобразувател на разбаланса на тензомост в период

Схемата съдържа интегратор, реализиран на базата на  $R_1$ ,  $C_1$  и операционен усилвател ОУ1, компаратор реализиран на базата на ОУ2, където изходът на компаратора е свързан с резистора  $R_1$  и образува инерционна обратна

връзка. Безинерционната обратна връзка се осъществява с моста  $R_9$ – $R_{12}$  и диференциалния усилвател, реализиран с ОУ3, като изходното напрежение през резистора  $R_3$  постъпва на неинвертиращия вход на ОУ2.



Фиг.2. Времедиаграма на едностранен преобразувател на разбаланса на тензомост в период

Анализът на работата на преобразувателя [2] показва, че при използване на два или четири работни тензорезисторни датчика, свързани диференциално [8], изходният период е линейна функция на изменението на съпротивлението на тензодатчиците

$$T = 2T_1 = 2 \cdot \frac{R_2}{R_3} \cdot R_1 C_1 \cdot \Delta R \cdot K_{DU} \quad (1)$$

където: -  $K_{DU}$  – коефициент на усилване на диференциалния усилвател;

$-\delta R$  – относителното изменение на съпротивлението на тензодатчиците, като при четири работни тензорезисторни датчика чувствителността в уравнението на преобразуване се удвоява [8].

Основен недостатък на преобразувателя от фиг.1 е това, че уравнението на преобразуване е валидно само за едностранно натоварване на датчиците, предизвикващо изменение на съпротивленията им със знак, отбелязан на фигурата. При нулиране на натоварването ( $\Delta R=0$ ), периодът се нулира, а при обратно натоварване на тензодатчиците би следвало да стане отрицателен, което очевидно е невъзможно. Поради тази причина, за правилната работа на преобразувателя е необходимо да се спазват знаците на измененията на съпротивленията на работните датчици така, както е показано на фиг.1

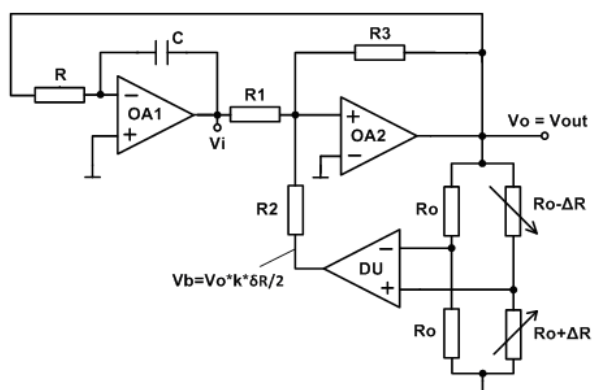
Нещо повече, изходният период е ограничен както отдолу, поради инерционността на операционните усилватели, така и от горе, поради: неудобство при големи периоди, например, когато периодът е в секунди – трябва да се „чака да изтекат“, за да се измерят и поради грешките на интегратора при много бавно интегриране.

Задачата на настоящата работа е предложение на схемно решение за измерване на сили и моменти по период при двустранен разбаланс.

## II. СЪЩИНСКА ЧАСТ

### 1. Схемно предложение и анализ

На фиг.3 е представена принципната схема на двустранен преобразувател на разбаланса на тензорезистивен мост в период, а времедиаграмата на работа е идентична с показаната на фиг.2.



Фиг. 3. Схема на двустранен преобразувател на разбаланса на тензомост в период

Схемата се състои от два основни блока – релаксационен генератор [3], [4] и преобразувател на разбаланса на моста в напрежение (ПРМН) [7]. Релаксационният генератор се състои от интегратор OA1 с времезадаваща верига  $R_1C_1$  и компаратор OA2, (неинвертиращ тригер на Шмит) [3]. Схемата генерира автоколебания на зададена честота с период T. Автоколебанията се получават благодарение на въведената в компаратора с помощта на резисторите  $R_1R_3$  безинерционна положителна обратна връзка и на въведената с помощта на интегратора (OA1) инерционна отрицателна обратна връзка.

ПРМН се състои от диференциален усилвател ДУ, делител на напрежение  $R_1R_2$  и тензометричен мост с датчици.

В схемата са въведени следните означения:

$|V_o|$  – напрежение на насищане на компаратора

$\tau = RC$  – времеконстанта на интегриране на интегратора

k – коефициент на усилване на диференциалния усилвател ДУ

$V_{пр}$  – прагово напрежение на превключване на компаратора

Във временния интервал  $t_1 \dots t_2$  компараторът е в положително ограничение изходното напрежение се подава на инвертиращия вход на интегратора при което той формира на изхода си линейно спадащо напрежение съгласно уравнението:

$$V_{пр} - \frac{1}{\tau} \int_{t_1}^{t_2} V_0 dt = -V_{пр} \Rightarrow \frac{1}{\tau} V_0 T_1 = 2V_{пр} \quad (2)$$

В момента  $t_2$  компаратора превключва изхода си от положително в отрицателно ограничение. В този момент потенциала на инвертиращия му вход става равен на потенциала на неинвертиращия вход, т.е. става равен на „нула“ и съгласно първия закон на Кирхов може да се запише следното равенство:

$$\frac{V_I(t_2)}{R_1} + \frac{V_0}{R_3} + \frac{V_B}{R_2} = 0 \quad (3)$$

В разглеждания момент:

$$V_B = V_0 \cdot k \cdot \frac{\delta R}{2}$$

След заместване и преобразуване израза (3) придобива вида:

$$-\frac{V_{пр}}{R_1} + \frac{V_0}{R_3} + V_0 k \frac{\delta R}{2} \frac{1}{R_2} = 0 \quad (4)$$

След преобразуване на (4) се получава:

$$V_{PP} = V_0 \frac{R_1}{R_3} + V_0 k \frac{\delta R}{2} \frac{R_1}{R_2} \quad (5)$$

Това прагово напрежение може да се замени във формула (2), при което се получава:

$$\frac{1}{\tau} V_0 T_1 = 2V_0 \frac{R_1}{R_3} + 2V_0 k \frac{\delta R}{2} \frac{R_1}{R_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_1 = 2\tau \frac{R_1}{R_3} + \tau k \delta R \frac{R_1}{R_2} \quad (6)$$

Поради симетричността на процесите в двата полупериода  $T_1$  и  $T_2$  аналогично за  $T_2$  могат да се запишат уравненията приведени по-горе, откъдето за целия период  $T$  се извежда:

$$T = T_1 + T_2 = 4\tau \frac{R_1}{R_3} + 2\tau k \frac{R_1}{R_2} \delta R \quad (7)$$

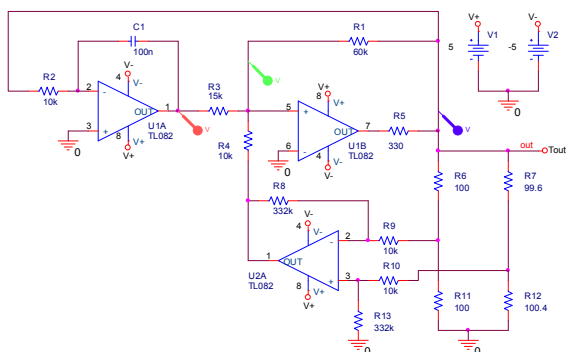
където:

- $4\tau R_1/R_3$  – начално отместване на изходния период
- $2\tau k R_1/R_2 \delta R$  – изменение на изходния период

## 2. Симулационни изследвания

Схемата от Фиг. 3 е симулирана с две активни рамена със стойности от  $-0,5 \Omega$  до  $+0,5\Omega$ , двустранно натоварване и номинални стойности на елементите, както е показано на Фиг.4. На Фиг. 5 са показани времедиаграмите от симулацията, напълно съответстващи на тези от фиг.2. В колона 2 на Таблица 1 е даден периодът  $T_{OUT}$  в ms на изходното напрежение. Колона 3 са изчислени съответните точки от линеаризиращата права  $T_{lin}$ , прекарана между първата и последната точки на изходния период. В колона 4 е изчислена приведената грешка от нелинейност – формула 8.

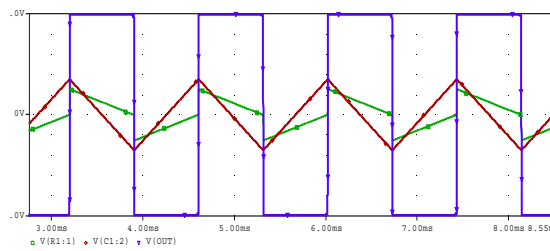
$$\gamma = \frac{T - T_{lin}}{T_{MAX} - T_{MIN}} \cdot 100\% \quad (8)$$



Фиг.4. Схема на симулирания преобразувател

## 3. Експериментални изследвания

За потвърждение на симулационните изследвания, бе реализиран експериментален макет на схемата от Фиг.4. с LM833N. Мостът бе реализиран с две активни рамена с помощта на образцова декада МСР-60 с клас на точност 0.02. В качеството на резистори R1-R11 са използвани резистори с толеранс  $\pm 1\%$  и ТКС  $\pm 100\text{ppm}$ . Кондензаторът е полистиролен с толеранс  $\pm 5\%$ . Схемата е изследвана в диапазона на изменение на  $\Delta R$  от  $-0.5\Omega$  до  $+0.5\Omega$ , което представлява под 1% относителен входен обхват. Приведената погрешност не надвишава 0,11% и моделирането се намира в границите на нелинейност на измервателния мост. Отклонението на експерименталните резултати от началните стойности на изходната честота и коефициента на преобразуване са в порядъка до около 6,8%, което се намира в границите на максимално възможните грешки от толеранса на елементите. Смяната на операционния усилвател на компаратора с LF356N и NE5534P измества изходния честотен диапазон, съответно на 5 и 6%, като се запазва характеристиката на преобразуване [5], [6].



Фиг.5. Времедиаграми от симулацията на напреженията  $V_I$ ,  $V_{PP}$ ,  $V_{OUT}$

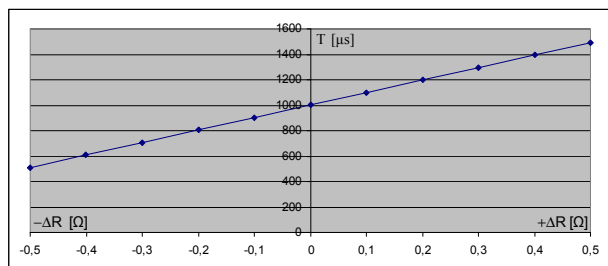
Табл.1 Определяне на периода и приведената грешка от нелинейност при проведената симулация

| $\Delta R$ | $T$ , ms | $T_{lin}$ , ms | $\gamma$ , % |
|------------|----------|----------------|--------------|
| -0.5       | 0.5386   | 0.5386         | 0.00         |
| -0.4       | 0.6348   | 0.6356         | -0.08        |
| -0.3       | 0.7314   | 0.7326         | -0.13        |
| -0.2       | 0.8282   | 0.8297         | -0.15        |
| -0.1       | 0.9251   | 0.9267         | -0.16        |
| 0          | 1.0222   | 1.0237         | -0.16        |
| 0.1        | 1.1193   | 1.1207         | -0.14        |
| 0.2        | 1.2166   | 1.2178         | -0.12        |
| 0.3        | 1.3140   | 1.3148         | -0.09        |
| 0.4        | 1.4114   | 1.4118         | -0.05        |
| 0.5        | 1.5088   | 1.5088         | 0.00         |

За измерване на периода е използван високоточен честотомер-периодометър модел BK PRECISION-1823A. Получените резултати са показани в таблица.2, като е определена приведената грешка  $\gamma$ , % и е показана графичната зависимост – фиг.6.

Табл. 2. Експериментални резултати

| R         | T, $\mu$ s | T <sub>lin</sub> ( $\mu$ s) | $\gamma$ , % |
|-----------|------------|-----------------------------|--------------|
| 99,5/100  | 510,1      | 510,1                       | 0            |
| 99,6/100  | 608,4      | 608,33                      | -0,01151     |
| 99,7/100  | 706,8      | 706,56                      | -0,03397     |
| 99,8/100  | 805,1      | 804,79                      | -0,03852     |
| 99,9/100  | 903,3      | 903,02                      | -0,03101     |
| 100,0/100 | 1001,7     | 1001,25                     | -0,04494     |
| 100,1/100 | 1100,4     | 1099,48                     | -0,08368     |
| 100,2/100 | 1198,8     | 1197,71                     | -0,09101     |
| 100,3/100 | 1297,2     | 1295,94                     | -0,09723     |
| 100,4/100 | 1395,7     | 1394,17                     | -0,10974     |
| 100,5/100 | 1492,4     | 1492,4                      | 0            |



Фиг.6. Графична зависимост на изменението на периода  $T$  при двустранно изменение на съпротивлението на тензодатчиците  $\Delta R$ .

#### 4. Сравнителен анализ

За потвърждаване на работоспособността на схемата, коректно изведените формули и проведените симулации е направен сравнителен анализ на изменение на периода на изходното напрежение спрямо двустранно изменение на съпротивлението на тензодатчиците.

Получените резултати са показани в таблица 3.

Във втората колона е даден получения период при симулация, в третата колона изчисленият период по формула (7), а в четвъртата колона получените експериментални резултати.

Налице е много доброто съвпадение на получените резултати при сравнително големия диапазон на изменението на съпротивлението на тензодатчиците.

Табл. 3 Сравнителен анализ на получените резултати

| R         | T <sub>сим</sub> , $\mu$ s | T <sub>форм.</sub> , $\mu$ s | T <sub>експ</sub> , $\mu$ s |
|-----------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 99,5/100  | 538,6                      | 502                          | 510,1                       |
| 99,6/100  | 634,8                      | 601,6                        | 608,4                       |
| 99,7/100  | 731,4                      | 701,2                        | 706,8                       |
| 99,8/100  | 828,2                      | 800,8                        | 805,1                       |
| 99,9/100  | 925,1                      | 900,4                        | 903,3                       |
| 100,0/100 | 1022,2                     | 1000                         | 1001,7                      |
| 100,1/100 | 1119,3                     | 1099,6                       | 1100,4                      |
| 100,2/100 | 1216,6                     | 1199,2                       | 1198,8                      |
| 100,3/100 | 1314                       | 1298,8                       | 1297,2                      |
| 100,4/100 | 1411,4                     | 1398,4                       | 1395,7                      |
| 100,5/100 | 1508,8                     | 1498                         | 1492,4                      |

### III. ИЗВОДИ

На базата на направените изчисления, проведените симулации и експерименти са направени следните изводи:

1. Разработена е схема на двустранен преобразувател за изследване изменението на съпротивлението в период.

2. Преобразувателят е проектиран за работа с тензодатчици, свързани в пълен мост, като схемата е работоспособна и при един и два тензодатчика.

3. Сравнителният анализ показва много добро съвпадение на получените резултати и потвърждава проведените анализи.

4. Схемата притежава потенциално високи метрологични характеристики при относителна простота на реализацията.

5. Получените резултати са предпоставка за изработване на прототип преобразувателя с цел внедряване.

### ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. Jon S. Wilson. Sensor Technology Handbook. Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP, UK Copyright © 2005, Elsevier Inc.
- [2]. А. И. Мартяшин и др. Преобразователи электрических параметров для систем контроля и измерения. М., Энергия, 1976.
- [3]. В.С. Гутников Интегральная электроника в измерительных устройствах. Л., Энергоатомиздат, 1988
- [4]. Х. Гигов и др. Измервания в електрониката, 2003, ТУ, Варна
- [5]. Х. Гигов и др., Метрологичен анализ на преобразувател на проводимост с честотна модулация. Известия на ТУ-Варна, XII 2007.
- [6]. Мирский Г.Я. Электронные измерения. М., "Радио и связь", 1986

[7]. Э. К. Шахов, В. Михотин. Интегрирующие развертывающие преобразователи напряжения. М., Энергоатомиздат, 1986

[8]. Стоянов С, Станков С, Гигов Х., „Преобразователь разбаланса тензомоста в период”, НТК на Севастополски НТУ, Севастопол, Украина, 16-19.04.2013.

**Благодарности:** Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са извършени по проект НП 22/2013 г. в рамките на присъщата на ТУ-Варна научноизследователска дейност, финансирана целево от държавния бюджет.

**За контакти:**

Доц. Д-р инж. Христо Иванов Гигов, ТУ-Варна, тел. 052 308068, E-mail: hgigov@tu-varna.bg

Гл.ас.инж. Свилен Христов Стоянов, Добруджански технологичен колеж в структурата на ТУ-Варна, тел. 0894612364, E-mail: svilen.stoyanov@tu-varna.bg

Инж. Станимир Станков, ТУ-Варна, тел. 052 383237, E-mail: stum\_b@yahoo.com

**Рецензент:** доц. д-р инж. Емилиян Беков, ТУ Варна

# ИНОВАЦИОННА ПРАКТИКА ПРИ ИЗСЛЕДВАНЕ СИЛОВИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ТЕХНОЛОГИЧНИ ОПЕРАЦИИ В МАШИНОСТРОЕНЕТО

## INNOVATION PRACTICE OF THE RESEARCH FORCE CONDITIONS OF THE TECHNOLOGICAL OPERATIONS IN ENGINEERING

Свилен Х. Стоянов

**Резюме:** В настоящия доклад са изследвани възможностите за работа на създадения преобразувател на изменението на съпротивлението в честота за измерване на сили и момент при различни технологични операции. За преобразуватели са използвани тензодатчици, свързани в мостова схема, които са залепени на приспособленията. Направена е тарировка на получената иновационна измервателна система, определени са диапазоните на работа, при изследване на технологични процеси пробиване и нарязване на резби. Изследвано е реалното натоварване на няколко типоразмера инструменти по време на работа и са направени съответните изводи.

**Ключови думи:** изследване, сили, моменти, тензодатчици, честотен преобразувател

**Abstract:** This report examined the opportunities for the created converter change resistance in frequency to measure forces and moments for different technological operations. To converters used strain gauges connected in a bridge circuit, that are glued to. The resulting innovative measuring system are determined work in the study of processes drilling and threading. Studied the actual load of several sizes cutting tools at work, having and done corresponding to findings.

**Keywords:** research, forces, moments, strain gauges, frequency converter

### I. ВЪВЕДЕНИЕ

Изследването на въртящия момент в машиностроенето е важно от гледна точка на силовото натоварване на режещия инструмент, качеството и машинното време и не на последно място количеството вложена енергия за извършване на съответния технологичен процес.

Изследване на въртящия момент в зависимост от технологичните параметри на режимите на рязане при различни инструменти се извършват по косвен път, чрез въздействие върху датчик (преобразовател) на дадена физична величина и от нейното изменение се определя търсената величина [8].

Основните изисквания при изследване на такъв технологичен процес са свързани с измерване на знакопроменливо силово натоварване в широк измервателен диапазон, при които в даден момент от време се преминава през нулево натоварване, което трябва да съвпада с началното нулиране на системата, въпреки сложните силови, механични и температурни натоварвания по време на работния процес [7].

На базата на огромното разнообразие на схеми и технически решения, отчитайки специфичните изисквания на обекта на изследване и направените до този момент измервания се оказва, че тензометричният метод е най-подходящият за определяне

силовите характеристики при механични обработки с рязане. Основните предимства на тензометричния метод са високата чувствителност и точност на измерване, особено в мостова схема, използването на еластичен участък, който лесно се създава в приспособлението за изследване на технологичен процес в определен диапазон на измерване на въртящия момент [3], [4].

Чувствителен елемент на всички тензорезисторни преобразуватели на механични величини се явява еластичния елемент с прикрепени на него тензорезистори. Измерваната механична величина въздейства на еластичния елемент и предизвиква неговата деформация, която е пропорционална на механичната величина. Съществува огромно разнообразие от тензодатчици за изследване на въртящ момент. За извършване на експериментите са избрани тензорезисторни датчици от фолиен тип, свързани в пълен измервателен мост.

Полученият сигнал от разбаланси на измервателната мостова схема е много слаб, обикновено няколко милivolта, като в повечето случаи нивото на шумовете е съизмеримо с нивото на полезния сигнал. За получаването на достоверни резултати се използват специфични тензометрични инструментални усилватели, аналогови трансмитери и др., които филтрират и усилват



полезния сигнал до ниво няколко волта, след което се осъществява преобразуване на аналоговия сигнал в цифров, с помощта на аналогово-цифрови преобразуватели.

Всички съществуващи методи на измерване, внасят или имат определена грешка (толеранс), като в случая се добавя и грешката от квантоване при преобразуване на сигнала от аналогов в цифров вид.

Необходимо е ново техническо решение, целящо намаляване на основните източници на грешки, при получаване на изходния сигнал в цифров вид за последваща компютърна обработка.

## II. ИЗСЛЕДВАНЕ НА СИЛОВИТЕ ХАРКТЕРИСТИКИ ПРИ РАЗЛИЧНИ ТЕХНОЛОГИЧНИ ПРОЦЕСИ

За изследване на силовите характеристики при технологичните операции пробиване и нарязване на резби се използва приспособление за изследване на малки въртящи моменти - собствена конструкция [6] на което се монтира опитният образец.

Нарязването на резби се извършва ръчно, а операцията пробиване - на колонна пробивна бормашина модел ПН161.

Обработвани материали: Дурал Д16-Т, Месинт и електролитна мед. Използвани металорежещи инструменти: свредла ф3,2, ф4, ф5, ф6,5, ф8 и стандартни метчици М4, М5, М6, М8 и М10. Всички инструменти с които са проведени експериментите са нови, за избягване на явленията и корекциите свързани с износването им.

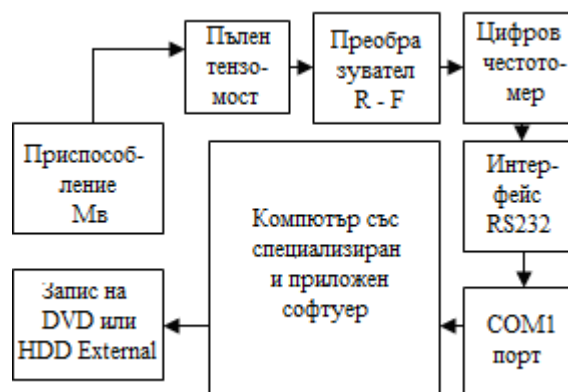
### 1. Блок-схема на изследваната апаратура

Блок-схемата за извършване на изследванията е показана на фиг.1.

Изследваната деформация се възприема от тензосъпротивителните датчици, които са част от сложна измервателна импулсна схема, изградена на базата на релаксационен генератор. Иновационна практика е използването на специално разработено устройство – двустранен преобразувател на изменението на съпротивлението на тензодатчиците в честота. По този начин се избягва преобразуването на изменението на съпротивлението в напрежение – т.е. аналогов сигнал, а директно се получава честотен сигнал, който се визуализира посредством микроконтролер и честотомер [1], [2].

Съвременните цифрови честотомери имат вграден интерфейс RS232, благодарение

на който цифровият сигнал се подава на COM или USB порт на компютър.



Фиг.1. Блок-схема

### 2. Тариране на апаратурата

Тарирането се извършва с еталонни тежести, като предварително се фиксира началната или базова честота. За извършване на изследванията е подбрана базова честота от порядъка на 2kHz. Тарирането е извършено 0 - 0,5Nm, посредством еталонно рамо 0,5м и тежести от 0,5 до 10N.



Фиг.2. Тариране на апаратурата

Определен е коефициентът на преобразуване  $K$ , който е равен на 0,03125. Въртящия момент се определя по следната формула:

$$M_B = K \cdot F_{izm} \quad (1)$$

Преобразувателят дава възможност за промяна на усилването, т.е. чувствителността на апаратурата като цяло и при извършване на експерименти, при които измервателните диапазони се различават съществено е необходимо коригиране и ново тариране.

За честотомер е използван високоточен измервателен прибор UT803 тип : Digital Bench-Type Autoranging True RMS Multimeters със следните характеристики и възможности: UNI-T UT803 100kHz With RS232C USB Interface, LCD Backlight Display, Data Hold, Auto-Ranging.

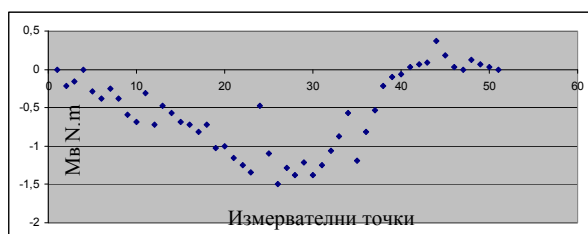
### 3. Изследване на силовите характеристики при ръчно нарязване на резби

Нарязването на резби се извършва със стандартни метчици за метрична резба.

Опитните образци се завиват в приспособлението [6]. Свързва се апаратурата по начина, показан на фиг.2. Полученият сигнал от разбаланса на тензомостта се подава на входа на преобразувателя R-F.

Исходния сигнал е с ниво до 5 волта и се подава на входа на точен цифров честотомер UT803. Получените резултати се визуализират на дисплея на прибора и посредством интерфейса RS 232 се подават на COM1 порта на компютър. Използва се оригинален софтуер, производство на фирмата Uni Trend Groupe Limited, закупен в комплект с измервателния прибор. Получените данни се записват във файл тип xls, като времето за дискретизация на сигнала е 0,5секунди. При средно време за извършване на технологичната операция 20-50 секунди се получават 40-100 измервателни точки.

В таблица 1 е показано реалното натоварване на метчика при нарязване на метрична резба М6 в образец от електролитна мед. В колона 2 е дадена измерената честота през 0,5 секунди, в колона 3-разликата спрямо базовата честота, която в случая е 2175Hz. Въртящият момент при нарязване на резба е с отрицателен знак и с продължителност 20 секунди, а моментът при връщане на метчика по вече направената резба е с положителен знак и трае 5,5секунди. В колона 4 е изчислен въртящият момент по формула (1).



Фиг. 3. Силовото натоварване на метчик при нарязване на резба М6 в електролитна мед.

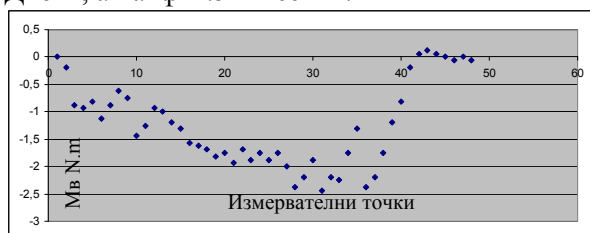
На фигура 3 е показана времедиаграмите при нарязване на метрична резба М6 в електролитна мед.

Нарязването на резба с метчик се извършва по така наречената генераторна схема на изрязване на прибавката [5]. Това е един вид прекъснато рязане, като всеки един зъб сменя малък слой метал, след него следва друг зъб, който сменя следващ слой метал и т.н. С това се обясняват преходите от нула до съответното натоварване.

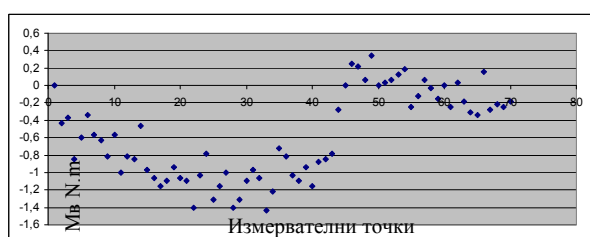
Табл.1. Изследване на МВ при нарязване на резба М6 в електролитна мед.

| No | $F_{izm}$ [Hz] | Разлика [Hz] | $M_B$ [Nm] |
|----|----------------|--------------|------------|
| 1  | 2175           | 0            | 0          |
| 2  | 2168           | -7           | -0,21875   |
| 3  | 2170           | -5           | -0,15625   |
| 4  | 2175           | 0            | 0          |
| 5  | 2166           | -9           | -0,28125   |
| 6  | 2163           | -12          | -0,375     |
| 7  | 2167           | -8           | -0,25      |
| 8  | 2163           | -12          | -0,375     |
| 9  | 2156           | -19          | -0,59375   |
| 10 | 2153           | -22          | -0,6875    |
| 11 | 2165           | -10          | -0,3125    |
| 12 | 2152           | -23          | -0,71875   |
| 13 | 2160           | -15          | -0,46875   |
| 14 | 2157           | -18          | -0,5625    |
| 15 | 2153           | -22          | -0,6875    |
| 16 | 2152           | -23          | -0,71875   |
| 17 | 2149           | -26          | -0,8125    |
| 18 | 2152           | -23          | -0,71875   |
| 19 | 2142           | -33          | -1,03125   |
| 20 | 2143           | -32          | -1         |
| 21 | 2138           | -37          | -1,15625   |
| 22 | 2135           | -40          | -1,25      |
| 23 | 2132           | -43          | -1,34375   |
| 24 | 2160           | -15          | -0,46875   |
| 25 | 2140           | -35          | -1,09375   |
| 26 | 2127           | -48          | -1,5       |
| 27 | 2134           | -41          | -1,28125   |
| 28 | 2131           | -44          | -1,375     |
| 29 | 2136           | -39          | -1,21875   |
| 30 | 2131           | -44          | -1,375     |
| 31 | 2135           | -40          | -1,25      |
| 32 | 2141           | -34          | -1,0625    |
| 33 | 2147           | -28          | -0,875     |
| 34 | 2157           | -18          | -0,5625    |
| 35 | 2137           | -38          | -1,1875    |
| 36 | 2149           | -26          | -0,8125    |
| 37 | 2158           | -17          | -0,53125   |
| 38 | 2168           | -7           | -0,21875   |
| 39 | 2172           | -3           | -0,09375   |
| 40 | 2173           | -2           | -0,0625    |
| 41 | 2176           | 1            | 0,03125    |
| 42 | 2177           | 2            | 0,0625     |
| 43 | 2178           | 3            | 0,09375    |
| 44 | 2187           | 12           | 0,375      |
| 45 | 2181           | 6            | 0,1875     |
| 46 | 2176           | 1            | 0,03125    |
| 47 | 2175           | 0            | 0          |
| 48 | 2179           | 4            | 0,125      |
| 49 | 2177           | 2            | 0,0625     |
| 50 | 2176           | 1            | 0,03125    |
| 51 | 2175           | 0            | 0          |

На фиг.4 е показана времедиagramата при нарязване на метрична резба М6 в дурал Д16-Т, а на фиг.5 в месинг.



Фиг.4. Силово натоварване на метчик при направа на резба М6 в Д16-Т



Фиг.5. Силово натоварване на метчик при направа на резба М6 в месинг

Цялостният процес на натоварването при нарязване на резба се състои от две параболи. Първата показва процеса на нарязване на резба в опитния образец. След това следва връщане на метчика по вече направената резба, като отчитаният въртящ момент е много по-малък по стойност, който се определя от работата по снемане на остатъчните грапавини, процесите при начупване на стружката и силите на триене. Получените криви се различават от теоретичните изчислените натоварвания с параболична форма [5], поради ръчното извършване на операцията, наличието на дефекти и твърди зони в обработвания материал, затрудненото отвеждане на стружките и процесите на стружкочупене.

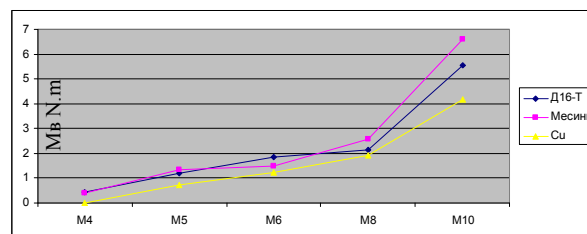
Табл.2. Опитни резултати при нарязване на резби

| Таблица 2. Свойства резцов при нарезании на резец |        |          |          |        |        |        |
|---------------------------------------------------|--------|----------|----------|--------|--------|--------|
| Метрична резба                                    |        | M4       | M5       | M6     | M8     | M10    |
| Д16Т                                              | Mв max | 0.625    | 1.6779   | 2.4375 | 3.0313 | 8.3125 |
|                                                   | Mв ном | 0.4416   | 1.1884   | 1.8462 | 2.1358 | 5.5599 |
| Месинг                                            | Mв max | 0.65625  | 1.78125  | 2.1563 | 3.625  | 8.75   |
|                                                   | Mв ном | 0.392663 | 1.338235 | 1.4938 | 2.575  | 6.6188 |
| Cu                                                | Mв max | 0.539063 | 1.00625  | 1.5    | 2.7145 | 6.7429 |
|                                                   | Mв ном | 0.360577 | 0.7417   | 1.2404 | 1.9176 | 4.1548 |

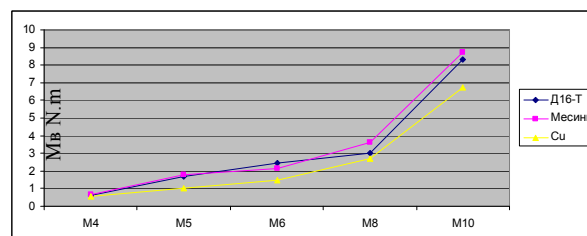
В Таблица 2 са дадени стойностите на получения максимален въртящ момент на нарязваните резби и номиналните му стойности. Последните са определени на база натоварване на метчика за определен период от време-обикновено около 10 - 20 сек. в който са натоварени максимално зъбите на режещата и калибрираща част на метчика.

Най-ясно това се вижда на фиг.5, където процесът на номинално натоварване е с продължителност 16 секунди.

Графичните зависимости на натоварването на метчиците са показани на фиг.6 и фиг.7, Построени са на базата на над 900 обработени измервателни точки.



Фиг.6. Максимално силово натоварване при направа на резби М4-М10



Фиг.7. Номинално силово натоварване при направа на резби М4-М10

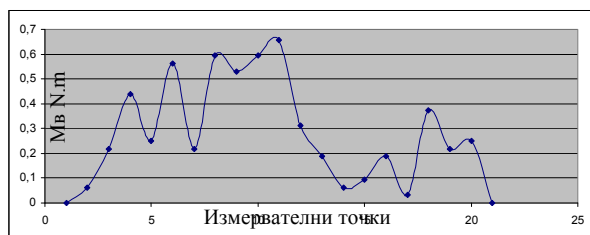
#### 4. Изследване на силовите характеристики при свредловане

На графиките се вижда целият технологичен процес от връзването на свредлото, работния процес (направа на отвор) и приключване на процеса, с излизане на свредлото от направения отвор.

При пробиване максималното натоварване се отчита на известна дълбочина на рязане, която е специфична при всеки типоразмер свредло. По този начин се отчитат и силите на триене, които при обработката натоварват спомагателните режещи ръбове и по този начин се увеличава осовото натоварване при извършване на обработката.



Фиг.8. Силово натоварване на свредлата при направа на отвор ф3,2 в Д16-Т

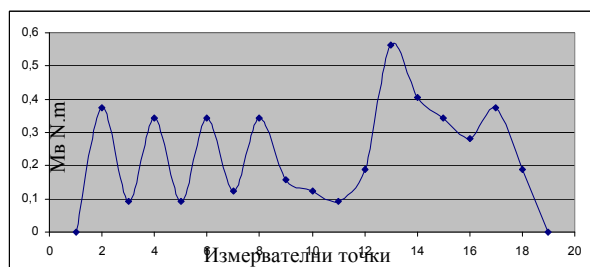


Фиг.9. Силово натоварване на свредлата при направа на отвор  $\phi 3,2$  в месинг

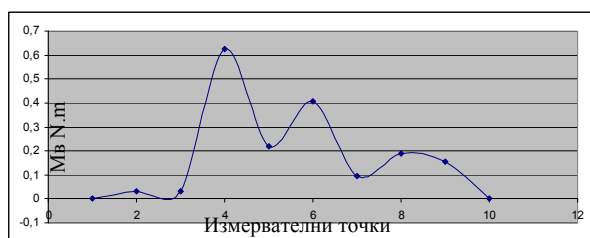
На времедиаграмите се вижда, че максималното натоварване при направа на отвори в дурал е след 5-5,5 секунди, докато при месинг 6-6,5 секунди.

### 5. Изследване на силовите характеристики при разширяване на съществуващи отвори

При разширяване на отвори въртящият момент е много по-малък и натоварването зависи предимно от дебелината на срязвания слой и дълбочината на рязане [5] –фиг.10 и фиг.11. Натоварването е едностранно, липсва отрицателен въртящ момент.



Фиг.10. Силово натоварване на свредло  $\phi 4$  при разширяване на отвор в месинг



Фиг.11. Силово натоварване на свредло  $\phi 5$  при разширяване на отвор в месинг

## III. ИЗВОДИ

На базата на изложения материал и направените експерименти са формулирани следните изводи:

1. Направени са изследвания с три вида обработван материал, 5 типоразмера метчици и 5 вида свредла.

2.Изследванията показват реалното натоварване на режещия инструмент по време на работа.

3.Използвано е иновативно техническо решение за преобразуване и усилване на сигналите от тензодатчиците.

4.Тарирането се извършва лесно и бързо, като се използва един и същ измервателен прибор.

5. Получените резултати се обработват лесно и бързо, тъй като програмата записва данните директно във файл на Excel.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1].Гигов Х, Стоянов С. Станков, “Двупосочен преобразувател на разбаланса на тензомост в честота”, Годишник на ТУ-Варна, 2011
- [2].Гигов Х, Стоянов С. Станков, Подадена заявка за Патент №111382/25.01.2013 г. „Преобразувател на разбаланса на резистивен мост в честота”.
- [3].Джуров К.Д., „Тензометрично измерване на сили”, Варна, 1984,176-182.
- [4].Новицкий П., „Електрические измерения неэлектрических величин”, Энергия, 1975, 261-272.
- [5].Попов Ст. Рязане на металите, София, Техника, 1983 год.
- [6].Стоянов С., „Измерване на малки въртящи моменти при нарязване на вътрешни резби с метчик”, НТС-Варна, ТУ-Варна, списание Машиностроителна техника и технологии, 2009, 82-84
- [7].Стоянов С., „Изследване на осовата сила и въртящия момент при резбонарязване с метчик и плашка на струг”, Съюз на учените в България клон Добрич, // Научни съобщения на СУБ клон Добрич, 2004, т.6, №1, стр.91-96.
- [8].Тодоров Д., "Преобразуватели в уредостроенето", София, Техника, 1992г.

### За контакти:

Гл.ас.инж. Свилен Христов Стоянов, Добруджански технологичен колеж в структурата на ТУ-Варна, тел. 0894612364, E-mail: svilen.stoyanov@tu-varna.bg

**Благодарности:** Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са извършени по проект НП 22/2013 г. в рамките на присъщата на ТУ-Варна научноизследователска дейност, финансирана целево от държавния бюджет "

**Рецензент:** доц. д-р инж. Евстати Лефтеров ТУ-Варна



## МОДЕЛИРАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕЛЕМЕНТИ ОТ АВТОНОМНИ ФОТОВОЛТАИЧНИ СИСТЕМИ

### MODELING AND RESEARCH OF COMPONENTS OF STAND-ALONE PHOTOVOLTAIC SYSTEMS

Светлозар К. Захариев, Владимир Г. Демирев,

Стоян С. Гишин, Димитър И. Димитров

**Резюме:** Разработени и представени са MATLAB simulink експериментални модели на фотоволтаичен модул, оловно-киселинна акумулаторна батерия и постоянно-токови преобразуватели Buck, Boost и Buck-Boost converters. Показани са симулационни изследвания с представените модели. Резултатите са достоверни и могат да се използват за научни изследвания, оразмеряване и избор на елементи от автономна фотоволтаична система.

**Ключови думи:** акумулаторна батерия, контролер за заряд, слънчева радиация фотоволтаичен модул

**Abstract:** In the report are worked out and presented MATLAB simulink experimental models of photovoltaic module, lead-acid battery and direct current converters Buck, Boost and Buck-Boost. Simulation research with the represented models are shown. The results could be used in scientific research, dimension and choice of components from stand-alone photovoltaic module.

**Keywords:** accumulated battery, charge controller, photovoltaic module, solar radiation

#### I. ВЪВЕДЕНИЕ

Основните елементи, изграждащи автономни фотоволтаични системи, са: фотоволтаични модули, контролери за заряд, акумулаторни батерии и постоянно-токови консуматори. В литературата липсват подробни изследвания на енергийната ефективност на автономни системи. Възможен подход за решаване на този проблем са симулационни изследвания. Основната задача в настоящата работа е синтезиране на достоверни MATLAB simulink експериментални модели на елементите, изграждащи автономни фотоволтаични системи, и показване на симулационни резултати.

#### II. ИЗЛОЖЕНИЕ

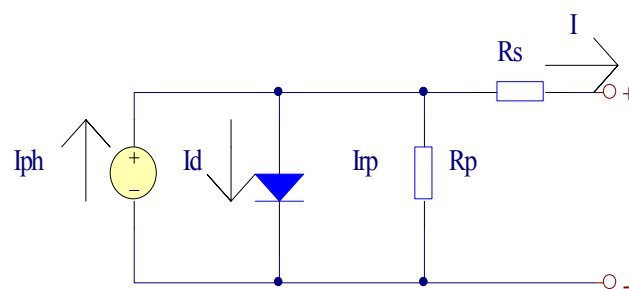
##### 1. Моделиране на фотоволтаични модули

На фиг.1 е представена еквивалентна еднодиодна заместваща схема [8, 9].

В сила са следните зависимости:

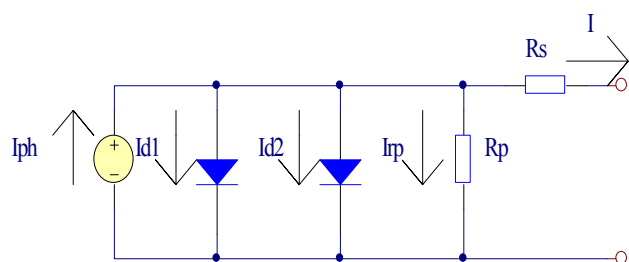
$$I = I_{PH} - I_D - I(R_p + R_s) \quad (1)$$

$$I = I_{PH} - I_0 \left\{ e^{\left[ \frac{q(V+I.R_s)}{A.K.T} \right]} \right\} - \frac{V + I.R_s}{R_p} \quad (2)$$



Фиг. 1. Еднодиодна схема

На фиг.2 е представена еквивалентна двудиодна (двоекспоненциална) заместваща схема.



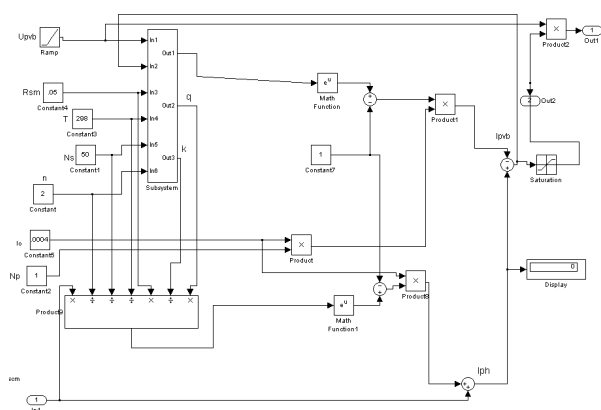
Фиг. 2. Двудиодна схема

В сила са следните зависимости и обозначения:

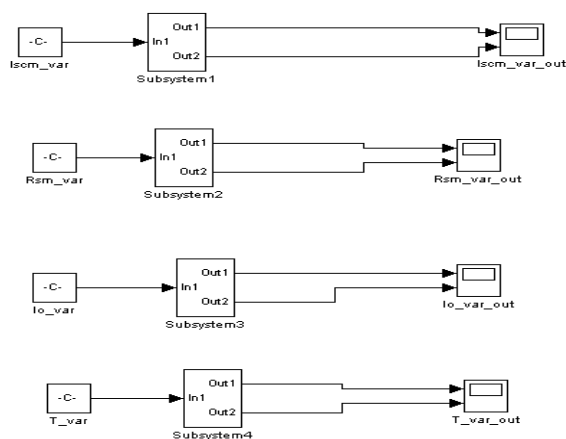
$$I = I_{PH} - I_{S1} \left\{ e^{\left[ \frac{q(V+I.R_s)}{K.T} \right]} - 1 \right\} - I_{S2} \left\{ e^{\left[ \frac{q(V+I.R_s)}{A.K.T} \right]} - 1 \right\} - \frac{V + I.R_s}{R_p} \quad (3)$$

$I_{PH}$  – ток, генериран от източника на ток в зависимост от слънчевата радиация [A]

$I_o$  - обратен ток на диода [A]  
 $I_{s1}$  - ток на насищане от дифузия  
 $I_{s2}$  - ток на насищане и рекомбинация на нивото на пространството на заряда  
 $I_{RP}$  - ток през паралелния резистор  $R_p$   
 $R_s$  - последователен резистор  
 $R_p$  - паралелен резистор  
 $A$  - константа на диода  $A=[1\sim 2]$   
 $Q$  - заряд на електрона [ $Q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ]  
 $K$  - константа на Болцман  
 $T$  - температура на околната среда в Келвини



Фиг.3. Субсистема на фотоволтаичен модул WSK 0020

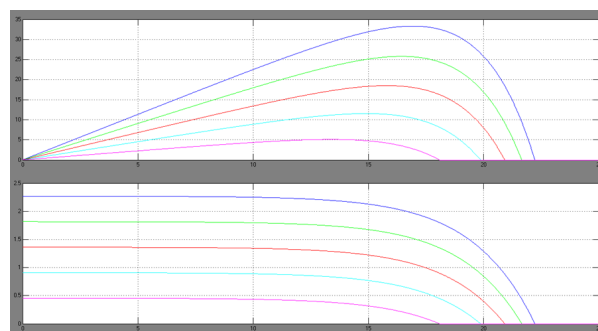


Фиг.4. Експериментална MATLAB simulink схема за изследване

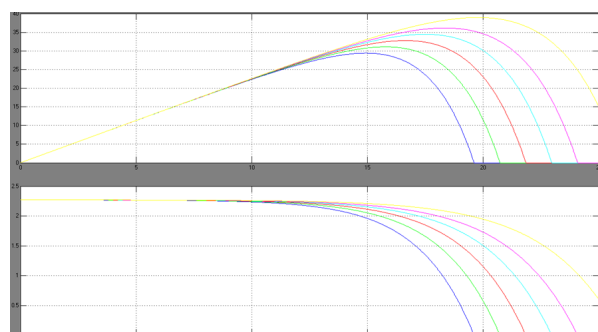
За наличния поликристален фотоволтаичен модул WSK 0020 са валидни следните параметри:  $P_{max} = 35 \text{ W}$ ,  $I_{sc} = 2,27 \text{ A}$ ,  $V_{mpp} = 16,5 \text{ V}$ ,  $V_{oc} = 22 \text{ V}$  и точност 10%.

Съобразно зависимости 1 и 2 е създадена MATLAB simulink субсистема.

Експериментални резултати:



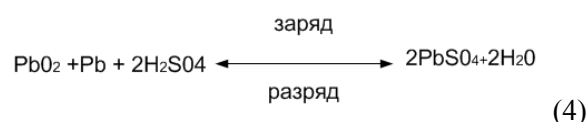
Фиг. 5. Мощностни и V-A характеристики при промяна на слънчевата радиация от 200-1000  $\text{W/m}^2$



Фиг.6. Мощностни и V-A характеристики при промяна на температурата на модула

## 2. Моделиране на оловно-киселинни акумулаторни батерии

Химическият процес е:



Основните параметри и зависимости са [8],[9]:

1. Номинален капацитет [Ah]

$$C_x(\text{Wh}) = C_x(\text{Ah}) \cdot V_{bat}(\text{V}) \quad (5)$$

$x$ - време на разряд

$V_{bat}$ - напрежение на батерията

2. Количество електричество- SOC (state of charge). Представява електрическата енергия запасена в акумулаторната батерия, енергия в определен момент.

$$SOC = \left(1 - \frac{Q}{C}\right) \quad (6)$$

$$0 \leq SOC \leq 1 \quad (7)$$

$C$ -капацитет на акумулатора – [Ah]

$Q$ -заряд на акумулатора за време [Ah]



3. DOD – разредена енергия от акумулаторната батерия

$$DOD = 1 - SOC \quad (8)$$

4.  $SOC_1(\%)$  – начално количество електричество

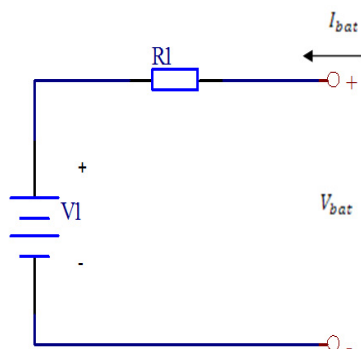
5.  $SOC_m(W)$  – максимален капацитет на батерията

6.  $SOC_n(t)(\%)$  – нормализирана стойност на останалата енергия за SOCm

7.  $n_s$  – Брой на 2V последователно свързани клетки

8. K (без дименсия) – зарядно-разрядна ефективност на батерията

9.  $D(h^{-1})$  – ниво на саморазряд на акумулаторната батерия



Фиг. 7. Еквивалентна заместваща схема на акумулаторна батерия

Тя се състои от постояннотоков източник V1 и последователно свързан резистор R1.

**Модел на заряд**

$$V1 = V_{ch} = (2 + 0,148\beta)n_s \quad (9)$$

$$R1 = R_{ch} = \frac{0,758 + \frac{0,1309}{(1,06 - \beta)}}{SOC_m} n_s \quad (10)$$

$$\text{където } \beta = \frac{SOC}{SOC_m} \quad (11)$$

С абривиатурата “ch” – е обозначен заряден процес

Напрежението на батерията се определя от:

$$V_{bat} = V_{ch} + I_{bat} \cdot R_{ch} \quad (12)$$

**Модел на разряд**

$$V1 = V_{dch} = (1,926 + 0,124\beta)n_s \quad (13)$$

$$R1 = R_{dch} = \frac{0,19 + \frac{0,1037}{(\beta - 0,14)}}{SOC_m} n_s \quad (14)$$

Тук с dch – абривиатурата разряден модел  
Изходното напрежение на батерията се определя с:

$$V_{bat} = V_{ch} + I_{bat} \cdot R_{dch} \quad (15)$$

$I_{bat}$  – отрицателна стойност

$$SOC(t + dt) = SOC(t) \left( 1 - \frac{D}{3600} dt \right) + K \left( \frac{V_{bat} \cdot I_{bat} - R1 \cdot I_{bat}^2}{3600} \right) dt \quad (16)$$

Vbat е функция на  $V1$

$$\Rightarrow SOC(t + dt) = SOC(t) \left( 1 - \frac{D}{3600} dt \right) + \left( \frac{K \cdot V1 \cdot I_{bat}}{3600} \right) dt \quad (17)$$

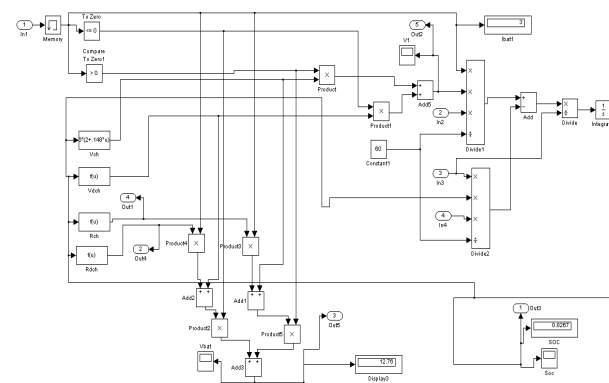
$$\frac{SOC(t + dt) - SOC(t)}{dt} = \left( \frac{K \cdot V1 \cdot I_{bat}}{3600} \right) - \frac{D \cdot SOC(t)}{3600} \quad (18)$$

Окончателно

$$SOC_n(t) = SOC1 + \frac{1}{SOC_m} \int \left( \frac{K \cdot V1 \cdot I_{bat}}{3600} \right) - \frac{D \cdot SOC_n(t - \tau) SOC_m}{3600} dt \quad (19)$$

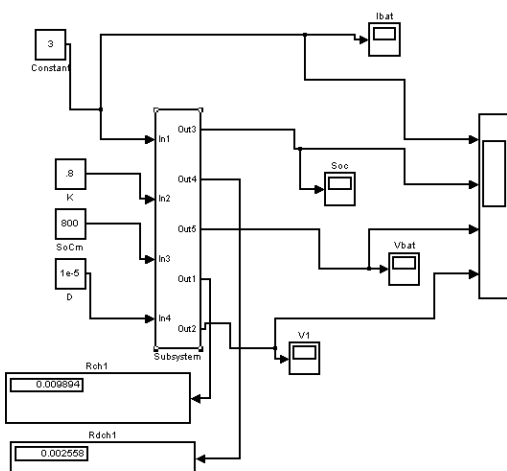
$SOC_n(t - \tau)$  – начално SOC(t),  $\tau$  – интервал от време, стъпка за симулация

Съобразно зависимости от 5 до 19 е създадена MATLAB simulink субсистема.

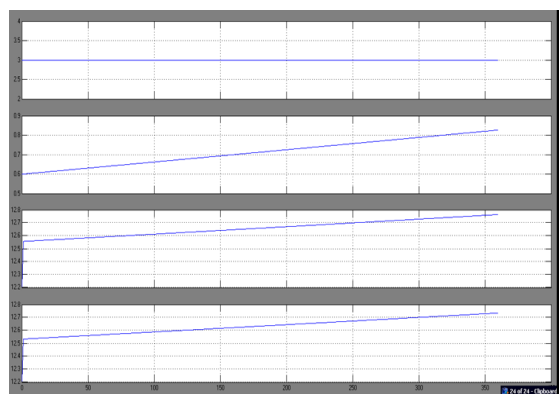


Фиг. 8. Субсистема на оловно-киселинна акумулаторна батерия

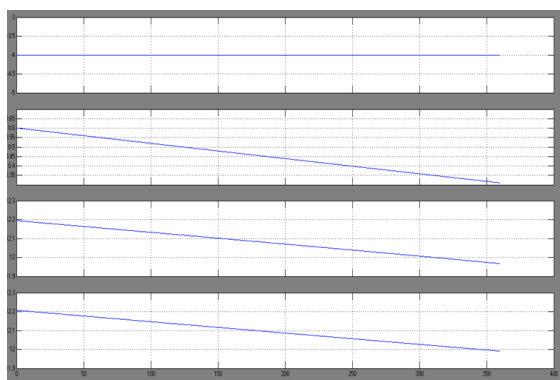
Представени са експериментални резултати при заряден и разряден процес на четири параметъра – Ibat, SOC, Vbat и V1. Те са разположени съгласувано във времето в четири координатни системи.



Фиг. 9. Експериментална MATLAB simulink схема за изследване



Фиг. 10. Експериментални резултати при заряд с постоянен ток 3А



Фиг. 11. Експериментални резултати при разряд с постоянен ток -4А

### 3. Моделиране на контролери за заряд

Основните функции на контролера за заряд са зареждане на акумулаторната батерия, използвайки широчинно-импулсен метод за регулиране, регистриране на състоянието и защита на елементите в схемата от недопустими стойности на електрически

влияния. Допълнителни са функциите свързани с диагностика и настройки.

Най-често използвани схеми на силови вериги на контролери са [2]:

- Прав понижаващ преобразувател (Buck DC-DC converter) с регулировъчна характеристика:

$$U_{out} = \delta \cdot U_{in} \quad (20)$$

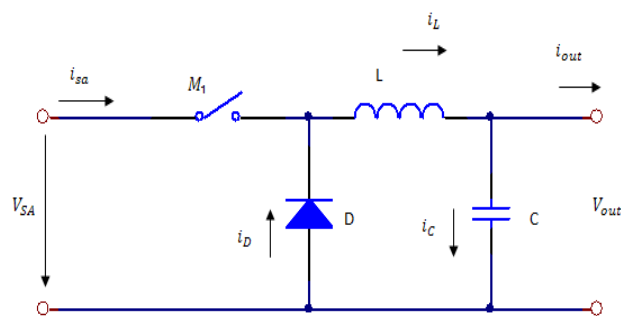
- Обратен повишаващ преобразувател (Boost DC-DC converter) с регулировъчна характеристика:

$$\frac{U_{out}}{U_{in}} = \frac{1}{1 - \delta} \quad (21)$$

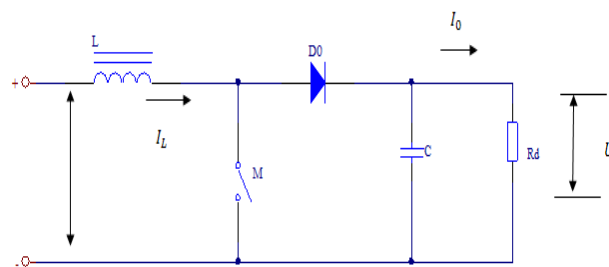
- Обратен понижаващ-повишаващ преобразувател (Buck-Boost DC-DC converter) с регулировъчна характеристика:

$$\frac{U_{out}}{U_{in}} = -\frac{\delta}{1 - \delta} \quad (22)$$

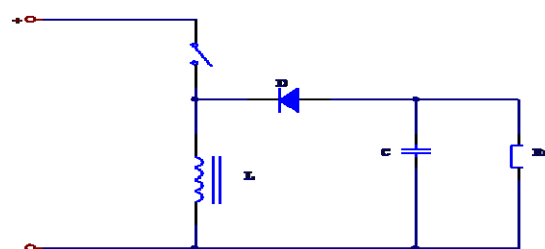
На фигури 12, 13 и 14 са представени силовите вериги на основните преобразуватели.



Фиг. 12. Прав понижаващ преобразувател

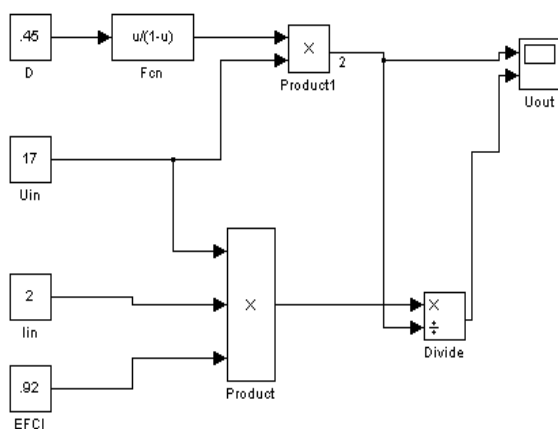


Фиг. 13. Обратен повишаващ преобразувател



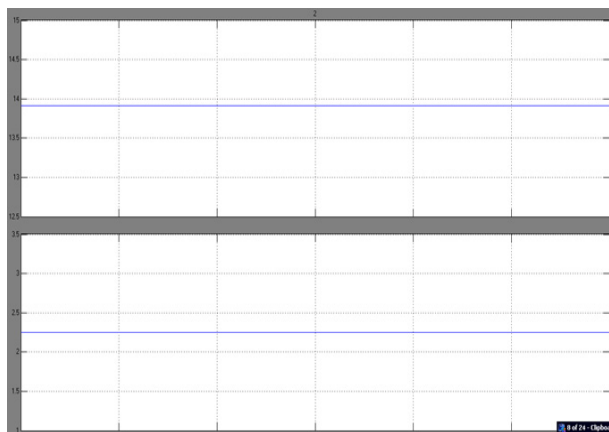
Фиг. 14. Обратен понижаващ-повишаващ преобразувател

Съобразно зависимост 22 е създадена MATLAB simulink субсистема на Buck-Boost DC-DC converter.



Фиг. 15. Субсистема на Buck-Boost

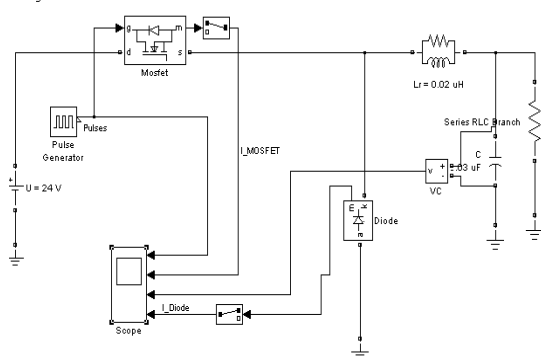
DC-DC converter.



Фиг.16. Експериментални резултати от субсистема на Buck-Boost

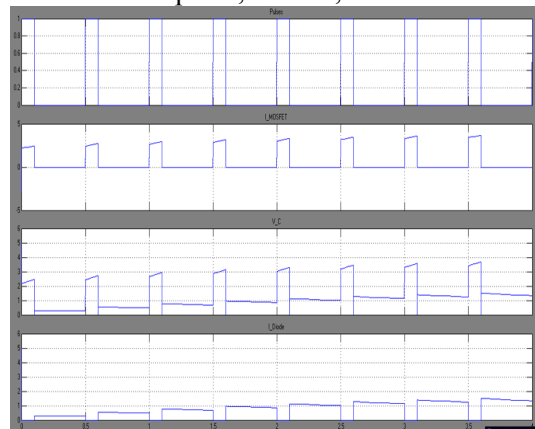
Възможен е и друг подход, използвайки разширението в MATLAB simulink *Sim Power Systems*. Прилагат се готови макромодели на електронни компоненти.

convertergui

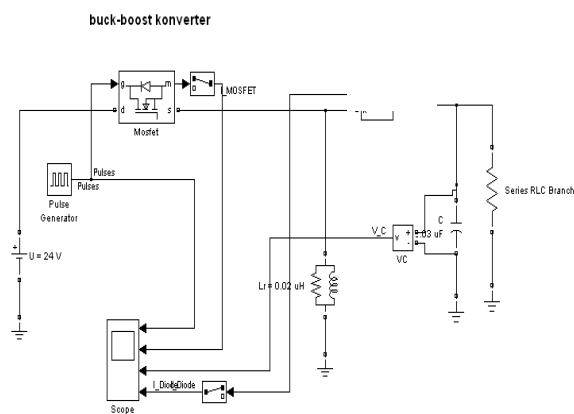


Фиг.17. *Sim Power* модел на Buck DC-DC converter

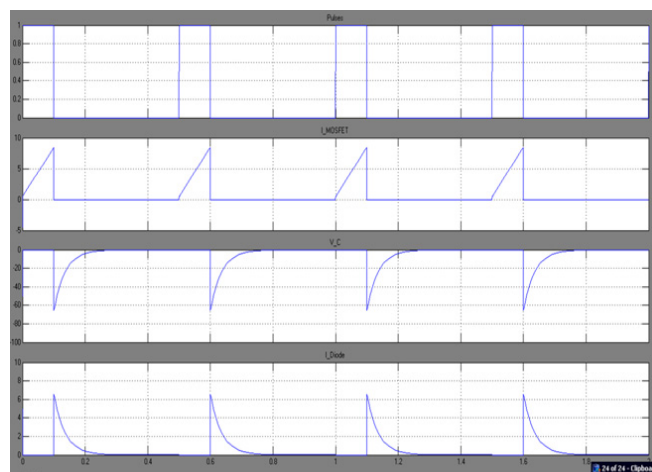
Експерименталните резултати са представени съгласувано във времето на различни токове и напрежения от схемата. Показани са  $U_{pulse}$ ,  $I_{mosfet}$ ,  $U_c$  и  $I_{diode}$ .



Фиг. 18. Експериментални резултати от Buck converter



Фиг.19. *Sim Power* модел на Buck-Boost DC-DC converter



Фиг. 20. Експериментални резултати от Buck-Boost converter

И при тази схема са показани съгласувано във времето  $U_{pulse}$ ,  $I_{mosfet}$ ,  $U_c$  и  $I_{diode}$ .

### III. ИЗВОДИ

Разработени и представени са MATLAB simulink експериментални модели на основните елементи изграждащи автономни фотоволтаични системи: фотоволтаичен модул, оловно-киселинна акумулаторна батерия и постояннотокови преобразуватели Buck, Boost и Buck-Boost converters.

Показани са симулационни изследвания с представените модели. Резултатите са достоверни и съвпадат с теоретични, фирмени и експериментални данни.

Разработените модели и резултатите от изследванията са основание да се използват при проектиране, оразмеряване и оптимизиране на автономни фотоволтаични системи.

### ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. Б. Димитров Слънчева енергетика  
Издателство: ТУ Варна 2011
- [2]. Д. Юдов, В. Вълчев Преобразователна техника  
Варна 2005г.
- [3]. С. Захариев, Д. Димитров Изследване на контролер за заряд на акумулаторна батерия във фотоволтаична система от островен тип, Научни трудове на Русенския Университет-2010г., том 49, серия 3.1
- [4]. С. Захариев, Д. Димитров Изследване на автономни фотоволтаични системи, Научни трудове на ТУ-Варна 2013 под печат
- [5]. С. Захариев, С. Гишин, Д. Димитров Една възможност за оптимизиране на заряда в автономна фотоволтаична система ,Известия на съюза на учените-Варна 1'2012
- [6]. Стоян С. Гишин, Електрохимични процеси с импулсен ток с компютърно управление София 2012г.

- [7]. Стоян С. Гишин Акумулатори София 2012
- [8]. Tyson DenHerder, Design and simulation of photovoltaic super system using simulink, California Polytechnic State University 2006
- [9]. Luis Castaner, Santiago Silvestre, Modeling Photovoltaic Systems using Pspice, Barselona, 2002
- [10]. www.wuerth-solar.com
- [11]. www.sulfurcell.com
- [12]. www.axiomtest.com
- [13]. www.marvelenergytech.com

**Благодарности:** Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са извършени по проект НП 22/2013 г. в рамките на присъщата на ТУ-Варна научноизследователска дейност, финансирана целево от държавния бюджет.

### За контакти:

инж. Светлозар Захариев, гл. ас. в "Добруджански Технологичен Колеж" към ТУ-Варна, гр. Добрич, кв. "Добротица" 12, e-mail: skzahariev@abv.bg

инж. Владимир Демирев, гл. ас. в "Добруджански Технологичен Колеж" към ТУ-Варна, гр. Добрич, кв. "Добротица" 12, e-mail: vl.demirev@abv.bg

д-р Стоян Гишин, ст. научен сътрудник II степен, ръководител лаборатория „Акумулатори“, кат "Ел. Апарати" бл1, каб. 1004, e-mail: gishin@tu-sofia.bg

д. т. н. Димитър Димитров, професор в Катедра "Електротехника и електротехнологии" при ЕФ на ТУ-Варна. гр. Варна, ул. „Студентска“ №1 e-mail: prof\_dimitrov@abv.bg

**Рецензент:** доц. д-р. инж. Христофор Тахрилов - ТУ-Варна

# МОДЕЛИРАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА АВТОНОМНИ ФОТОВОЛТАИЧНИ СИСТЕМИ С ОПТИМИЗИРАНЕ НА ЗАРЯДНИЯ ПРОЦЕС

## MODELLING AND RESEARCH OF STAND-ALONE PHOTOVOLTAIC SYSTEMS WITH CHARGE PROCESS OPTIMIZATION

Светлозар К. Захариев, Владимир Г. Демирев,

Стоян С. Гишин, Димитър И. Димитров

**Резюме:** Разработени и представени са MATLAB simulink експериментални модели на оловно-киселинна акумулаторна батерия и цялостна автономна фотоволтаична система. Разгледани са стандартни и оптимизирани зарядни процеси с редуване на зарядно-разрядни цикли. Показани са симулационни изследвания с представените модели. Резултатите са достоверни и могат да се използват за научни изследвания, оразмеряване и проектиране на автономни фотоволтаични системи.

**Ключови думи:** акумулаторна батерия, контролер за заряд, слънчева радиация фотоволтаичен модул

**Abstract:** In the report are worked out and presented MATLAB simulink experimental models of lead-acid battery and complete stand-alone photovoltaic system. There are considered normal and optimized charge and discharge processes with alternation of charge-discharge impulses. Simulation research with the represented models are depicted. The results could be used in scientific research, dimension and choice of components from stand-alone photovoltaic system.

**Keywords:** accumulated battery, charge controller, photovoltaic module, solar radiation

### I. ВЪВЕДЕНИЕ

Съществуващите автономни фотоволтаични системи не решават проблеми свързани с оптимизация на зарядния процес:

1. Качествено и пълно зареждане на акумулаторната батерия;

2. Удължаване на живота на акумулаторната батерия;

3. Подобряване на структурата на активната маса на положителните и отрицателните плочи;

4. Повишаване на енергийната ефективност на цялата система.

Високоэффективен заряден процес се получава според [5, 7] и [8] чрез:

-редуване на зарядно-разрядни, или зарядно-безтокови цикли;

-зарядния процес се осъществява при постоянен ток;

-разрядният процес се осъществява при постоянен ток;

-продължителността на зарядния процес е по-голяма от продължителността на разрядния процес;

-зарядния ток е по-голям от разрядния ток;

-продължителността на зарядния цикъл се управлява по време или по параметъра  $\Delta U$ ,

оценяващ динамиката на изменение на напрежението на акумулаторната батерия.

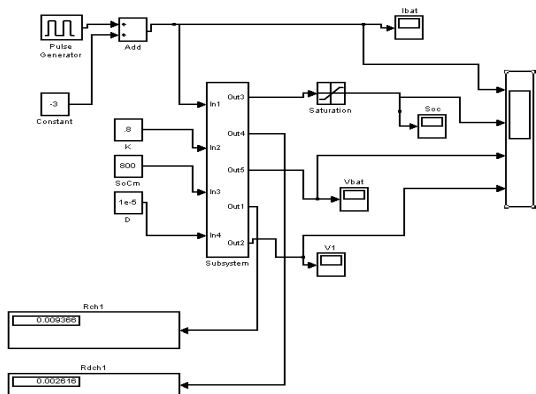
Следенето на динамичното състояние се състои в периодично (през 10-30 секунди) измерване изменението на електрическото напрежение, и когато това нарастване е по-малко от предварително зададена стойност се подава разряден импулс или безтокова пауза.

Основната задача в настоящата работа е синтезиране на достоверни MATLAB simulink експериментални модели на автономни фотоволтаични системи с и без оптимизиране на зарядния процес и представяне на симулационни резултати.

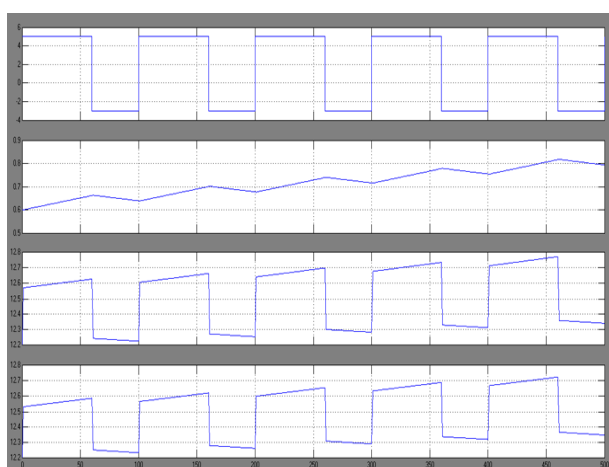
### II. ИЗЛОЖЕНИЕ

Използвайки разработените модели в [5] и доусъвършенствайки ги се получава MATLAB simulink субсистема на акумулаторна батерия с оптимизиране на зарядния процес.

Представени са експериментални резултати при заряден и разряден процес на четири параметъра –  $I_{bat}$ , SOC,  $V_{bat}$  и  $V_1$  [6]. Те са разположени съгласувано във времето в четири координатни системи.

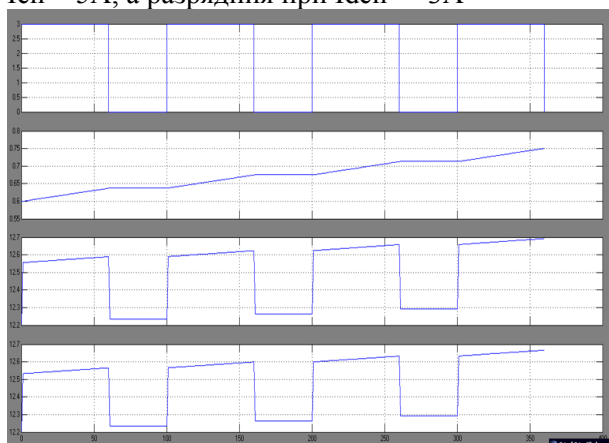


Фиг.1. MATLAB simulink субсистема на акумулаторна батерия



Фиг.2. Опитни резултати при редуване на зарядно-разрядни цикли

Зарядният процес се получава при ток  $I_{ch} = 5A$ , а разрядния при  $I_{dch} = -3A$

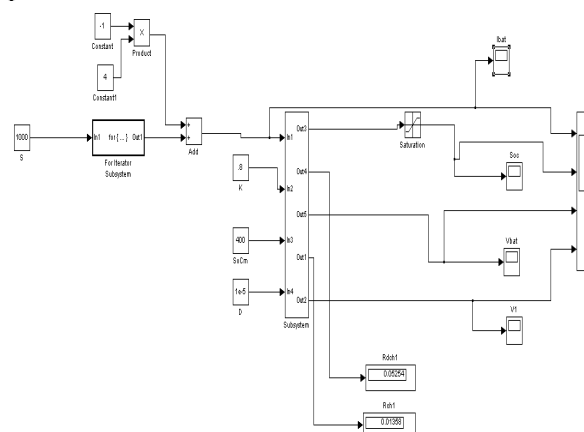


Фиг.3. Опитни резултати при редуване на зарядни импулси с безтокови паузи

Зарядният процес се получава при ток  $I_{ch} = 3A$ , а безтоковата пауза при  $I_{dch} = 0A$ .

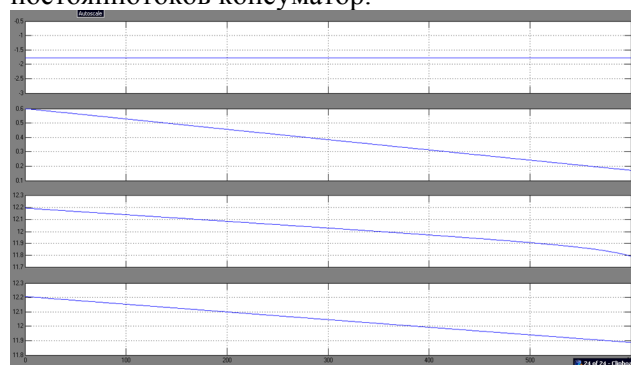
Използвайки разработените модели в [5] на фотоволтаичен модул, заряден контролер и оловно-киселинна акумулаторна батерия и обединявайки ги в обща схема се получава

MATLAB simulink субсистема на автономна фотоволтаична система.



Фиг. 4. Субсистема на автономна фотоволтаична система.

В модела на системата е включен постояннотоков консуматор.



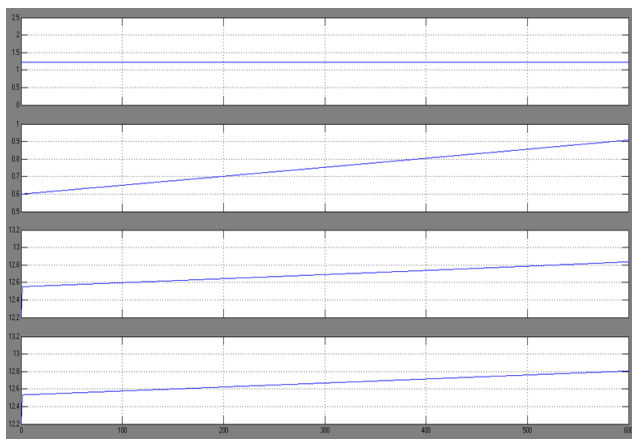
Фиг.5. Резултати от разрядни характеристики на акумулаторна батерия в автономна фотоволтаична система

Изследванията са проведени при слънчева радиация  $1000W/m^2$ , в резултат генериранят ток на изхода на фотоволтаичния панел е  $I_{pv}=2,2A$ . Стойността на тока на постояннотоковия консуматор е  $I_{RL} = -4A$ , а окончателно токът на акумулаторната батерия е:

$$I_{ab} = I_{pv} + I_{RL} = -1.8A \quad (1)$$

На фигура 5 са представени резултати от експеримент при разряден процес, а на фиг.6 резултати от заряден процес.



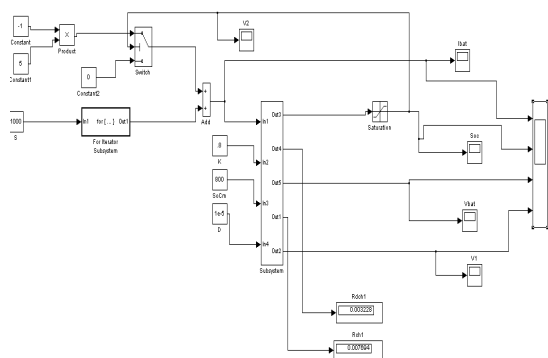


Фиг.6. Резултати от зарядни характеристики на акумулаторна батерия в автономна фотоволтаична система

Изследванията са проведени при слънчева радиация  $1000\text{W/m}^2$ , в резултат генерираният ток на изхода на фотоволтаичния панел е  $I_{pv} = 2,2\text{A}$ . Стойността на тока на постояннотоковия консуматор е  $I_{RL} = -1\text{A}$ , а окончателно токът на акумулаторната батерия е:

$$I_{ab} = I_{pv} + I_{RL} = 1.2\text{A} \quad (2)$$

Подобряване на зарядния процес се получава при редуване на зарядно-разрядни цикли с константен ток. Субсистема, реализираща такъв режим, е показана на фиг.7. В този случай параметъра SOC се поддържа във фиксирани граници.



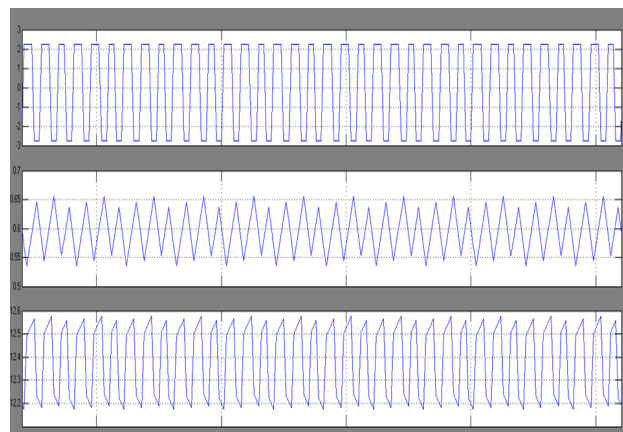
Фиг. 7. Субсистема на автономна фотоволтаична система с регулиране на SOC

Тук са показани съгласувано във времето три параметъра:  $I_{bat}$ , SOC,  $V_{bat}$ . Зарядният ток е  $I_{ch} = 2\text{A}$ , разрядният ток е  $I_{dch} = 2,8\text{A}$ , а SOC е в граници от 0.54 до 0.66.

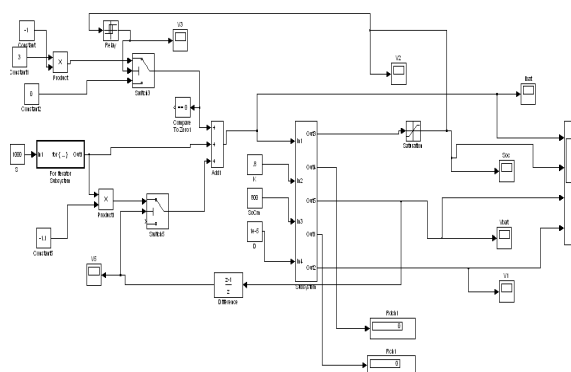
Подобряване на процеса се получава при следене на динамичното състояние на

акумулаторната батерия  $\Delta U$  [7], [8]. То се състои в периодично (през 10-30 секунди) измерване изменението на електрическото напрежение и когато това нарастване е по-малко от предварително зададена стойност се подава разряден импулс или безтокова пауза.

Симулация на такъв процес е реализиран чрез субсистемата от фиг.9.



Фиг. 8. Експериментални резултати от автономна фотоволтаична система с оптимизация на зарядния процес



Фиг. 9. Субсистема на автономна фотоволтаична система с регулиране на SOC и  $\Delta U$

Аналогично на фиг.7 за реализиране на регулирането на SOC е използван постояннотоков консуматор с константен ток  $I_{RL1} = -3\text{A}$ . Включен е и втори постояннотоков консуматор за реализация на управлението по  $\Delta U$  с константен ток  $I_{RL2} = -2.4\text{A}$ . В сила е следното разпределение.

За регулиране на SOC е налице разряден процес с ток:

$$I_{bat} = I_{pv} + I_{RL1} = 2,2 - 3 = -0.8\text{A} \quad (3)$$

Зарядният процес се осъществява при регулиране на параметъра  $\Delta U$  с редуване на зарядно-разрядни цикли със заряден ток:

$$I_{bat} = I_{pv} = 2.2A \quad (4)$$

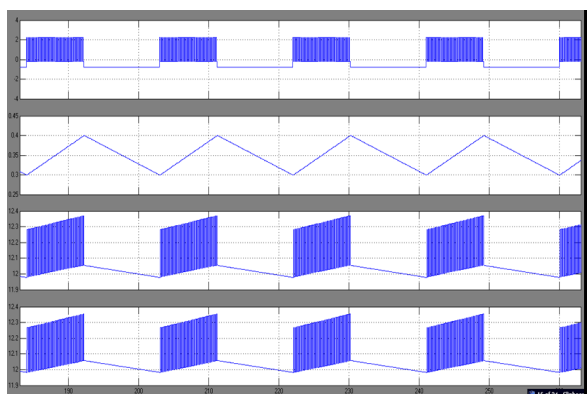
Разрядният ток е:

$$I_{bat} = I_{pv} + I_{RL2} = 2.2 - 2.4 = -0.2A \quad (5)$$

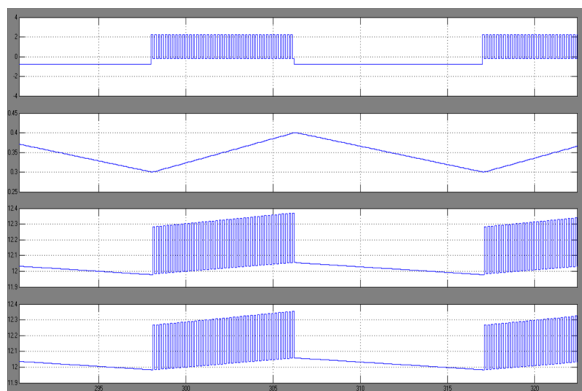
В резултат са налице два разрядни тока –  $I_{batsoc} = -0.8A$  и  $I_{bat\Delta U} = -0.2A$

По този начин се получава поредица от зарядно-разрядни импулси, следвана от контролиран разряден процес.

Експерименталните резултати са показани на фиг.10 и фиг.11. За по-добра нагледност при един експеримент са използвани различни мащаби.

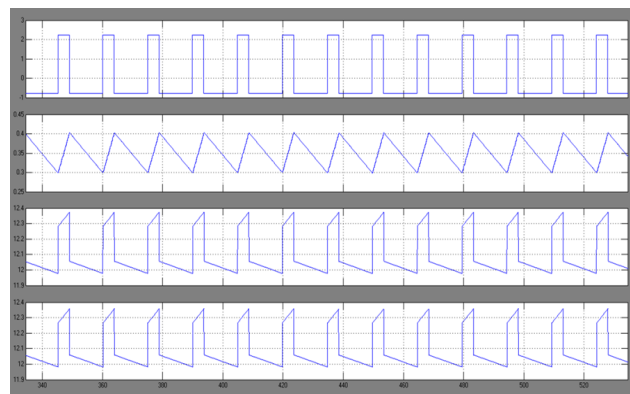


Фиг. 10. Експериментални резултати от автономна фотоволтаична система с регулиране на SOC и  $\Delta U$



Фиг. 11. Експериментални резултати от автономна фотоволтаична система с регулиране на SOC и  $\Delta U$

Разгледаният модел има възможност за изключване на  $\Delta U$  регулатора. Тогава се получават резултати подобни на представените на фиг.8. Резултатите са показани на фиг.12. Вижда се, че SOC е в граници между 0.3 и 0.4.



Фиг. 12. Експериментални резултати от автономна фотоволтаична система с регулиране на SOC и  $\Delta U$  с изключен  $\Delta U$  регулатор.

### III. ИЗВОДИ

Разработени и представени са MATLAB simulink експериментални модели на оловно-киселинна акумулаторна батерия и цялостна автономна фотоволтаична система.

Разгледани са стандартни и оптимизирани зарядни процеси с редуване на зарядно-разрядни и зарядно-безтокови цикли.

Показани са симулационни изследвания с представените модели. Резултатите са достоверни и съвпадат с теоретични, фирмени и експериментални данни.

Разработените модели и резултатите от изследванията са основание да се използват при проектиране, оразмеряване и оптимизиране на заряда в автономни фотоволтаични системи.

### ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. Б. Димитров Слънчева енергетика Издателство: ТУ Варна 2011
- [2]. Д. Юдов, В. Вълчев Преобразователна техника Варна 2005г.
- [3]. С. Захариев, Д. Димитров Изследване на контролер за заряд на акумулаторна батерия във фотоволтаична система от островен тип, Научни трудове на Русенския Университет-2010г., том 49, серия 3.1
- [4]. С. Захариев, Д. Димитров Изследване на автономни фотоволтаични системи, Научни трудове на ТУ-Варна 2013 под печат
- [5]. С. Захариев, С. Гишин, Д. Димитров Една възможност за оптимизиране на заряда в автономна фотоволтаична система, Известия на съюза на учените-Варна 1'2012
- [6]. С. Захариев, Вл. Демирев, С. Гишин, Д. Димитров Моделиране и използване на елементи от автономна фотоволтаична система Годишник на ТУ-Варна 2013 под печат

[7] Стоян С. Гишин, Електрохимични процеси с импулсен ток с компютърно управление София 2012г.

[8] Стоян С. Гишин, Аккумулятори София 2012

[9] Tyson DenHerder, Design and simulation of photovoltaic super system using simulink, California Polytechnic State University 2006

[10] Luis Castaner, Santiago Silvestre, Modeling Photovoltaic Systems using Pspice, Barselona, 2002

[11] [www.wuerth-solar.com](http://www.wuerth-solar.com)

[12] [www.sulfurcell.com](http://www.sulfurcell.com)

[13] [www.axiomtest.com](http://www.axiomtest.com)

[14] [www.marvelenergytech.com](http://www.marvelenergytech.com)

**Благодарности:** Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са извършени по проект НП 22/2013 г. в рамките на присъщата на ТУ-Варна научноизследователска дейност, финансирана целево от държавния бюджет.

**За контакти:**

инж. Светлозар Захариев, гл. ас. в ”Добруджански Технологичен Колеж” към ТУ-Варна, гр. Добрич, кв. ”Добротица” 12, e-mail: [skzahariev@abv.bg](mailto:skzahariev@abv.bg)

инж. Владимир Демирев, гл. ас. в ”Добруджански Технологичен Колеж” към ТУ-Варна, гр. Добрич, кв. ”Добротица” 12, e-mail: [vl.demirev@abv.bg](mailto:vl.demirev@abv.bg)

д-р Стоян Гишин, ст. научен сътрудник II степен, ръководител лаборатория ”Аккумулятори”, кат ”Ел. Апарати” бл1, каб. 1004, e-mail: [gishin@tu-sofia.bg](mailto:gishin@tu-sofia.bg)

д. т. н. Димитър Димитров, -професор в Катедра ”Електротехника и електротехнологии” при ЕФ на ТУ-Варна. гр. Варна, ул. ”Студентска” №1 e-mail: [prof\\_dimitrov@abv.bg](mailto:prof_dimitrov@abv.bg)

**Рецензент:** предлагаме доц. д-р. инж. Христофор Тахрилов - ТУ-Варна

## АКТИВНО ОБУЧЕНИЕ НА СТУДЕНТИТЕ ПО ЕЛЕКТРОНИКА

## ACTIVE LEARNING IN ELECTRONICS

Екатерина Димитрова

**Резюме:** Активният подход при обучението на студентите в техническите вузове е актуален и доказано води до повишаване на разбирането на изучавания материал. Интерактивните лекции, включващи освен теоретично представяне на темата от лектора и решаването на реални проблеми от студентите, са ефективни за усвояване на основните концепции и принципи в електрониката. В статията е представено съдържанието на понятието интерактивни лекции, дадени са примери и са разработени елементи, чрез които се осъществява активното включване на студентите в процеса на обучение на честотно зависими схеми.

**Ключови думи:** активно обучение, АС схеми, електроника, резонанс, PSpice

**Abstract:** Active learning approach in technical colleges and universities is up to date and there are proven results for better understanding of the studied material. Interactive lectures, including in addition to the theoretical presentation of the subject demonstrations of real problems in the lecture hall, are effective for learning the basic concepts and principles in electronics. This paper presents the content of the concept of interactive lectures. Examples are given and simulation based demonstrations are developed for active involvement of students in the learning process of frequency-dependent circuits.

**Keywords:** Active learning, AC circuits, electronics, resonance, PSpice

## I. ВЪВЕДЕНИЕ

Обучението в много университети чрез традиционните лекции за голяма група от студенти ограничава възможността за активното им участие в него. Една стара азиатска поговорка гласи: „Аз чух и забравих, аз видях и запомних, аз направих и разбрах“. Съвременната концепция за качествено знание „от съдържание към действие“, се базира на стратегиите за активно обучение [1].

Общото на стратегиите за активно обучение е, че те въвлечат студентите в конкретни действия и ги карат да мислят върху това, което трябва да извършват [2]. По време на активното обучение студентите се провокират да (а) мислят критично и творчески, (б) да дискутират в малка група, или с всички в залата, (в) да запишат идеите си, (г) да направят предположения в писмена форма по зададен въпрос, (д) да обясняват в писмен вид изучавани концепции на база демонстрации и др.

Когато преподавателят използва стратегии за активно обучение той изразходва основно (а) по-голямата част от времето на учебния процес помагайки на студентите да развият тяхното разбиране и умения за решаването на реални проблеми (поощряване на задълбоченото обучение) и по-малко от времето за предаване на информация към студентите (поддържане на повърхностното обучение). Освен това той осигурява възможности за (а) прилагане и показване на наученото от студента

и за (б) получаване на обратна връзка от колега(и) и от обучаващия.

Традиционните лекции са относително неефективен учебен подход за задържане на вниманието на студентите [3]. На база на изследвания е установено, че студентската концентрация на вниманието по време на лекции започва да намалява след 10-15 минути [4]. Факти в подкрепа на твърдението, че резултатите от обучението чрез итеративни лекции в сравнение с тези от обучението чрез 50-минутни традиционни лекции, са значително по-добри, според източници [3, стр 44-56] и [5].

Примерна схема за активно обучение по време на лекции с цел задържане на студентското внимание и повишаване нивото на разбиране е представена в интернет страницата на UC Davis, Center for Excellence in Teaching&Learning, USA [6]. Тя е следната:

1. Презентирайте материала около 10 минути, времето, в което студентите задържат внимание, след него повечето се разсейват.

2. Провокирайте студентите с въпрос и ги накарайте да отговорят писмено за около 2 минути. Опитът показва, че голяма част от тях правят опит да отговорят писмено.

3. След двете минути за писане им кажете да дискутират своите отговори с един или двама техни колеги.

4. След няколко минути изберете студент да сподели идеята на групата си с всички в залата. По този начин от една страна вие

разбирате как са се справили студентите в групата, а от друга страна останалите студентите чуват вашия отговор и проверяват своите отговори. Това е един ефективен начин за задържане на вниманието на студентите.

5. Стъпките от 1 до 4 се повтарят до края на часа на лекцията.

Първи публикации за интерактивни лекции с демонстрации (Interactive Lecture Demonstrations (ILDs)) с цикъл на обучението *предположение-наблюдение-дискусия-синтез* (Predict-Observe-Discuss-Synthesize (PODS)) са представени в [7] и [8], а по-късно и в други литературни източници, [9]. Те се разработват и прилагат повече от десетилетие с цел да се повиши студентската активност и разбиране в области като механика, оптика, топлотехника, електротехника. По-късно, интерактивни лекции се разработват и за други научни области, включително електроника [10], [11].

## II. ИНТЕРАКТИВНИ ЛЕКЦИИ

Интерактивните лекции са допълнение към традиционните лекции в големи зали и повишават активността, разбирането и преодоляването на грешно възприемане от студентите на основни концепции във въвеждащите в дадена специалност дисциплини. Подходът за прилагане на традиционни и в определен процент от времето интерактивни лекции се нарича смесен (*blended*).

Цикълът на обучение PODS, в който се провеждат интерактивните лекции включва следните основни стъпки:

- На студентите в залата се поставя задача да направят индивидуални предположения за резултата от конкретен експеримент, който предстои да бъде проведен пред всички в залата. Те обсъждат в малка група тези предположения и правят общо групово предположение.

- След дискусия в залата се записва общо предположение на дъската. Студентите след това записват своите финални предположения.

- Провежда се експериментът пред всички студенти и всеки записва своите наблюдения.

- Лекторът участва в дискусии в малките групи при наличие на разлики между предположенията и наблюденията.

- Лекторът подпомага синтезирането на собствени мисли за разбирането на концепциите свързани с наблюденията от студентите.

### 1. Пример за прилагане на идеята за интерактивни лекции в начален курс по електроника

Идеята за прилагане на смесения подход, включващ интерактивни лекции, е разработена и приложена трикратно в курс „Въведение в Електрониката” в Австралийския университет Swinburne University [12]. Курсът се изучава от около 400 студенти, разделени на три паралелни групи за лекции. Студентите разполагат с Microsoft PowerPoint слайдове за всяка от основните традиционни (пасивни) лекции и с референтна литература. Така не се налага те да правят детайлни записки по време на пасивни лекции и материалът може да бъде представен за по-кратко време в началото на всяка основна тема. Освободеното време се използва за интерактивни лекции, с цел е да се подобри концептуалното разбиране, мотивацията и активността на студентите. Те са двучасови, в края на всяка основна тема и обхващат около 30% от времето на пълния курс.

Интерактивните лекции се провеждат в лекционната зала пред повече от 100 човека във формата PODS, като студентите са групирани в малки групи от 2 и 3 човека. Активните дискусии и в малките групи и между всички студенти са особено желателни. Философията е да се направят демонстрации върху темите, които са разгледани в пасивната част на лекциите, но по начин, който е нов и неочакван. Конкретните примери имат за цел да дадат на студентите яснота за това как са разбрали обсъжданата тема и да ги мотивират да участват в дискусии.

При възможност, за предпочитане са реалните експерименти, но видео клиповете и компютърните симулации са също много полезни и нагледни.

В края на курса, след проведено допитване до студентите, почти всички смятат, че интерактивните лекции им помагат да затвърдят с разбиране знанията си. Около 80% от тях намират тези лекции за по-интересни и мотивиращи от традиционните. Около 70% са съгласни, че в тези лекции се създава среда, в която те могат да дискутират идеите си. По-голям процент интерактивни лекции искат 76% от студентите. На въпроса дали компютърните симулации са сравними с реалните, 50 % се съгласяват.

За реалните демонстрации на RLC последователна AC верига се предвиждат измервания с мултиметър и цифров осцилоскоп, свързан с компютър. Студентите записват своите предположения и наблюдения в индивидуални бланки. Бланките с предположенията се събират в края на лекцията

за да се анализират погрешните варианти с цел по-добра селекция на проблемите за демонстрациите, а бланките с резултатите остават у студентите, за да ги използват при подготовката си за финалните изпити.

В следващата част на статията са представени примерни бланки за предположения и наблюдения при демонстрации с компютърни *PSpice* симулации на RLC схеми.

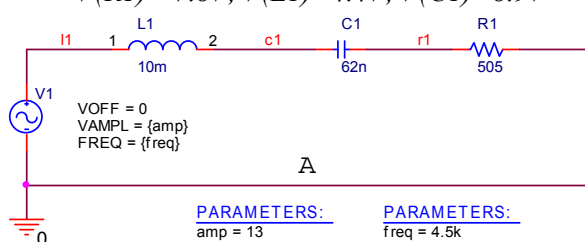
## 2. Примери за разработени бланки с предположения и бланки с резултати от демонстрации чрез *PSpice* симулации

Студентите са запознати с материала по темата последователни и паралелни RLC вериги и резонанс. Необходимо е да разбират разликата между реактанс и импеданс, да знаят кога във веригата има преобладаващ капацитивен или индуктивен характер, какви са амплитудните и фазовите характеристики, как влияе качествения фактор върху селективността на схемата, при каква честота се реализира резонанс и др. Освен това, те са добре запознати с езика на симулатора *PSpice* и познават интерфейса на програмния осцилоскоп *Probe*.

### Бланки на предположенията

Схемата с последователно свързани LCR елементи е подготвена за времеви анализ с *PSpice*. Използвани са възможностите на симулатора за параметричен анализ, както е показано на фиг.1. Синусоидалният генератор на напрежение е с честота 4.5kHz и амплитуда такава, че при измерване с AC волтметър на rms напреженията върху всеки схемен елемент те са:

$$V(R1) = 7.8V, V(L1) = 4.4V, V(C1) = 8.9V$$



Фиг. 1. Схема за демонстрации по темата RLC вериги

### Дейност 1А

#### Предположение:

(а) Дайте предположение за rms напрежението ( $V_{tot}=V(L1)=V1$ ), което се измерва между точките „11” и точка ‘А’ на схемата?

----- V

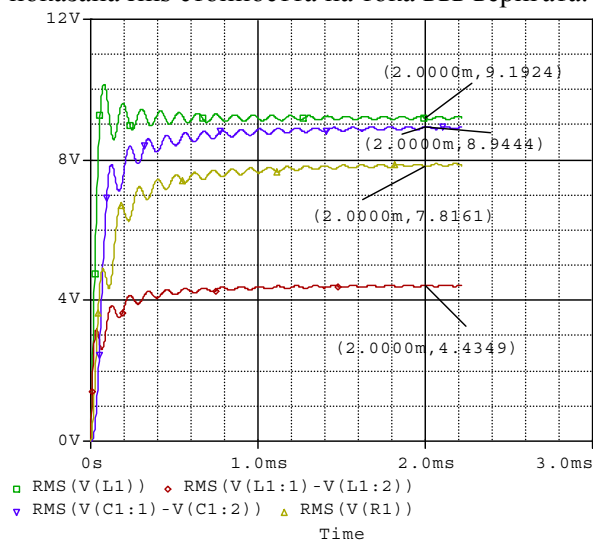
(б) Предположете каква е rms стойността на тока преминаващ през точка “А” в схемата?

----- mA

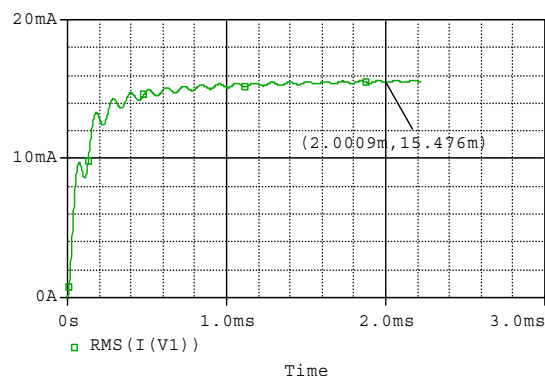
**Обяснение:** Дайте обяснение за предположените стойности.

-----

**Демонстрация:** На база симулации с *PSpice* на схемата от фиг.1 и възможността за виртуални измервания в програмния осцилоскоп, на фиг.2 са представени rms напреженията на схемните елементи и общото за веригата rms напрежение, а на фиг. 3 е показана rms стойността на тока във веригата.



Фиг. 2. Резултат от симулационните демонстрации, дейност 1А, предположение (а)



Фиг. 3. Резултат от симулационните демонстрации, дейност 1А, предположение (б)

### Дейност 1В

Често напреженията върху R1, L1 и C1 в последователната схема, фиг.1, се представят с вектори, наречени фазори.

#### Предположение:

(а) Предположете зависимостта между амплитудата на фазора на общото напрежение



( $V_{tot}=V(I)$ ) и амплитудите на съставните напрежени фазори ( $V_L$ ,  $V_C$ ,  $V_R$ ) в схемата?

$$V_{tot} = V_L \quad V_C \quad V_R$$

**Обяснение:** Обяснете защо направихте горното предположение?

### Дейност 1С

Честотата на АС генератора е 4.5kHz, а резонансната честота за конкретната схема, фиг.1, е малко над 6.4kHz.

#### Предположение:

(а) Ако амплитудата ( $amp$ ) на АС синусоидалния генератор ( $V_{tot}=V_I$ ) намалява, как се променя rms стойност-та на тока през точка “А” ( $I_{tot}$ ).

Стойност на  $I_{tot}$

- ☐ нараства      ☐ не се променя      ☐ намалява  
☐ намалява след това нараства      ☐ нараства след това намалява

### Дейност 1D

Опново разглеждаме схемата от фиг.1.

#### Предположение:

(а) Ако честотата на сигнала на АС генератора ( $freq$ ) намалява, как се променя rms стойността на тока през точка “А” ( $I_{tot}=I(V_I)$ ). Всички други параметри остават непроменени.

Стойност на  $I_{tot}$

- ☐ нараства      ☐ не се променя      ☐ намалява  
☐ намалява след това нараства      ☐ нараства след това намалява

**Обяснение:** Обяснете защо направихте такова предположение за  $I_{tot}$ .

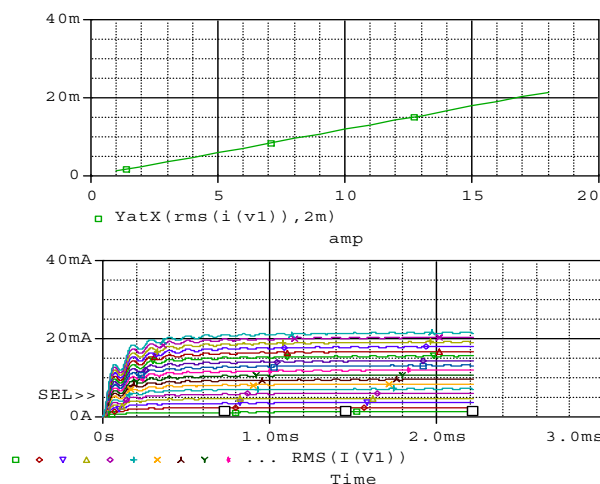
За предположение 1В: Как  $I_{tot}$  се променя спрямо  $V_{tot}$ ?

За предположение 1Г: Как  $I_{tot}$  се променя спрямо честотата  $freq$ ?

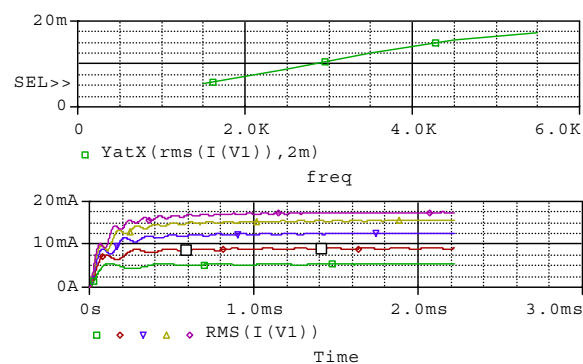
### Демонстрация:

Чрез симулации с PSpice на схемата от фиг.1 и възможността за виртуални измервания в програмния осцилоскоп на фиг.4 са преставени резултатите за влиянието на амплитудата ( $amp$ ).

На фиг.5 е показано влиянието на честота ( $freq$ ) върху rms стойността на тока  $I(V_I)$ . Използвана е вградена функция на програмния осцилоскоп  $YatX(i(v1), 2ms)$  за определяне на стойността на посочената величина  $i(v1)$ , в определен момент (2ms).



Фиг. 4. Резултат от симулационните демонстрации, дейност 1С, предположение (а)

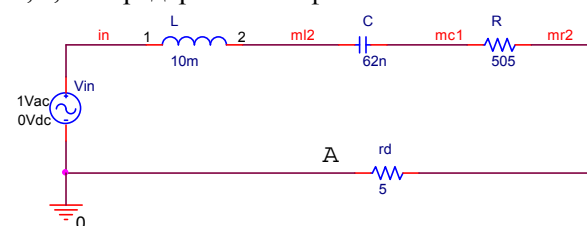


Фиг. 5. Резултат от симулационните демонстрации, дейност 1D, предположение (а)

### Бланка на резултатите

→тази бланка на резултатите НЕ се предава. Попълнете я внимателно и я запазете за вас, за да ви служи за изпита.

Схемата с последователно свързани L, C, R е представена на фиг.6.



Фиг. 6. Схема за демонстрации по темата резонансни RLC вериги

Генераторът на АС синусоидално напрежение  $V_{in}$  е с честота 6 kHz. Формата на напреженията в схемата се наблюдава с осцилоскоп (в случая с Probe). Съпротивлението  $rd$  е с малка стойност и напрежението върху него е пропорционално на тока  $I_{tot}$ .

### Дейност 2А

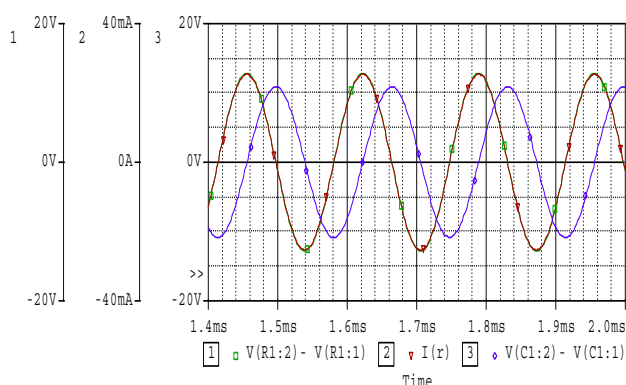
Визуализира се чрез измерване с осцилоскопа, напрежението на резистора  $rd$

спрямо нулевия потенциал -  $V(rd)$ , ( $V(rd)$  е пропорционално на ( $I_{tot}$ ).

С различни ординати на осцилоскопа се визуализира  $V(R)+V(rd) \approx V(R)$ , защото  $V(R) \gg V(rd)$  и  $V(C)$ .

#### Наблюдения:

Скицирайте наблюдаваната форма на  $V(C)$  спрямо  $I_{tot}$ . Резултатът от извършените пред студентите симулации е представен на фиг. 7. Графика 1 и 2 показват съвпадение на фазите на  $V(R)$  и  $I_{tot}$ . Графика 3 представя формата на  $V(C)$ .



Фиг. 7. Наблюдения на формата и фазата на  $I_{tot}$  и  $V(C)$

**Дискусия:** Обяснете наблюдавания резултат. Каква е фазата на  $V(C)$  спрямо  $I_{tot}$ ? Посочете верния отговор.

- ☐  $V_C$  изпреварва  $I_{tot}$  с повече от  $90^\circ$
- ☐  $V_C$  изпреварва  $I_{tot}$  с  $90^\circ$
- ☐  $V_C$  изпреварва  $I_{tot}$  (с повече от  $0^\circ$ , но по-малко от  $90^\circ$ )
- ☐  $V_C$  съвпада по фаза с  $I_{tot}$
- ☐  $V_C$  изостава от  $I_{tot}$  (с повече от  $0^\circ$ , но по-малко от  $90^\circ$ )
- ☐  $V_C$  изостава по фаза от  $I_{tot}$  с  $90^\circ$
- ☐  $V_C$  изостава по фаза от  $I_{tot}$  с повече от  $90^\circ$

#### Дейност 2Б

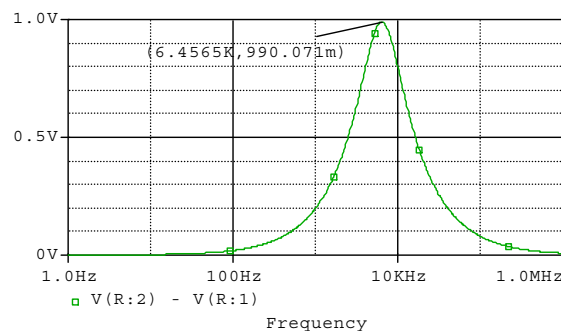
Оценка на влиянието на честотата върху амплитудата на напрежението  $V(R)$  за схемата от фиг.6, когато честотата се изменя от ниска ( $f_{low}$ ) през резонансната ( $f_r$ ) към висока ( $f_{high}$ ).

#### Наблюдения:

А) Как се променя амплитудата на  $V(R)$  при промяна на честотата ( $f_{low} \rightarrow f_r \rightarrow f_{high}$ ) на синусоидалното напрежение на генератора  $V_{in}$ . Резултатът от извършените пред студентите симулации е представен на фиг. 8.

**Дискусия:** Посочете верния отговор и обяснете наблюдаваната графика на фиг.8.

- ☐  $V(R)$  нараства в целия честотен диапазон
- ☐  $V(R)$  намалява в целия честотен диапазон
- ☐  $V(R)$  не се променя в честотния диапазон
- ☐  $V(R)$  нараства до максимум, после намалява
- ☐  $V(R)$  намалява до минимум, после нараства



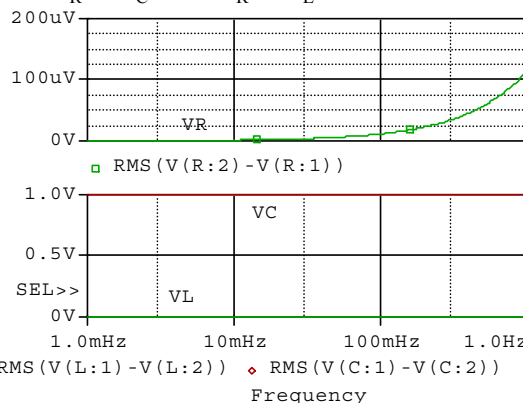
Фиг. 8. Наблюдения за амплитудно-честотната характеристика на  $V(R)$

#### Наблюдения:

Б) Как се променят напреженията на елементите в схемата на фиг.6 при почти нулева честота? Извършва се симулация; резултатът е представен на фиг.9.

**Дискусия:** Кой е верният отговор, обяснете!

- ☐  $V_L \gg V_C$  ☐  $V_L = V_C$  ☐  $V_L \ll V_C$
- ☐  $V_R \gg V_C$  ☐  $V_R \ll V_L$



Фиг. 9. Наблюдения за  $V(R)$ ,  $V(L)$ ,  $V(C)$  при близка до нула честота

#### Наблюдения:

В) Как се променят напреженията на елементите в схемата на фиг.6 при много голяма честота (1GHz)? Извършва се симулация; резултатът е представен на фиг.10.

**Дискусия:** Кой е верният отговор, обяснете!

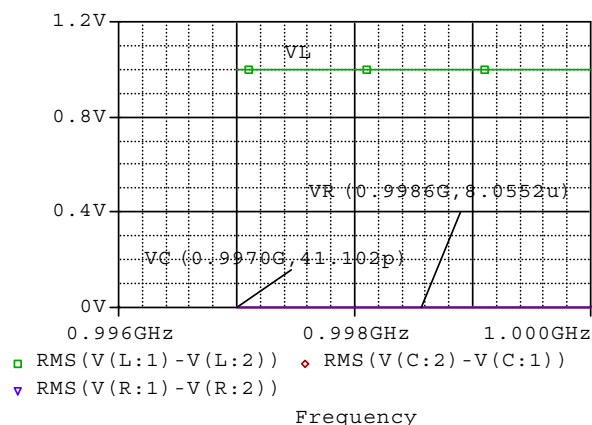
- ☐  $V_L \gg V_C$  ☐  $V_L = V_C$  ☐  $V_L \ll V_C$
- ☐  $V_R \ll V_C$  ☐  $V_R \gg V_L$

#### Наблюдения:

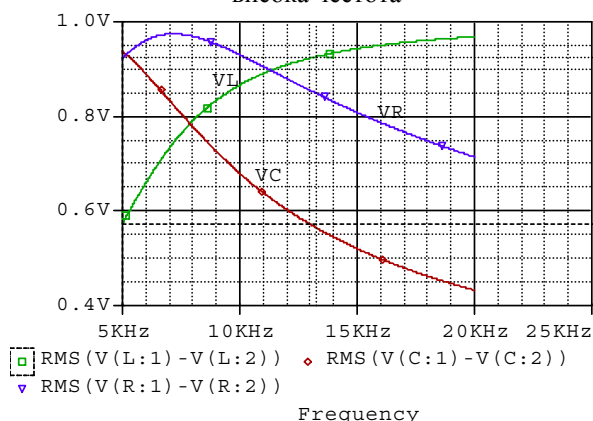
Г) Как се променят напреженията на елементите в схемата на фиг.6 при резонансната честота? Извършва се симулация; резултатът е представен графично на фиг.11.

**Дискусия:** Кой е верният отговор, обяснете!

- ☐  $V_L \gg V_C$  ☐  $V_L = V_C$  ☐  $V_L \ll V_C$
- ☐  $V_R \ll V_C$  ☐  $V_R \gg V_L$



Фиг. 10. Наблюдения за  $V(R)$ ,  $V(L)$ ,  $V(C)$  при много висока честота



Фиг. 11. Наблюдения за  $V(R)$ ,  $V(L)$ ,  $V(C)$  при резонансната честота

### III. ИЗВОДИ

Традиционният подход на преподаване в началните курсове по електроника, базиран на лекции без конкретна ангажираност на студентите, дори с осигуряване на разписани конкретни материали и инструкции не осигурява висока успеваемост на изпитите.

Активният подход при обучението на студентите в техническите вузове е актуален с доказателства за ефективност. Интерактивните лекции в етапите си Predict-Observe-Explain-Synthesis, включващи решаването на реални проблеми от студентите, са ефективни за освяване на основните концепции и принципи в електрониката. Те са по-интересни, мотивират и подобряват комуникационните възможности на студентите.

Разработването на интерактивни лекции е препоръчително. То е предизвикателство, което се базира не само на експертните знания на преподавателите, но и на финансиране. В по-лек вариант от тази гледна точка, физическият експеримент се замества със симулации.

В статията са представени разработени елементи на заключителни итеративни лекции

по темата RLC вериги и резонанс с използване на симулатор PSpice при демонстрациите.

Обемът на статията не позволява по-детайлно изложение на проблемите и вариантите на RLC схеми. Тя има методичен характер за приложение на активния подход в обучението.

### ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. [http://cte.umdj.edu/active\\_learning/active\\_general.cfm](http://cte.umdj.edu/active_learning/active_general.cfm)
- [2]. Bonwell, C., & Eison, J. (1991). Active learning: Creating excitement in the classroom (ASHE-ERIC Higher Education Report No. 1). Washington, DC: George Washington University. Abstract online at [http://www.ed.gov/databases/ERIC\\_Digests/ed340272.html](http://www.ed.gov/databases/ERIC_Digests/ed340272.html).
- [3]. Bligh, D. A. (2000). What's the use of lectures. San Francisco: Jossey-Bass.
- [4]. Stuart, J. & Rutherford, R. J. (1978). Medical student concentration during lectures. *The Lancet*, 514-516.
- [5]. Wilson, K. & Korn, J.H. (2007). Attention during Lectures: Beyond Ten Minutes. *Teaching of Psychology*, (34) 2, 85-89.
- [6]. <http://cetl.ucdavis.edu/class-more-engaging/>
- [7]. Sokoloff, D.R., & Thornton, R.K. (1997). Using interactive lecture demonstrations to create an active learning environment. *The Physics Teacher*, 35, 340-347.
- [8]. Thornton, R.K., & Sokoloff, D.R. (1998). Assessing student learning of Newton's laws: the Force and Motion Conceptual Evaluation and the evaluation of active learning laboratory and lecture curricula. *American Journal of Physics*, 66(4), 338-352.
- [9]. Meltzer, D.E., & Manivannan, K. (2002). Transforming the lecture-hall environment: the fully interactive physics lecture. *American Journal of Physics*, 70(6), 639-654.
- [10]. Sokoloff, D.R., & Thornton, R.K. (2006). *Interactive Lecture Demonstrations*. New York: Wiley, ISBN: 0-471-48774-0
- [11]. Mazzolini et al., Using Interactive Lecture Demonstrations to Enhance Student Learning in Electronics, *Proceedings of the 2010 AaeE Conference*, Sydney, Australia
- [12]. Mazzolini, A. P., Daniel, S. & Edwards, T. 2012, "Using interactive lecture demonstrations to improve conceptual understanding of resonance in an electronics course", *Australasian Journal of Engineering Education*, Vol. 18, No. 1, pp. 69-88, <http://dx.doi.org/10.7158/D12-004.2012.18.1>.

### За контакти:

д-р инж. Екатерина Димитрова, гл.ас. в Катедра "Електронна техника и микроелектроника" на ТУ-Варна, ул. Студентска № 1, 501Е  
e-mail: edimitrowa55@gmail.com

### Рецензент:

доц. д-р инж. Емилиян Беков кат. „Електроника”-ТУ-Варна

## ВЪЗМОЖНОСТИ НА CMS DRUPAL ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ НА ЕЛЕКТРОННА ЕНЦИКЛОПЕДИЯ

### CMS DRUPAL OPTIONS FOR REALIZATION OF ELECTRONIC ENCYCLOPEDIA

Светлана Ж. Василева, Богомил А. Гайдарджиев

**Резюме:** Системите за управление на съдържанието (*Content management systems – CMS*) автоматизират и облекчават процеса на добавяне и изменение на съдържанието на Web сайтовете, организацията, контрола и публикуването на голям брой документи и друго съдържание, като например изображения и мултимедийни ресурси. Това прави системите за управление на съдържанието привлекателни за специалисти от различните области на човешката дейност, които искат да публикуват в Интернет, а нямат големи познания в програмирането и по-специално в *web*-програмирането. В доклада е представена електронна енциклопедия за цветя, реализирана със средствата на *CMS Drupal*.

**Ключови думи:** електронна енциклопедия, системи за управление на съдържанието, статия

**Abstract:** The Content management systems (CMS) automate and simplify the process of adding and changing the content of the web sites. This includes organization, control and publishing of a great number of documents and other content (e.g. images and multimedia resources). That makes the content management systems attractive for specialists of various areas of human activity. Usually these are people who are not well acquainted with programming and especially web-programming, but want to publish on the Internet. The paper presents a flower electronic encyclopedia, realized by means of CMS Drupal.

**Keywords:** electronic encyclopedia, content management systems, article

#### I. ВЪВЕДЕНИЕ

Системите за управление на съдържание (*Content management systems – CMS*) се използват за съхраняване и публикуване на документи. Отворените системи се създават, поддържат и развиват от множество разработчици и техният код е публично достъпен за четене и редактиране. Това осигурява голяма гъвкавост, стабилност и разнообразие от допълнителни модули и разширяване на тяхната функционалност.

*CMS* позволяват на създателите на сайтове да са независими от дизайнерските фирми и да имат възможност самостоятелно да променят и актуализират съдържанието на сайтовете. Всяка *CMS* може да е подходяща в едни условия и да е неподходяща в други. Изборът на *CMS* се диктува от характера и нуждите на сайта, за който е предназначена.

Системата за управление на съдържание *Drupal* е изключително развита система с огромни възможности. Тя е безплатна, мощна и популярна, освен това е с отворен код. С нея може да се създаде персонален сайт, медиен портал, социална мрежа и много други *web* приложения. Характеристиките на *CMS Drupal* я правят подходяща за разработването на *web* сайтове на енциклопедии и електронни учебни пособия.

#### II. СТРУКТУРА И ЕЛЕМЕНТИ НА ЕЛЕКТРОННАТА ЕНЦИКЛОПЕДИЯ

Предвид невероятната всеобемност на Знанието, желанието да се документира и съхрани целостта на човешкото познание винаги е изглеждало цел-мечта, реализацията на която става все по-трудно достижима поради прогресивното нарастване на количеството знания. Енциклопедиите включват набор тематични статии, обикновено подредени в азбучен ред, а заглавията са по-дълги отколкото при речниците. Енциклопедичната статия отразява фактологична информация за обект, обозначава с термини, отнасящи се до значима тема, разкрива тази тема подробно от независима гледна точка. Статията е написана с цитиране на надеждни източници и съдържа препратки (линкове) към други теми. Информацията в *on-line* енциклопедиите трябва да се структурира за достигане на следните цели:

- Максимално качество и енциклопедичност на статиите;
- Съгласуваност с другите статии в енциклопедията;
- Връзка с други статии по същата тема, обобщаване с портали и проекти;

Обогатяването на информационното съдържание, съпровождането му с множество разнообразни по своя характер мултимедийни елементи, променят и структурата на енциклопедичното издание. Електронните енциклопедии (ЕЕ) се отличават от печатните не толкова по количеството текстова информация, колкото по начина, по който тя е структурирана и организирана. Разширяват се границите на съдържащата се информация чрез активното използване на мултимедийни изображения, които са невъзможни в печатните издания.

Важен елемент на енциклопедиите е илюстрацията. Това е изображение, обясняващо даден текст. Изображенията могат да бъдат рисунки, фотографии, снимани картини, графики и др.

Графичните елементи в енциклопедиите, това са различни картинки, шаблони, таблици, елемент извън основната област и маркирането с цвят (оцветяване). Картинките се поставят непосредствено в текста, отляво или отдясно или се групират в галерия, изнесена под основния текст.

Разположението на таблици в страницата зависи от тяхната ширина и дължина. Елементите извън основната област обикновено стоят в края на статията.

Изборът на цветове за фона и текста се прави на етапа на проектирането на шаблоните и таблиците. Не е желателно да се използват прекалено много цветове за основните енциклопедични текстове. Тяхната употреба трябва да е ограничена и добре обоснована.

Разкриването на главната тема на статия може да се осъществява по различни начини, но най-значими за читателите са:

- Предоставяне на съдържателно и разбираемо определение на обекта на статията;

- Поясняване на използваните характерни термини, или посочване на връзки към статии за тях;

- Предоставяне на указатели към други статии, по някакъв начин подпомагащи разбирането на статията или определението на обекта от съответната област;

- Придържане към темата – статиите се съгласуват с темата и не съдържат неуместна или несвързана с темата информация.

### III. ПРЕДИМСТВА НА ЕЛЕКТРОННИТЕ ЕНЦИКЛОПЕДИИ

ЕЕ имат следните характеристики:

- **Пълнота** – Възможностите за по-пълно и всеобхватно информационно съдържание на ЕЕ са много по-големи, отколкото на печатните, поради развитието на съвременните информационни технологии и въвеждането на нови носители. Електронните носители имат много по-голям капацитет, което осигурява на потребителя достъп до по-богато съдържание. Освен текстовата част са достъпни звукова, графична и видео информация.

- **Многоаспектност** – Реализацията на този принцип със съвременните информационни технологии има редица предимства: \* синтез на текст, звук, образ, анимация; \* съхраняване на значително по-голям масив данни; \* адекватно отразяване сложната структура с помощта на хипертекст; \* по-големи възможности за търсене в информационните масиви и др.

Благодарение на бързото развитие на възможностите на компютърните технологии и развитието на високоскоростните комуникационни канали на глобалната мрежа, ЕЕ предлагат многоаспектна, актуална и по-пълна информация отколкото печатните.

- **Актуалност** – Актуалността на данните в печатните енциклопедии не може да бъде осигурена поради времетраенето на процеса на актуализиране. Статиите в електронните енциклопедии може редовно да се редактират и лесно да се обновяват.

Електронните енциклопедии имат важни предимства пред печатните издания: икономисват място, притежават богати възможности за илюстриране, много по-ниска цена, свобода за експериментиране и мн. др.

### IV. ХАРАКТЕРИСТИКИ И ЗНАЧЕНИЕ НА CMS

#### 1. Съдържание. Управление на съдържанието

**Контент** или **съдържание**, това е текстовата и понякога графична част на всеки сайт. Системата за управление на съдържанието управлява процеса на обновяване и редактиране на сайта с текст, снимки, връзки и др. Тя позволява да се променя текста и останалите елементи в съдържанието на страница използвайки *web* браузър вместо непосредственото създаване

на *web* страници. *CMS* помага на потребителите си да управляват съдържанието. Системата облекчава организацията, контрола и публикуването на голям брой документи и друго съдържание, например изображения и мултимедийни ресурси. *CMS* улеснява съвместното създаване на документи от различни потребители.

Системата за управление на съдържанието отговаря за целия жизнен цикъл на *web* страниците на сайта – с осигуряването на прости инструменти за създаване на съдържание, преди неговото публикуване и архивиране. Тя осигурява също и възможност за управление на структурата на разработвания сайт, на външния вид на публикуваните страници и навигацията, предоставяни на потребителите.

*Web* съдържание е текстово, визуално или звуково съдържание, представляващо част от *web* сайт. То може да включва текст, изображения, звук, видео и анимация. Някои автори [1] определят съдържанието като всичко публикувано на даден *web* сайт. То може да включва документи, данни, приложения, услуги, изображения, аудио и видео файлове, лични *web* страници, архивирани съобщения от електронната поща и др.

Управление на съдържанието (*content management*) е набор процеси и технологии, които поддържат еволюционния жизнен цикъл на електронната информация. Тази информация често се нарича съдържание или електронно съдържание. То може да е във формата на: текст (например документи); мултимедийни файлове (например аудио или видео файлове); или някакъв друг тип файлове, чийто жизнен цикъл изисква управление. Жизненият цикъл на електронното съдържание има 6 основни фази: - Създаване (*create*); - Обработка (*update*); - Публикуване (*publish*); - Трансформиране (*translate*); - Архивиране (*archive*); - Премахване (*retire*). [2]

Управлението на съдържанието е съвместен процес, често включващ следните основни роли и отговорности: Автор на съдържанието - отговаря за създаването и редактирането на съдържание; Редактор - отговаря за проверката на съдържанието и за начините на представянето му пред читателите; Издател - отговаря за публикуването на съдържание за използване; Администратор - отговаря за запазването на

съдържанието в хранилището, така, че по-късно то да може да бъде намерено и използвано. Администраторът управлява потребителите и техните права над съдържанието; - Потребител или гост - човек, който чете или възприема публикувано съдържание.

## 2. Възможности на системите за управление на съдържанието

Системите за управление на съдържанието често се използват за съхраняване, контролиране, редактиране и публикуване на специфична за дейността на организацията документация, като: новости, бизнес документация, технически ръководства, обучаващи материали, продуктови каталози, цени, маркетингови брошури и др. *CMS* поддържат следните възможности [3, 4]:

- Създаване на документи и мултимедийни материали;

- Идентификация на всички ключови потребители и ролите им в управлението на съдържанието;

- Възможност за присвояване на роли и права на различните потребители на различни типове или категории съдържание;

- Управление на работния процес на създаване на съдържание: представлява процес на създаване на цикли от последователни и паралелни задачи, които трябва да се изпълнят в системата за управление на съдържанието. Например, автор на съдържание добавя статия, но тя не се публикува на сайта, докато редакторът не я провери и главният редактор не я одобри. Това често е свързано с обмен на съобщения, по такъв начин, че потребителите, управляващи съдържанието да са уведомени кога в него са извършени промени;

- Възможност за проследяване и управление на множество версии на едно и също съдържание;

- Възможност за публикуване на съдържание в хранилището, осигуряващо достъп до него. Хранилището все повече се превръща в неделима част от системата и предоставя възможности за търсене и извеждане на информация;

- Автоматизирани шаблони: създават се от системата и могат да бъдат автоматично приложени към ново или съществуващо съдържание и промяната им се отразява на външния вид на всички страници на сайта;



- Съдържание, което се редактира лесно: Веднага след отделянето на съдържанието от визуалното представяне на сайта, то обикновено е по-поддаващо се на редактиране и манипулиране. Повечето CMS имат WYSIWYG инструменти за редактиране, позволяващи на непрограмисти да създават и редактират съдържание;

- Опростено добавяне на нови възможности: Повечето CMS имат *plug-ins* или модули, които лесно могат да се инсталират и могат да разширят съществуващата функционалност на сайта;

- Редовни обновявания: Повечето системи за управление на съдържанието предлагат такива обновявания, включващи нови възможности и поддържащи системата в съответствие с актуалните *web* стандарти;

### 3. Предимства на CMS

Внедряването и използването на CMS има много предимства:

- Съкращаване на допълнителните разходи за поддръжка и разработване на сайта;

- Добре организиран процес на създаване на съдържание;

- Ускорено създаване на нови страници и обновяване на страници;

- По-добра съгласуваност;

- Подобряване навигацията на сайта;

- По-голяма гъвкавост на сайта;

- Поддържане на децентрализирано създаване на съдържание;

- По-висока надеждност на разработваните сайтове;

- Намаляване дублирането на информация;

- По-големи възможности за мащабиране на сайта.

Благодарение на използването на CMS организацията може да спести време и средства за обучение на персонала за публикуване на съдържание. Намалява обема на работата на IT отдела за внедряване на измененията в *web* сайта. Системата намалява и времето за публикуване, предоставяйки по-бърз достъп до вече публикувано съдържание. Това е много важно за съвременните организации, и в частност за учебните заведения и организации, предоставящи образователни услуги. Колкото по-бърз е достъпът до публикувано съдържание, толкова то е по-актуално и по-значимо.

Едно много важно предимство, което осигурява CMS, това е подпомагане

осъществяването на целите и стратегиите на организацията, такива като увеличаване доверието на потребителите и подпомагане връзките с клиентите.

## V. РЕАЛИЗАЦИЯ НА ЕЛЕКТРОННА ЕНЦИКЛОПЕДИЯ С CMS DRUPAL

Предназначението на Drupal е лесно и бързо да се създават *web* сайтове, а също и да предоставя възможност за по-детайлно конфигуриране и организиране на *web* приложения. С помощта на добър потребителски интерфейс за създаване на *web* сайтове и API за реализация на допълнителни модули към него, потребителят може неограничено да разширява функционалността на сайта.

Нефункционалните изисквания към Drupal включват: осигуряване на безопасност, безотказна работа в условията на голямо натоварване и наличие на големи обеми информация, надеждност, стабилност, бързина на отговаряне. В една система може да се разполагат няколко *web* сайта. Всичко това ни дава основания за използване на CMS Drupal за създаване електронни енциклопедии и електронни учебни помагала.

Drupal се състои от пет отделни, но тясно свързани помежду си нива [3, 4]:

*Data* – в основата на системата са данните, които се определят и управляват от модули;

*Modules* – модулите се делят на доставяни със стандартната инсталация или създавани допълнително в потребителското общество и налични в мрежата за масово използване. Модулите са най-важната конструктивна единица в Drupal. В тях се определят данните, които ще се обработват.

*Blocks & Menus* – блоковете и менютата отговарят за резултата от работата на модулите. Блоковете са резултата, а менютата – навигационни елементи, позволяващи да се персонализира представената информация.

*User Permissions* – необходимите потребителски права за достъп до информация и функционалност, свързани с потребителските роли. На това ниво се реализира основната защита и безопасност в Drupal.

*Template* – XHTML + CSS. Шаблоните отговарят за външния вид на сайта, а езикът за програмиране PHP се използва за реализиране на динамичното съдържание. Шаблоните могат да бъдат добавени и

редактирани по време на работата на системата.

Основният конструктивен блок за функционалност в *Drupal* на ниво код това е модулът. Основният принцип на работа на *Drupal* се състои в това, различните модификации на сайта да се осъществяват без изменения в програмния код на ядрото. Модулът е единствената конструктивна единица, която може да се добавя към съществуващ сайт, за:

- Създаване на нови видове съдържание – *content type*;
- Променяне вида на вече съществуващо съдържание;
- Разширяване функционалността на съществуващите модули.
- Създаване база за функционалност, която други модули да надграждат.
- Създаване на нови блокове, които могат да бъдат поставени на всяка страница паралелно с основното съдържание.
- Предоставяне възможности за най-добро конфигуриране на вече съществуващи модули.

Процесът на създаване и публикуване на сайт със средствата на *CMS Drupal* включва следните стъпки:

1. Избор на домейн на името на сайта.
2. Конструирание на страниците на сайта като *HTML* документи.
3. Инсталиране страниците на сайта върху наетия сървър.
4. Регистрация на сайта в търсещите машини на Интернет.

#### Правила за създаване на съдържание:

а/ Деактивиране модулите на ядрото, които няма да са необходими.

б/ Избор, инсталиране и активиране на необходимите допълнителни модули и проверка на тяхната съвместимост.

в/ Конфигуриране на новите модули и настройка на правата за тях.

г/ Създаване на нови типове съдържание и добавяне полета за съществуващите, ако са необходими. Определяне начина на показването им – „*manage display*”.

д/ Създаване на речници, които структурират съдържанието, с възможностите на таксономията.

е/ Определяне на групите потребители и настройка на правата им за достъп.

ж/ Инсталиране и конфигуриране на избраната тема. Поставяне името на сайта.

з/ Конфигуриране на *URL* адреса на сайта, активиране на модула *Path* и добавяне на модула *Pathauto*, за да бъде конфигуриран.

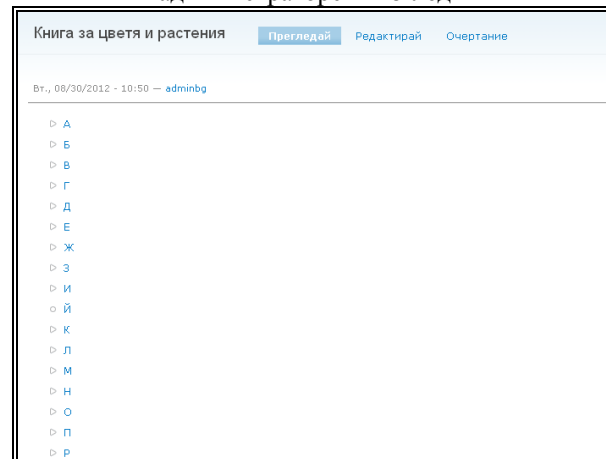
Със средствата на *CMS Drupal* е реализирана богато илюстрирана електронна енциклопедия [5], съдържаща информация за цветя и билки със собствен форум и актуално „цвете на седмицата”. В ЕЕ е реализирана азбучна подредба, която позволява бързо и лесно да се намери дадена статия. Създаденият форум с голям брой теми, позволява на любителите лесно да разменят мнения помежду си, а също и администраторът да получава предложения за нова статия.

Работата над ЕЕ [5] дава основание да се използват средствата на *CMS Drupal* за разработване на електронни учебници и учебни пособия. Вече има реализирани варианти на електронни учебници по дисциплините „Растениевъдни науки” и “Електронни таблици”.

На фиг. 1 е изобразена готова статия с помощта на *Basic page* под администраторски права.

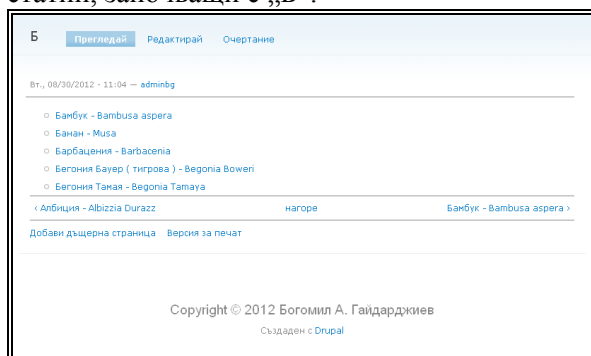


Фиг. 1. Готова статия под администраторски изглед

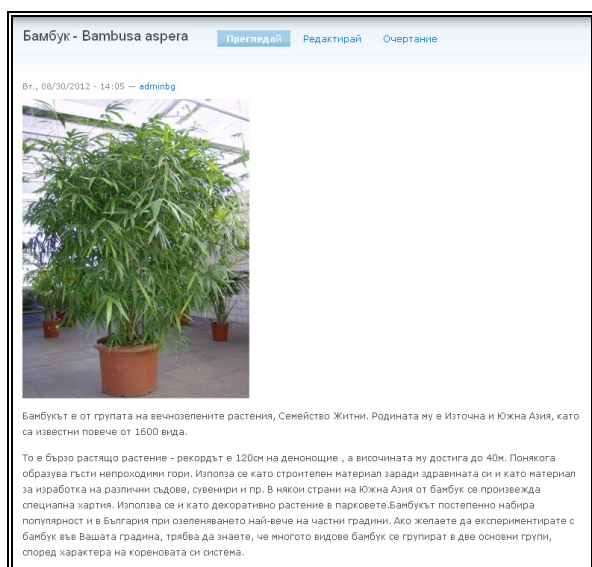


Фиг. 2. Създадена книга, с подредба по азбучен ред

На фиг. 2 е показано създаване на азбучна подредба на „Книга за цветя и растения” под администраторски права. На фиг. 3 е показана подстраница с имена на статии, започващи с „Б”.

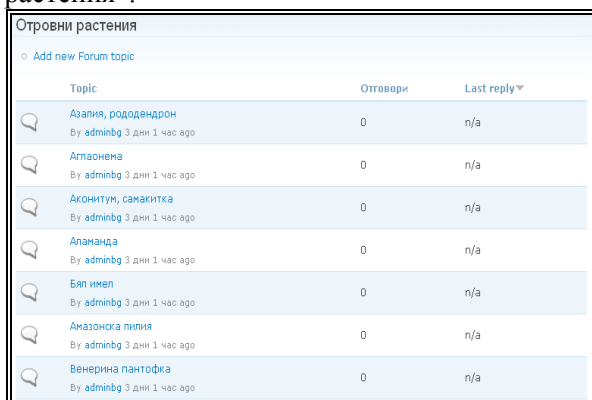


Фиг. 3. Подстраница в книга



Фиг. 4. Готова статия под админ. изглед

На фиг. 4. е показан вида на готова статия за потребител с администраторски права. В примера е публикувана една снимка, а максимално могат да са до десет. На фиг. 5 е даде пример от форума на ЕЕ с тема „Отровни растения”.



Фиг. 5. Изглед на главна тема Отровни растения с подтеми

## VI. ИЗВОДИ

Системите за управление на съдържанието се развиват интензивно през последните години и са една от най-новите технологии за конструиране на web сайтове. Популярната, мощна и отворена CMS Drupal опростява публикуването, управлението и организирането на сайтове. Drupal е готова за използване от момента на нейното инсталиране. Системата е създадена на модулен принцип, което позволява да се разшири нейната функционалност и да се добавят нови модули в зависимост от потребностите, които могат да възникнат впоследствие. Например: добавяне на допълнителен език за интерфейс и съдържание, търсеща машина, анкети, календар и други.

Работата над проекта за ЕЕ показва как лесно и достъпно може да се разработи не само електронна енциклопедия с най-различна тематика, но и под формата на web сайт да се създават учебни пособия от подобен вид достъпни чрез Интернет, и позволяващи да се актуализира и добавя информация. Разработената със средствата CMS Drupal електронна енциклопедия представлява проект, отразяващ процеса на създаване електронни енциклопедии и електронни учебни помагала под формата на сайт със средствата на CMS.

## ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. A review of open source content management systems - <http://www.openadvantage.org/articles/oadocument.2005-04-19.0329097790>
- [2]. CMS система за управление на съдържанието <http://www.alpobg.com/bg/>
- [3]. Drupalbg.org/node/26
- [4]. How to choose a web CMS - <http://lifestoryboard.com/CMS-Resources/How-to-choose-a-web-CMS.html>
- [5]. <http://www.gaidardjiev.info/>

## За контакти:

д-р инж. Светлана Василева, гл.ас. в Катедра "Информатика и математика" при Колеж-Добрич на ШУ „Епископ К. Преславски”, ЖК „Добротица” № 12. e-mail: svetlanaeli@shu.bg  
Богомил Гайдарджиев, магистър специалност „Информационни технологии” при ФХН на ШУ „Епископ К. Преславски”,  
e-mail: bogomil-atanasov-gaidardjiev@hotmail.com

## Рецензент:

доц. д-р Виолета Божикова ТУ-Варна

## SCIENCE, RESEARCH, TECHNOLOGY AND QUALITY

Kiril Kirov

**Abstract:** The publication aims to discuss the interconnection between the basis conceptions: Science, Research, Measurement, Technology, Manufacturing and Quality. Their influence to production, developing of the modern world and human being are commented.

**Keywords:** Science, Research, Technology, Quality, Measurement.

## I. INTRODUCTION

First science ideas appeared quite a long time ago, as early as the earliest stages of history of mankind. Rational human beings tried to explore the surrounding world comprising of objects and phenomena. The ones human beings knew were used in their everyday life. The ones unknown were regarded as God's interference and respected as such. Gradually the well-known aim at improving life made individual humans show curiosity and study the surrounding world. Unfortunately that interest cost them their lives. But gradually mankind as a whole enriched its knowledge, became more and more confident and showed less and less respect towards the surrounding world because it could already successfully<sup>1</sup> make use of it, satisfying its everyday needs. Progress in speech, writing and values of mankind has allowed researchers to share their knowledge and preserve it for the next generations which in fact transformed this process into a scientific activity [1].

## II. SCIENCE, RESEARCH, TECHNOLOGY AND QUALITY

## 1. About science

Initially science was integrated (uniform). But with accumulation of knowledge the volume of information needed by a person to use that knowledge increases too. The natural process of building up knowledge, the limited life span<sup>2</sup> and the relatively limited capacity of human brain<sup>3</sup> gradually made it necessary to break that uniform science into autonomous fields based on classification and taking into consideration the specifics of the studied objects and phenomena. Some of

them keep the idea of uniformity – others get their own independent form of existence.

The “independent science” has got both its positive and negative sides.

What is positive – avoiding the restrictive factors such as taking into consideration general theories and other fields of science; better communication within the professional community etc.

What's negative – limiting application and transfer of significant discoveries from the rest of the fields of science, springing up of more than one scientific theory within one and the same field of science; breaking of co-ordination between different fields of science; difficulties in building up, developing and subordinating contemporary science to the generalized and unified scientific theory about the world that surrounds us etc.

This all suggests considerable divergences in the rate of development of every single field of science, depending on the resources that are available. The main reason for the development of a specific field is its importance in satisfying human everyday needs that are adequate for the existing values of society during a concrete period of time [1].

Some of the scientific fields have become undoubtedly vital for human prosperity, some are still trying to establish themselves. In order to be able to analyze objectively the creative aspect of science it is required to base oneself on a field of science belonging to the first category. Physics is that field of science that meets these requirements [1].

## 2. When does knowledge become a science?

The main purpose of every single scientific field, physics included, is the transformation of the complex objects and phenomena within the system that are registered by our sense organs i.e. arranging of what we normally define as “the world that surrounds us”. There are a lot of people that regard scientific knowledge as a sort of mechanical process of accumulating facts, as theory “invention”. Scientific knowledge is in itself a creative activity, which reminds of other human

<sup>1</sup> Without any risk for their own life and community

<sup>2</sup> Time needed for learning (getting information), analysis and synthesis, all activities that are required

for adequate application of knowledge

<sup>3</sup> Or the inability to use the capacity of the human brain

activities traditionally defined as creative. Let's give some examples in support of this statement. One of the most important features of science is "observation" of events. But observation requires imagination because the observer (the scientist) cannot include everything he observes in the description – it is necessary to determine what is really essential<sup>4</sup> in the process of observation. In order to achieve his aim the observer has to establish a link between the essential facts that determine the object of the research. It is possible for one and the same facts to inspire different hypothesis. If we consider the work of two great scientists that studied the movement of a body along a horizontal surface we will find out that observing one and the same phenomenon they had come to different conclusions. Aristotle (384 – 222 B.C.) noticed that any body that is on the ground surface always slows down and stops after being given an initial push. That is why he suggested that rest is the natural state of bodies. Galileo (1600) repeated the experiment Aristotle made while studying horizontal movement but had a different approach by studying the ideal case of movement where friction is ignored. Galileo thought that if ignoring friction was possible, then the body being pushed forward should move along a horizontal surface without stopping during an indefinite (endless) period of time. That was how Galileo came to the conclusion that the state of movement is as natural as the state of rest of bodies. He could have found out something new in the facts; it is obvious that similar "vision" is possible as a result of substantial consideration of the experiment<sup>5</sup> [1].

Theories come into life not always as a result of immediate observation. Most often they are created to explain the facts resulting from the experiment as a result of re-considering all these facts by the rational human being. It is in a similar way that the fundamental Theory of Relativity, The Electromagnetic Theory of Light and Newton's Law of Gravity came into life [1].

Great scientific theories as far as creativity is concerned can be compared to great works of literature and art<sup>6</sup>. But there is a substantial differ-

ence between science and other fields of creative activity. The main difference lies in the fact that science requires verification of its statements or theory. Scientific prediction should be verified by the forthcoming events as a result of their natural performance or as a result of a purposely held out experiment. We should not think that "scientific theory" can be "verified" by an experiment. First of all because we don't have a perfect instrument (equipment) for measurement. In fact it is impossible to carry out absolutely precise measurement. It is impossible to verify theory in all possible situations and under the influence of all possible factors. So it is impossible to verify a theory from a single point of view. In fact it is hard to state that existing theories are perfect. Theory rarely matches (within error limits) the experiment results with every single case [2]. It depends on the technological level of development (measuring technique and the actual scientific concepts of the event) [1]. History of science shows that springing up of a new theory is based on the necessity of achieving higher precision – those theories that have served their purpose should become part of the archives. There are cases when a new theory can be accepted by scientists because its predictions quantity-wise match the experiment much better than the old theory. There are other cases when a new theory is accepted only because it offers an explanation of a wider class of events compared to the preceding theory [1].

Precision is quite important for every theory in establishing the quantitative data from that point of view. So the new theory often represents an insignificant change in the existing old theory. For example Einstein's Special Theory of Relativity in any common situation would offer predictions that are hardly any different from the preceding theories of Galileo and Newton. But in borderline cases of super high speed, close to the speed of light it gives much more punctual results. So from a similar point of view the Theory of Relativity can be regarded as an insignificant clarification of the existing old theory. Qualitative predictions are not the only significant result of that theory. It is possible for that theory to change our understanding of the physical world. Under the influence of the Theory of Relativity Einstein has changed our perception of space and time; what is more mankind comes to an unanimous understanding of the terms mass and energy ( $E = m.c^2$ ). [1]

<sup>4</sup> A process of distinguishing order or hierarchically significant factors from factors belonging to a lower level (forming the order of noise values)

<sup>5</sup> It is possible that the accumulated knowledge and experience had influenced the new interpretation while performing research in the fields discussed

<sup>6</sup> It serves control over nature and in one way or another contributes to the satisfaction of society's concrete needs (most often materialistic or logistic)

### 3. Models, theories and laws

Scientists often use models trying to explain certain classes of phenomena. The “model” is an abstract image of the phenomenon. It is based on familiar concepts and allows building up of useful analogies. The wave model of light is a good example in this respect. It is impossible to watch the light waves as it is possible with the waves in the water but still it is useful to make a similar analogy because all results from experiments with light are quite similar to the results from experiments with water waves.

The aim with building up of a model is to obtain a mental or objective image of the phenomenon in cases when it is practically impossible to directly observe what is happening within the phenomenon. The model allows profound understanding in many cases as a result of the analogy with familiar phenomena (see above example). This can stimulate carrying out new experiments and can also offer an explanation of possible related phenomena [3].

There are no perfect models. That is why scientists are constantly trying to perfect their models or to offer new ones when old models stop being adequate. The atomic model of substances has undergone a lot of clarifications in the course of its development. In order to explain the chemical interaction atoms were initially presented as small balls equipped with “hooks”. Another model was used later on – atoms were presented as billiard balls constantly being into motion hitting each other. Although created in ancient times the planetary model has quite recently been accepted as the “official” one – a model according to which electrons in the atom circulate around its nucleus in a way similar to the movement of planets around the Sun.

It is only natural to ask the question – what is the difference between the two terms - theory and model? Aren't they synonymous!

The model is relatively simple as a rule and it preserves the similarity with the phenomenon that is being studied.

Theory is a relatively wider concept. It studies the phenomenon in detail and it is with its help that we are trying to solve problems – sometimes with a considerable mathematical punctuality. There are a lot of cases when the model is developed into different options and it becomes more corresponding to the experiment for a wider circle of phenomena – it is in this case that the model can be defined as a “theory”. The atomic theory of substances and the theory of light are

examples in this respect. Models are very useful and they often serve as ground for developing theories but it is not advisable to mix up the terms “model” or “theory” with the real system or phenomena themselves [4].

Let's summarize - the model is related to a concrete phenomenon that has been studied under concrete circumstances. It gives us the chance of a “visual” idea that allows us to understand the essence and/or the manifestation of the studied phenomenon. Theory is related to a wider circle of phenomena and their essence and/or to manifestations with various possible conditions. Theory can explain the essence of the phenomenon and/or the theoretical experiments carried out at concrete conditions.

Scientists usually define law as brief but sufficiently general statements regarding a natural phenomenon (for example the statement that impulse is being preserved). Sometimes a similar statement can be presented under the form of a specific relation between quantities describing the phenomenon. For example the Law of Gravity  $F$

$$F = \frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

In order to be classed as a law the statement has to undergo the experimental testing in a wide class of the observed phenomena. It can be assumed that the law brings an unifying agreement to many (the prevailing quantity) observations (of a particular phenomenon) [1].

It is very important to make a clear distinction between “laws in science” and “laws in politics or jurisdiction”. Legal laws are in fact prescriptive (requiring) i.e. they offer us the requirements as to how to behave in society. Nature laws differ - they are descriptive – they do not claim what phenomena should be in nature, they only describe what is the actual character of different phenomena in nature (phenomena happen irrespective of our wishes and conduct). Law as a term is used in cases when its application has been tested in a wide class of phenomena and we are quite well aware of the restrictions and area of application. Law can be changed or rejected if additional information becomes available.

As a rule generally accepted laws and theories are considered to be true by scientists. But they should be very careful about the new experiments and also they should also be ready for a change within the boundaries of applying of every single law or theory. As far as the term model is concerned it has a restricted area of action and



should not be treated on one and the same level as the terms “law” and “theory”.

#### 4. Measuring and errors

In their efforts to study and arrange the surrounding world scientists define certain quantities that serve as a comparative measure in their research. Later on they try to find out the relation between the separate quantities (physical quantities for example). For example we might be interested how a force acting over a body changes its speed and acceleration. Usually scientists try to express such a mutual relation with the help of quantitative co-relations between symbols that signify concrete quantities. Profound experiments and measurements need to be performed in order to establish similar relations – one should not underestimate the role of creative imagination. It is interesting to mention that experimental measuring and search for quantitative co-relation between physical quantities have not always been the focus of the physical science. This happened as late as the 18th century – up to that time scientists have only been trying to investigate and not to arrange the studied objects and phenomena. Precise measuring is an important part of Physics nowadays – as well as part of our everyday life. It is a widely recognized fact that there are no absolutely precise measuring, i.e. every single measurement contains an inevitable error in itself. Error sources can be different – the most significant ones are related to the limited precision of the measuring instruments; another important source of errors is the fact that the measuring scale of the instrument cannot recognize readings smaller than the scale of the measuring device. The reason is that it is hard for the observer to interpolate within the boundaries of the smallest division of the scale. And the measuring device itself possesses certain precision that is beyond the one marked on the scale [3].

#### 5. About technology and manufacturing

Scientific discoveries and systematization of science offer society the possibility of using science for changing or improving its everyday life. The fact that we can make objects that we desire or we can reproduce phenomena that we desire gives us the feeling that we can control nature and make it serve our interests.

Manufacturing is a significant element in a technological, economical and historical aspect. Manufacturing is impossible without technology. Technology gives us the possibility to manufacture objects needed by society. Technology itself is the product of scientific research. Scientific re-

searching of objects and phenomena discovers the interaction between objects as well as the way of influencing them in order to achieve the desired change. This gives us the chance to use that knowledge with the purpose of satisfying of personal and/or public needs, i.e. we have a “technology”. The fact that we can influence objects or phenomena does not mean application by all means. In order to willfully apply a technology (the process can be performed independently (uncontrollably) without human willingness only provided there are conditions that determine its performance in nature or as a result of human activity) we need grounds to perform influence (technological maturity) and we need necessity (personal or public interest).

Technology has a direct or indirect reflection on our everyday life from a technological and social point of view. Think about the products that surround you. They represent totally different technologies that help society and its members improve their life or significantly change it. What is common in all these products? They are all manufactured. There is no way for those highly technological products to be used by society if they cannot be manufactured. Manufacturing is the major factor that makes technology necessary and desired to be applied.

From an economic point of view manufacturing is the way of ensuring the wellbeing of a nation. The importance of manufacturing for the development of civilization is usually underestimated from a historic point of view. History has proved that societies that are capable of manufacturing better things have a better life. Being able to manufacture better instruments they have more successful crafts and better arms. Successful crafts give them the chance to have a better life. Better arms let them defeat other neighboring cultures in times of conflict. So state of society is determined to a large extent by the possibility for manufacturing and managing goods essential for its existence.

#### 6. Technology and manufacturing definitions

Technology - definitions. Technology is a relatively wide notion referring to human knowledge and use of instruments and crafts; to the way they reflect on our ability to manage and adapt environment. Technology has been defined as research or use of applied science. Technology as a notion is of Greek origin and comprises of two words – “techne” meaning “craft” and logia meaning “studying of something” or a branch of knowledge as a discipline.

Technology can be defined as applying science with the purpose of providing society and its members with things they need or wish to have.

**Manufacturing definitions.** The original English word “manufacturing” comes from two Latin words – “manus” – hand and “factus” – make. Combined together they mean “handmade”. This is a couple of centuries old English word. Using “handmade” accurately described the manually manufactured objects at the moment that expression began to be used.

Majority of modern manufacturing methods are being realized within conditions of automated and/or computer controlled manufacturing – the only “manual” element is human control. Being the object of a research in light of the modern meaning of that expression manufacturing can be defined in two different ways – technological and economical.

From a technological point of view manufacturing is the application of physical, chemical etc. processes with the purpose of changing the structure, geometry, properties and/or appearance of initially designated materials for the manufacturing of parts and products; manufacturing also includes assembling of a variety of parts for the creation of a product. The process of manufacturing includes a combination of machines, instruments, energy manual labor. Every single operation brings materials closer to their desired final state.

From an economical point of view manufacturing transforms materials into articles of higher value by means of one or more processing and/or assembling operations (this is a definition for products). The focal point is that manufacturing adds value to the material by changing its form and/or properties and/or by combining other materials that can also be transformed. Material has acquired higher value by means of manufacturing operations that have been performed for its transformation. When iron ore turns into steel it is obvious that value has been added [5].

## 7. Quality concepts

There are phenomenal notions in the language of mankind – trusting “nature” different people interpret them in different ways. Interpretations always differ but this is no reason for us not to use them and to understand each other. There is a good example of a similar phenomenon with the notion of “beauty”. We all have our own interpretations – if there is freedom of choice every one of us will choose a different partner and at the same time will be happy with his choice. The

situation will be totally different if we focus our efforts on the unification of the beauty criteria and if by means of training or standards we define “Who is beautiful?”, “Which are the beauty criteria (qualitative and quantitative)?”, “How are we going to assess conformity?” etc.

Then it is natural for only part of the system to meet the criteria, the rest should be trying to meet them or come closer to them with the purpose of being recognized as “beautiful” – this in fact makes them “potential clients”. The above example is a proof that one single subjective notion can be transformed into a system of values; and meeting the criteria that define correspondence to the formulated values – into a desired process of transformation. If there is a chance to get higher “values” this in fact formulates the necessity of creating a technology with that purpose. Then we formulate the organization of the practical application of the technology into a process of transformation between the two extreme states of the object (of the client in this case).

Just like the ideals of beauty that changed throughout the centuries, quality turned to be a highly dynamic and subjective notion. If we consider quality as an abstract notion that has been materialized by means of the product or service then it alone represents a requirement or necessity in itself. The necessity of quality defines the requirements towards it. Just like everything else these requirements towards quality are constantly changing; therefore we can expect that the concepts of quality are changing too. Although modern standards are the ones that define quality it is natural to assess the influence exerted over environment by the performance of processes or exploitation of products. The right thing today is to relate quality to the way people live in harmony with the environment; quality should not be regarded only in relation to the requirements towards their labor. [5]

Quality is the ability to measure the product’s recognition by its consumers. It can be used as a standard of measuring product’s necessity. Quality changes in time and depends on different factors – this is what differentiates it from the standards of units of measurement.

## III. CONCLUSIONS

1. Creativity is inherent to science – it is not a simple collection of facts. Theories are being created to explain observed phenomena. They are subject to a check by comparing the predicted results to the experiment data or to the regular observation of objects. It is only in these cases that

theories can be accepted or rejected. It should be mentioned that generally speaking theory cannot be proved. In order to understand a particular phenomenon or a certain group of phenomena scientists can offer a model. The model is a means of presenting or it is an analogy which is capable of offering an explanation of the phenomenon. This makes understanding it much easier. Any theory that is based on a model is almost always more profound and more complicated compared to the model itself. The scientific law in itself is a clear statement presented by means of formulae. They offer quantitative description of a concrete group of phenomena in a number of cases.

2. Measurements play a decisive role in science. They can never be absolutely precise – every measurement contains an inevitable error. Therefore every quantitative assessment made by means of measurement requires definition of precision or of the error. Quantitative measurements allow classification of objects observed and prediction of their interaction by applying the accepted theories and laws.

3. Mankind gradually and methodically widens its knowledge on the surrounding world in order to satisfy its needs and to secure its development. Science develops technologies and technical means for achieving constant improvement of the processes of observation, research and measurement. It also creates and perfects technologies and technical means that allow the preservation of unlimited amounts of information. Science created methods for the computer (information) modeling of objects and processes; it managed to explore real objects and processes based on their computer simulation. This is a proof that limitations that affected preservation and transmission of knowledge in the past have been significantly reduced today. This is the reason why integration

of science or going back to the concept of uniformity is getting more and more popular.

3. Technology cannot exist without manufacturing. Manufacturing comes to life when there is a need. In order to be able to control it we have to measure its results. Quality is what makes these results possible. This is obviously a constantly changing, delicate and basic criterion for the achievement of effective manufacturing under the conditions of constantly changing economic environment.

#### REFERENCES:

- [1] Giancoli Douglas C., General Physics, Prentice-Hall, Inc, 1984.
- [2] Патарински П., „Технология на машиностроенето. Първа част.“, ДИ Техника, София, 1981 год., стр. 9-11.
- [3] Розенталь П., Макадамс Х., “Посик новых технологических процессов”, Мир, Москва, Труды ASME, 1964 год, кн.1, стр.63-67.
- [4] Киров К., “Осигуряване и управление на качеството на етапа на проектиране на технологични процеси”, Юбилейна научна сесия ‘96, “115 години ВВМУ “Николай.Вапцаров”, Варна, 8-9 май, 1996 год.;
- [5] Киров К., Станчева В., “Методология за осигуряване на качеството на етапите на проектиране на технологични процеси и производство”, Седми научен симпозиум с международно участие “Метрология и надеждност ‘96”, 24-27 септември 1996 год., отпечатани в сборник доклади том I , стр. 130- 135.

#### Contacts:

Kirov Kiril, Department TMMM, Technical University Varna, Studentska str. 1, Varna 9010, Bulgaria  
Phone: +359-052-383-715, Email: kiril.kirov@quality-bg.com

**Reviewer:** Assoc. Prof. Dr. Eng. Pavlina Toteva, TU-Varna

# ВЪЗМОЖНОСТИ НА ИНТЕГРАЛНИЯ ПОДХОД ПРИ МОДЕЛИРАНЕ НА ПРОЦЕСА

## POSSIBILITIES OF INTEGRAL APPROACH TO MODELING OF THE PROCESS

Кирил Я. Киров

**Резюме:** Представен е нов интегрален модел на процеса, обхващащ три основни аспекта: продукт, ресурсен и информационен. Представени са критерии за класификация на процесите.

**Ключови думи:** процес, технология, производство, системно моделиране.

**Abstract:** It's presented is a new integral model of the process, covering three generic aspects: product, resource and information. Classification criteria are proposed.

**Keywords:** process, technology, production, system modeling

### I. ВЪВЕДЕНИЕ

Изучаването на историята на науката показва, че човечеството съзнателно или не в периода на своето еволюционно развитие се стреми да постигне подчинение на природни процеси за задоволяване на своите нужди. Изпълнението на всеки процес, по волята на човека, е невъзможно да се реализира извън средата от която черпи ресурси.

В началото поради относително малкия дял на процесите, които е познавал, относително ниското ниво на „познанието“ им и сравнително хуманитарната технология<sup>1</sup>, човекът не е бил в състояние или изключително ограничено е въздействал върху природата. Драсичното увеличаване на производителността на съвременните технологии и формите на организация на производствените общества, задоволяването на постоянно растящите нужди на човечеството, довеждат до значително потребление на природни ресурси необходими за производството и експлоатацията на ползваните в човешкия бит продукти. Стандартната формулировка при обосновката на крайното количество потреблявани ресурси за дадено промишлено производство, спрямо безкрайните общите ресурси на планетата ( $a/\infty \rightarrow 0$ )<sup>2</sup>, доведе до трайни изменения в околната среда, с които е необходимо да се съобразяваме в настоящия период.

Изменението на околната среда, само по себе си, се превърна в значим процес, който би трябвало да се превърне в основен обект за изследване (състояние и изменението на ресурсите на планетата). Жестоката конкуренция изисква постигането на все по-ефективни и по-ефикасни процеси, позволяващи производс-

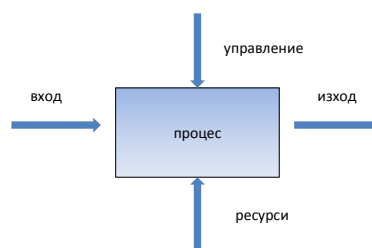
твото на продукти с по-ниска стойност и при рационално използване на природни ресурси. Ограничеността на природните ресурси, необходимостта от подобряване на конкурентно-способността на продукта, желанието за постигането на ефективно и ефикасно управление на процесите налага необходимостта да преосмислим използваните концепции и модели при управлението на производствените предприятия.

### II. ПРОЦЕС. ТЕХНОЛОГИЯ. УПРАВЛЕНИЕ

#### 1. Съвременни концепции за понятията

Към момента, са актуални следните определения за понятието **процес**:

- Общо популярното разбиране за понятието процес е представено в речниците: „Всички последователни действия или явления, изменения, които очертават определено развитие или постигане на определена цел.“ [1]



Фиг. 1. Модел на процес

- Дефиницията по международните стандарти ISO EN БДС 9000, определящо професионалното разбиране за понятието е: „свкупност от взаимосвързани и взаимодействащи си дейности, които превръщат входните елементи в изходни елементи“ [2].

Всяка дейност или свкупност от дейности, която използва ресурси, за да превърни входните елементи в изходни елементи, може да бъде определена като процес. На фиг. 1 е

<sup>1</sup> Обработката се осъществява чрез човешки труд

<sup>2</sup> Обосновка използвана в XX век.

представен схематичното възприетия актуален модел на процес.

**Технология.** Технологията може да бъде дефинирана, като приложение на науката за осигуряване на обществото и неговите членове с нещата, от които те се нуждаят или желаят. По-своята същност, това е знание и умение да осъществяваме желани и повтаряеми преобразувания върху обекта. Реализирането на какъвто и да е процес е невъзможно без да разполагаме с технология за неговото осъществяване.

**Управлението**<sup>3</sup> е функция на организационните системи, възникнали по естествен (еволюционен) или изкуствен (креативен) начин. Като най-общите функции на управлението са: поддържане и оптимизация на системните характеристики, съзнателно въздействие на вътрешните и външните (по отношение на системата) процеси, създаване на разнообразие, целепологане, регулиране и отчет.

За да съществува една организация трябва да идентифицира и управлява многобройни и взаимно-свързани процеси. Често, изходните елементи на даден процес образуват непосредствено входните елементи на следващия процес [3]. Идентифицирането и системното управление на процесите, използвани в една организация и по-конкретно взаимодействието на тези процеси се нарича „процесен подход“.

За да се осъществи един процес се осъществява трансформация по отношение на три основни направление, по отношение на: трансформация на входа в изход, трансформация на използваните ресурси и възможност за изучаване на процеса чрез натрупване и трансформация на информацията. Представеният на фиг. 1 модел отразява единствено, че за трансформацията на входа във изход е необходимо да имаме управляващо въздействие и ресурси. В настоящата статия се прави анализ за качествените категории, отразяващи развитието на процесите и се представя нов модел на процеса, като трансформация. Продуктовото направление за трансформация няма да бъде дискутирано, поради твърде подробното му представяне в научната литература и международната стандартизация.

## 2. Класификация на технологията. Ресурсен аспект

Всеки един процес използва ресурси за да реализира желаното преобразуване на входните елементи. Ресурсите които се използват са основно: материални, енергийни, човешки и информационни [4]. В опит да се проследи етапите на развитие на технологичния процес, от гледна точка на ограниченията прилагани към вложените ресурси, може се да разграничат следните стадии на развитие:

**Стадий 1.** Не съществуват ограничения към използваните ресурси. Процесът се осъществява независимо от количеството, качеството и стойността на вложените ресурси. Този стадий е приложим, когато ценността на създавания продукт е висока или не съществуват конкурентни технологии, конкуренти или дефицит на ресурси.

**Стадий 2.** Съществуват ограничения (налагани от външни или вътрешни за системата причини) за общата стойност на вложените ресурси. Този стадий на развитие е приложим от момента, когато възникне конкурентна технология или конкурент използва същата технология. Конкурентните принципи предопределят необходимостта от управление на стойността на вложените ресурси, които пряко участват при формирането на цената на реализирания продукт.

**Стадий 3.** Съществуват ограничения за вложения човешки труд. Този стадий на развитие е приложим в случаите на: висока стойност на човешкия труд; риск за живота и здравето на участващите в процеса; влияние на субективния фактор върху качеството на продукта и ефективността на процеса; ограничени възможности за пряко участие на човека; липса на работна ръка и др. При подобни причини се пристъпва към механизация или автоматизация на технологичните процеси. Така се намалява рязко необходимостта от човешки ресурси, за сметка на използваните материални и енергийни ресурси.

**Стадий 4.** Съществуват ограничения произтичащи от въздействието на отработените ресурси върху околната среда. Настоящият стадий е приложим в случаите на вредно или нежелателно въздействие на отработени ресурсите от преобразуването на входните елементи (брак, отпадъци, емисии и др.) и ресурсите използвани при осъществяване на процеса на преобразуване. Тези ограничения налагат: подходящо и контролирано управление; ограничаване въздействието им върху околната среда; създаването на нови технологии с намалено вредно въздействие или такива за прера-

<sup>3</sup> Различава се управление в биологическите, социалните, икономическите, политехнически, технически, кибернетични и др. системи.

ботка на отработените ресурси в необходими или безвредни.

**Стадий 5.** Съществуват ограничения за използваните ресурси. Използваните природни ресурси в производството не са неограничени. Близко двученовното развитие на промишлеността доказва, че използваните ресурси са крайни и скоро човечеството ще бъде изправено пред дефицит на суровини. В действителност, в резултат на производствената дейност на човечеството нашата среда се променя. Ето защо много от използваните сега технологии за производство ще бъдат изправени пред предизвикателството за ефективно използване на влаганите в технологични процеси ресурси. Настоящият проблем е възможно да бъде решен чрез създаването на нови технологии за: рециклиране на продуктите; рециклиране на суровините; преработка на отпадъци и бракувани продукти в използвани суровини и др.

Развитието на всеки процес зависи от стадия в който се намира спрямо ограниченията на възможността му да ползва определени ресурси. Ограниченията налагани от стадията отразяват стадията на развитие на технологиите и на отговорността на експлоатиращите технологиите организации. Всяко ново ограничение налага по същество промяна в технологията или в управлението на процеса.

### 3. Класификация на технологията. Информационен аспект

Ако се обърне внимание на изменението на целите на човека, спрямо конкретен процес, то те отразяват различните стадии на неговото „познание“<sup>4</sup>:

**Стадий 1.** За процеси, за които нищо не се знае, се подхожда с интерес и се започва събиране на подходяща информация, която да се използва за постепенното му опознаване: откриване на условията и основните фактори, определящи развитието на процеса, изучаване на тяхното взаимодействие при въздействието върху обекта. Този стадий е възможно да бъде определен като „проучвателен“.

**Стадий 2.** За процеси, за които има достатъчно информация, се прогнозира последващите състояния на обекта с цел да се открият описващи ги модели, закони или феномени. Настоящият стадий е възможно да бъде определен, като **дефиниращ технология за преобразуване** на обекта, и отразяващ състоянието

на несигурни резултати от прилагането и несигурност при постигане на желаното крайно състояние (невъзможност за управление).

**Стадий 3.** За процеси, за които има достатъчно емпиричен опит, модел описващ неговото протичане или закон определящ въздействието върху обекта на изследване, се цели да се постигне, без риск, желаното преобразуване. Настоящият етап отразява съществуването на технология за преобразуване на обекта и търсенето на **технология за пасивно управление на процеса**<sup>5</sup>, с цел подобряване на неговата надеждност и разширяване на неговата компетентност. Управлението се извършва въз основа на промяна и поддържане на конкретни състояния на факторите и явленията влияещи на процеса („off-line“).

**Стадий 4.** За процеси, при които се постига желаното преобразуване достатъчно надеждно, стремежът е да го изпълняваме по начин подобряващ и увеличаващ тяхната прецизност, постигайки управление на желаното състояние, при изпълнението на процеса и разширяване на неговата компетентност. Настоящият етап съответства на съществуването на надеждна технология преобразуване на обекта, съществуване на надеждна технология за „пасивно“ управление и търсенето на **технология за „активно“ управление** (по време на неговото изпълнение – „on-line“).

**Стадий 5.** За процеси, при които се постига желаното състояние на обекта с необходимата прецизност, има технология за управление на процеса („пасивна“ и/или „активна“). Стремежът е да се управлява и подобрява неговата ефективност и ефикасност относно ценността, налагаща необходимостта от изпълнението му. Настоящият етап отразява съществуването на надеждна технология за изработка, надеждна технология за управление и търсене или усъвършенстване на **технология за управление на ценностите на процеса**.

### 4. Нов процесен модел

Човекът е участник в процеса. Процесът, по принцип, се осъществява поради неговата воля и заинтересованост да създава блага и задоволява своите нужди. Човекът се мотивира да реализира определен процес от своята ценностна система и с конкретна цел. Целите и мотивите са различни и те се променят във времето и пространството.

<sup>4</sup> Стадиите е възможно да бъдат различни, при поставяне на други цели на изследването.

<sup>5</sup> Пасивно управление



Човекът е възможно да играе различна роля спрямо процеса. Ролята могат да се определят по различни начини, но качествено значимите роли са: <sup>6</sup>наблюдател, изпълнител, управляващ или модератор за процеса. Неговите роли се определят от количеството и качеството на информацията, която може да използва по същество и ролята му в мотивацията на процеса.

Общото, което обединява разнообразните дейности на човека е, че всяка негова дейност по същество представлява процес. Съвременната наука и управление се нуждае от абстрактното представяне на понятието „процес“ по начин изясняващ основните аспекти на неговото проявление и тяхното взаимодействие. Значителните усилия насочени към стандартизацията на понятието допринесоха за популярността на представения на фиг. 1 модел отразяващ преобразуването на обекта в обект с по-висока стойност. Ако е опитаме да обобщим направените по-горе коментари всеки процес, който протича в природата или съществува посредством инициативата на човека е възможно да се реализира (е предопределен) от природните закони (съществува на природата). Процесите реализирани по инициатива на човека имат едно допълнително свойство – повишаването на ценността<sup>7</sup> на създавания обект за човека или обществото.

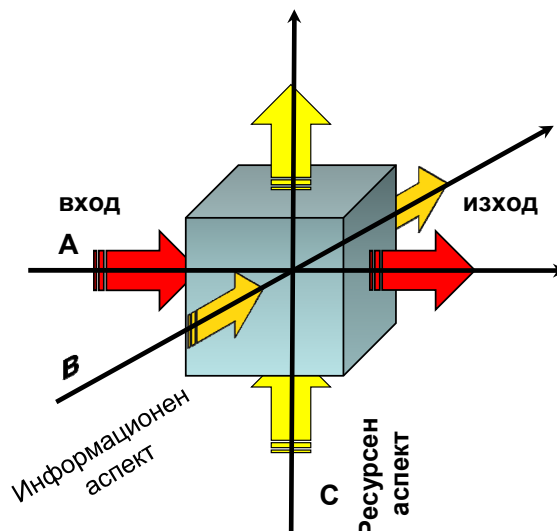
Процесите реализирани по волята на човека, по своята същност са сложни. Всеки един процес се реализира поради ценността на основното преобразуване (вход-изход); паралелно с това протичат редица други преобразувания необходими за реализирането на основния процес: създаване и потребление на енергия, използване на ресурси от време (за човека); използване на допълнителни преобразувания на помощни вещества и т.н. Докато процесът протича и човека участва в него, той воден от своята природа го наблюдава и изучава. По този начин той събира информация и в последствие изгражда знание за него.

Ако се опитаме да обобщим, казаното до тук, процесът е съставен от три, паралелно протичащи, основни преобразования:

-генериране на основната трансформация (вход- изход, продукт, и т.н);

- взаимно свързани трансформации на ресурси необходими за изпълнението на процеса на основната трансформация;

-възможност за събиране на информация, нейната организация, изучаване и трансформирането и в знания.



Фиг. 2. Три измерен модел на процес

По същество няма процес, който да протича само в едно направление. Няма продукт, създаван от процес, който да не употребява ресурси и да не предоставя възможност за изучаване и развитие на неговия информационен модел. Не съществува и самостоятелно преобразуване на ресурси, без да се създаде желано или нежелано преобразуване, което може да послужи за причина при изучаването на процеса. Човекът концентрира своето внимание и изучава полезни нему трансформации. Промяната на целите на човешката дейност, се мотивира от промяната на количеството и качеството на информацията (информационния модел) за процеса, а управлението на процеса е крайна цел на изучаването му (управлението на желаното състояние и спрямо конкретна ценност).

### III. ИЗВОДИ

1. Предложен е нов комплексен процесен модел съставен от три, паралелно протичащи, основни преобразования:

- генериране на основната трансформация (вход- изход, продукт, и т.н);

- взаимно свързани трансформации на ресурси необходими за изпълнението на процеса на основната трансформация;

<sup>6</sup> Вярващ.

<sup>7</sup> Това не винаги съвпада с интересите на природата.

- възможност за събиране на информация, нейната организация, изучаване и трансформирането и в знания.

2. Съществено предимство на представения модел е възможността да се структурират и изучават съвместно всички интегрирани процеси, свързани с генерирането на основната трансформация.

3. Предложеният модел свързва генерирането на основната трансформация с информационните процеси на изучаване на процеса.

4. Предложеният модел се поддава на класификация относно трите основни аспекта: продукти, ресурсен и информационен.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

[1]. Little Oxford Dictionary, Oxford University Press, Sixth edition, 1990.

[2]. БДС EN ISO 9000, Системи за управление на качеството. Основни принципи. Речник., БИС 2007.

[3]. Джемшид Гараедаги, Системное мышление, Минск, „Гравцов Букс“, 2010.

[4]. Розенталь П., Макадамс Х., “Посик новых технологических процессов”, Мир, Москва, Труды ASME, 1964 год, кн.1, стр.63-67.

#### **За контакти:**

д-р инж. Кирил Киров, доцент в Катедра ”Технология на машиностроенето и металорежещите машини” на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 106ТВ  
e-mail: [kiril.kirov@quality-bg.com](mailto:kiril.kirov@quality-bg.com)

**Рецензент:** доц. д-р инж. Павлина Тотева, ТУ-Варна

## ЕКОЛОГИЧЕН АНАЛИЗ НА СЪСТОЯНИЕТО И ЧИСТОТАТА НА АТМОСФЕРНИЯ ВЪЗДУХ В ГР. ДОБРИЧ

### ENIRONMENNTAL ANALYSIS OF THE STATE AND CLEANLINESS OF THE ATMOSPHERIC AIR IN THE CITY OF DOBRICH

Кирил Ст. Стоянов, Атанаска К. Боева, Добромир К. Стоянов

**Резюме:** През последните години се наблюдават сезонни колебания в степента на замърсяване на атмосферния въздух на гр. Добрич с фини прахови частици (ФПЧ<sub>10</sub>). Направен е анализ на източниците, степента на замърсяване и въздействието на тези прахови частици върху околната среда. Изследвано е поведението на фините прахови частици през различните годишни сезони за продължителен период от време и са отчетени пиковите концентрации на наднормено замърсяване с ФПЧ<sub>10</sub>, които са рискови за човешкото здраве. Темата на доклада е актуална, тъй като 2013г е обявена от Европейската комисия за Година на въздуха.

**Ключови думи:** атмосферен въздух, степен на замърсяване, фини прахови частици

**Abstract:** During the last few years there have been some seasonal variations in the rate of air pollution with fine dust particles (PM<sub>10</sub>) in the city of Dobrich. An analysis has been carried out on the sources, the rate of pollution and the impact of these particles on the environment. It has been studied the behavior of the fine dust particles on a long enough period of time during the different seasons and as a result peak concentrations of excessive pollution of PM<sub>10</sub> has been registered concentration that are to the level considered at risk for human health. What makes interesting the topic of this report is the fact that the year 2013 has been declared by the European Commission as the year of air.

**Keywords:** atmospheric air, fine dust particles, rate of pollution,

#### I. ВЪВЕДЕНИЕ

Праховите частици са основният и най-масов атмосферен замърсител в много региони и като такъв, създават потенциален риск за здравето на населението. Последните проучвания на Световната здравна организация (СЗО) показват, че всяка година в света умират 3,3 млн. души в следствие на замърсения от различни източници атмосферен въздух [1]. По официални данни на Европейската агенция по околна среда (ЕАОС), приблизително една трета от градското население на Стария континент е изложено на въздействието на праховите частици във въздуха превишаващи установените от Европейския съюз (ЕС) лимити. Всеки ден вдишваме 14 кг. въздух, а изпиваме 1-2 л. вода и изяждаме около 1,5 кг. храна [2]. Тези факти достатъчно добре показват защо качеството на въздуха е толкова важно за здравето ни. Като добавим и това, че мръсният въздух убива повече хора отколкото спин и малария, разбираме защо 2013г. е обявена от Европейската комисия за Година на въздуха. По показателя за качеството на въздуха, установен от СЗО, 90% от жителите в градовете са изложени на въздействието на прекомерни нива на прахови частици, с размер под 10 микрометра, а 95% -

на прекомерни нива на пращинки с диаметър под 2,5 микрометра. Само 2% от световното градско население живее в рамките на допустимите концентрации на прахови частици, определени от насоките за качеството на въздуха на СЗО. Посочените констатации по безспорен начин потвърждават, че най-опасните замърсители са фините прахови частици, озонът при земното равнище и азотния диоксид. Проведените анкети в ЕС показват, че над 70% от анкетираните граждани искат обществените власти да предприемат ответни действия на европейско национално и местно ниво, дори във време на строги икономии и нарастваща световна икономическа криза [3].

Съгласно Националния доклад за състоянието и опазването на околната среда в България за 2011г., изготвен по препоръка и методология на ЕАОС, над половината от населението у нас е изложено на въздействието на силно замърсен въздух, в който концентрациите на ФПЧ<sub>10</sub> са над допустимите норми. За подобряване на мониторинговата мрежа в страната, поради регистрирани по-високи нива на ФПЧ<sub>10</sub> през последните десет години, всяка община е разработила своя задължителна програма за

подобряване качеството на атмосферния въздух.

## II. ОСНОВЕН ТЕКСТ

През последните години се наблюдават сезонни колебания в степента на замърсяване на атмосферния въздух на гр. Добрич, включително и с фини прахови частици (ФПЧ<sub>10</sub>). В тази връзка, в съответствие с указанията на ЕАОС и препоръките на Министерството на околната среда и водите (МОСВ) са разработени редица мероприятия от страна на община гр. Добрич. Те включват и актуализирана програма за намаляване на нивата на замърсителите в атмосферния въздух и достигане на установените норми за вредни вещества на Община гр. Добрич за периода 2011-2014 г[4].

### 1. Източници, фактори, поведение и въздействие на праховите частици

Настоящият екологичен анализ има за цел да представи в рамките на наличните резултати състоянието на атмосферния въздух на територията на гр. Добрич. Предвид на това, че замърсяването на атмосферния въздух е комплексен проблем, то ограничаването ни до разглеждане въздействието само на ФПЧ не може да даде реална представа за състоянието и чистотата на атмосферния въздух. В тази връзка, при разработване на анализа са използвани данни от изследвания за качеството на атмосферния въздух в гр. Добрич, по отношение на ФПЧ<sub>10</sub>, проведени от РИОСВ гр. Варна, а така също и данни от автоматичната измервателна станция (АИС) гр. Добрич, включена към националната система за наблюдение и контрол на атмосферния въздух. Основен източник са Годишните доклади за състоянието на околната среда на РИОСВ гр. Варна за разглежданите години [8]. Направен е анализ на източниците, степента на замърсяване и въздействието само на праховите частици върху околната среда. Най – опасни за нашето здраве са частиците с диаметър под 10 микрометра (ФПЧ<sub>10</sub>) и особено онези с размери под 2,5 микрометра. Последните са изключително вредни и трудно откриваеми с наличната апаратура за измерване. Здравните ефекти, провокирани от праха, зависят от размерите, от химическия състав на твърдите частици, от адсорбираните на повърхността им други химични съединения и от участието на респираторната система, в който те се отлагат.

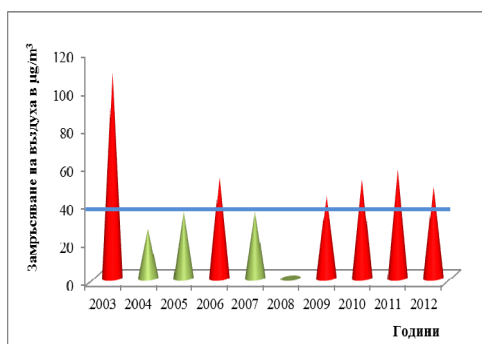
Изследвано е поведението на фините прахови частици през различните годишни сезони, за продължителен период от време и са анализирани наднормените концентрации на ФПЧ<sub>10</sub>, които са рискови за човешкото здраве. Фактори, които влияят върху замърсяването на атмосферния въздух са: климат, стопанска дейност, автомобилен транспорт, инфраструктура, качество на горивата, екологична култура на човека, случайни фактори и др. За изясняване степента на замърсяване на атмосферния въздух и условията за разсейване на замърсителите, по поръчка на община гр. Добрич, са изготвени метеорологични данни за периода 2007-2010г. от Националния институт по метеорология и хидрология. Тези данни са използвани при разработване на мероприятия в актуализираната програма на общината за намаляване нивата на замърсителите в атмосферния въздух за периода 2011-2014г. [4]. Посоката и скоростта на вятъра, приземната инверсия, температурните сезонни колебания в района на гр. Добрич влияят в различна степен върху вероятността за достигане на високи приземни концентрации на ФПЧ. Взаимната обвързаност между скорост и посока на вятъра, температура на въздуха, относителна влажност, както облачността (вероятни валежи) и особеностите на релефа обуславят възможност за моделиране и прогноза на разсейване на емисиите от ФПЧ<sub>10</sub>. През студеното полугодие преобладаващи за региона са северозападните ветрове (около 20% от случаите), а през топлото полугодие доминира югоизточната посока на вятъра (около 30% от случаите). Средната скорост на вятъра, за наблюдавания период, е около 3м/сек, като ветрове със скорост 11м/сек са епизодични. Годишната картина на облачността е добре изразена, със средногодишна облачност около 5,6 бала, максимум през зимата - 7,1 и минимум през лятото – 3,0 бала [4]. При наличие на инверсия в съчетание с мъгли съдържанието на замърсителите в атмосферния въздух е 20 – 30% по-високо отколкото само при наличие на мъгли.

### 2. Анализ на замърсяването на атмосферния въздух на гр. Добрич

За изготвяне на този анализ са използвани данни за периода 2009-2012 г., когато АИС гр. Добрич функционира в района на ул. "Отец Паисий", където движението на автомобилния транспорт е интензивно и

отчетените стойности за  $\text{ФПЧ}_{10}$  имат комплексен характер, тъй като включват и динамиката на автомобилния транспорт. Анализът се позовава на изискванията на Директива 99/30/ЕС [5], Закон за качествата на атмосферния въздух (1996 г., последно изменение и допълнение 2012г.) [6], Наредба №12/2010 на Министерството на околната среда и водите (МОСВ) и Министерство на здравеопазването (МЗ) относно нормите за нива на серен диоксид, азотен диоксид, олово и  $\text{ФПЧ}$ , бензен, въглероден оксид и озон в атмосферния въздух [7].

На фиг.1 са представени резултатите от проведени измервания на средногодишните концентрации на фини прахови частици, отчетени както от контролните пунктове, разположени на стратегически места в града, така и отчетените през последните четири години стойности от АИС – Добрич.



Фиг. 1. Средногодишни концентрации на  $\text{ФПЧ}_{10}$  в атмосферния въздух на гр. Добрич за 2003-2012 г.

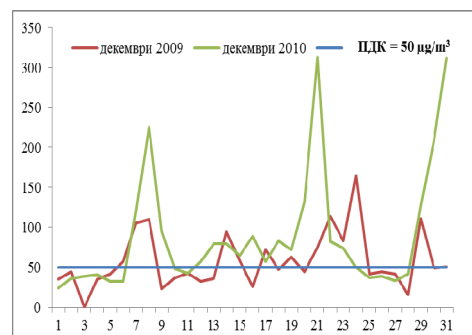
На фиг.1 са представени регистрирани резултати, по-голяма част от които превишават средно годишната норма за опазване на човешкото здраве (СГН), която е  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [7]. Високите стойности от сравнителната графика за 2003г. напомнят по безспорен начин за наличието на работещите промишлени предприятия в гр. Добрич и въздействието на техните източници върху замърсяването на атмосферния въздух на града. Екологичният анализ на резултатите от регистрираните средноденонощни годишни концентрации на  $\text{ФПЧ}_{10}$  за периода 2009 – 2012 г. показва тревожна тенденция за постоянно превишаване на праговата стойност (ПС) на средноденонощната норма за опазване на човешкото здраве (СДН) за година, съгласно изискванията на [7], които са  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Тези констатации са представени в табл.1. През този период се отчита постоянен спад на стопанска дейност по отношение

функциониране на големи промишлени предприятия на територията на града

Табл.1. Брой измерени превишения на ПС на СДН за периода 2009-2012 г.

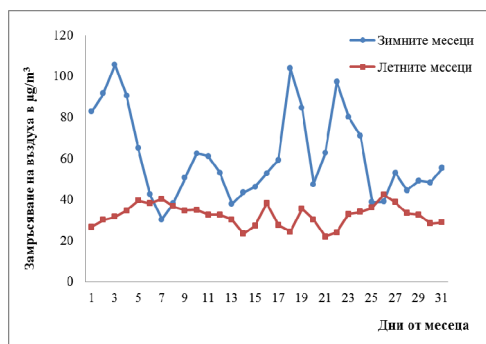
| Година | Допустими превишения на ПС на СДН, годишно (броя) | Установени превишения (броя) |
|--------|---------------------------------------------------|------------------------------|
| 2009   | 35                                                | 99                           |
| 2010   | 35                                                | 93                           |
| 2011   | 35                                                | 145                          |
| 2012   | 35                                                | 97                           |

От представените в табл.1 резултати се вижда, че регистрираните ПС на СДН през разглежданите години превишават в пъти изискванията на Наредба № 12/2010 на МОСВ и МЗ както следва: 2009г. - 2,8пъти, 2010г. - 2,6 пъти, 2011г. - 4,1пъти и 2012г.- 2,7 пъти. Вероятна причина за завишените стойности на ПС на СДН за 2011г. трябва да се търсят в сравнително ниските температури през зимния отоплителен сезон и на по- високата скорост на вятъра (над 11м/сек). В такива случаи скоростта на вятъра предизвиква завихряне, при което  $\text{ФПЧ}$  се отделят от земната повърхност и създават вторично замърсяване на земната повърхност. Не трябва да се пренебрегват и регистрираните ПС на СДН за м. април и м. август 2010г., свързани вероятно със строителни и ремонтни дейности, завишен трафик на автомобилния транспорт и случайни фактори. Тези констатации се потвърждават и от направените замервания на Регионалната инспекция за опазване и контрол на общественото здраве (РИОКОЗ) гр. Добрич през същата година по отношение на суспендиран прах. Не случайно през м. август 2010г. е регистрирано замърсяване на атмосферния въздух с  $\text{ФПЧ}_{10}$  с завишена ПС на СДН в размер на  $85,36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Фиг. 2. Средно замърсяване с  $\text{ФПЧ}_{10}$  за месеците с регистрирани максимални превишения СДН

По аналогичен начин могат да се обяснят и представените на фиг.2 графики, които показват замърсяването на атмосферния въздух през две последователни студени зими на отоплителен сезон 2009 и 2010 г.. През м. декември 2010г. са регистрирани дни с много високи стойности на замърсяване на атмосферния въздух в интервала 225,66 – 313,06  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Тук е мястото да се посочи, че през отоплителния сезон се използват най-разнообразни отоплителни материали, включително нискокачествени и такива със случаен произход. В тези случаи икономията от качествено гориво устойчиво рефлектира върху замърсяването на околната среда и в крайна сметка върху човешкото здраве. Автомобилният транспорт и опесъчаването на пътищата допълват общата картина в замърсяването на атмосферния въздух, почвата и растителността.



Фиг. 3. Средно замърсяване с ФПЧ<sub>10</sub> през зимните и летни месеци на 2012 г. в  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Емисиите на прахови частици от автомобилния транспорт се причиняват от директните емисии на отработените автомобилни газове, износване на гумите и спирачките и повторното суспендиране на праха по пътищата. Поради тази причина при изготвяне на анализа се взеха предвид изследванията от публикации [9,10], за влиянието на емисиите и динамиката на отработените газове от автомобилния транспорт върху замърсяване на атмосферния въздух, както и резултатите на РИОКОЗ гр. Добрич от проведени замервания за суспендиран прах. На фиг.3 са представени графични зависимости показващи динамиката на процесите на замърсяване на атмосферния въздух през летните и зимни месеци на 2012 година. От графиката се виждат пиковите на средноденонощни концентрации на ФПЧ<sub>10</sub> през зимните месеци януари, февруари и март, които значително превишават ПС на СДН. Тези констатации потвърждават факта, че

вероятно за битовото отопление през зимния сезон на 2012г. са използвани въглища с високо пепелно съдържание. Не се изключва и злоупотреба с горене на различни пластмасови и гумени материали и строителни отпадъци от различно естество. При това заедно със сажите се отделят вредни за човешкото здраве химически вещества и някои тежки метали, които АИС не регистрира. Всичко тези факти допълват общата картина за състоянието и качеството на атмосферния въздух на града. В някои от случаите причина може да се търси и в ниската екологичната култура на населението. Екологичната култура е част от индивидуалното усещане на човека и в тази посока трябва много да се работи. Не бива да се допусне икономическата криза да се превърне и в екологична, която с въздействието си застрашава живата природа и човешкото здраве.

За ограничаване на замърсяването и подобряване качеството на атмосферния въздух държавата трябва да минимизира източниците на вредни емисии и да промени стратегията си в подпомагане на социално слабите хора с финансиране по програмите за енергийна ефективност и насочване към екологично чисто гориво. Ето защо политиката по качество на въздуха е не само екологична цел, но и икономическа възможност и двигател на иновациите в която има резерви за реализиране.

### 3. Изчисляване на индекса на сезонност

За изолиране влиянието на сезонния фактор, при анализа на замърсяването на атмосферния въздух с ФПЧ<sub>10</sub>, се прецени да се изчисли допълнително индекса на сезонност по метода на придвижващата се средна (*Ratio to moving average method*). За целта е разгледан периода от 2009 до 2012 г., като изчисляването на този показател спомага да се измери процентът на девиация на реално измерените стойности за времеви период, от базовите придвижващи се трендови осреднени стойности, като в същото време се изключва краткосрочното влияние на сезонните фактори. За целта са използвани официални данни на [8] за замърсяването на въздуха в гр. Добрич по месеци за цитираните по-горе години (виж табл.2) .



Табл. 2. Замърсяване на въздуха в град Добрич по месеци за периода 2009 – 2012 в  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 

| Месец | Замърсяване на въздуха по години (в $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |      |      |      |
|-------|----------------------------------------------------------------|------|------|------|
|       | 2009                                                           | 2010 | 2011 | 2012 |
| I     | 83                                                             | 85   | 105  | 78   |
| II    | 60                                                             | 55   | 80   | 80   |
| III   | 58                                                             | 50   | 74   | 70   |
| IV    | 28                                                             | 40   | 38   | 32   |
| V     | 32                                                             | 30   | 34   | 28   |
| VI    | 31                                                             | 19   | 30   | 24   |
| VII   | 30                                                             | 40   | 36   | 32   |
| VIII  | 31                                                             | 43   | 35   | 26   |
| IX    | 33                                                             | 38   | 40   | 35   |
| X     | 39                                                             | 50   | 53   | 40   |
| XI    | 88                                                             | 61   | 115  | 48   |
| XII   | 59                                                             | 91   | 94   | 63   |

Съгласно избраната от авторите методика за изчисляване на индексите на сезонност  $I(s)$  и изгладените индекси на сезонност  $I(s)_{\text{изгл.}}$ , по метода придвижващата се средна, към гореизложените данни се прилагат следните математико-статистически формули [11]:

$$I(s) = \frac{\text{реално измерени ст / ти}}{\text{трендови ст / ти}} * 100 \quad (1)$$

$$\text{Изглаждане} = \frac{K * 100}{\sum (I(s)_{\text{МЕДИАНИ}})} \quad (2)$$

$K$  – брой времеви периоди = 12 месеца

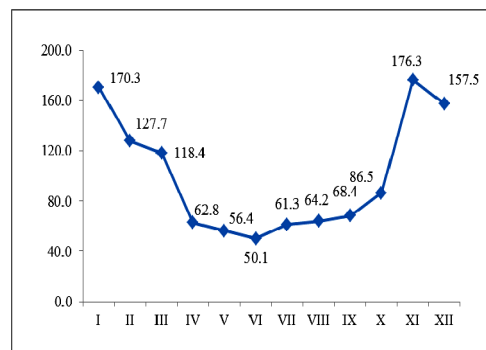
$$I(s)_{\text{изгл.}} = \text{Изглаждане} * I(s)_{\text{МЕДИАНА}}. \quad (3)$$

Всеки изгладен сезонен индекс измерва средната сила на сезонното влияние върху реално измерените стойности за определения период в рамките на годината. Чрез изваждане на базовия индекс от 100 (който представя трендовия/циклически компонент) от всеки сезонен индекс, може да бъде измерена степента на влияние на самия сезонен фактор. Крайните резултати са подробно изложени в табл. 3. Например най-ниският индекс от 50,1 през месец май отразява, че през този месец се наблюдава близо с 50% по-ниска степен на замърсяване на въздуха с  $\text{ФПЧ}_{10}$  в следствие на действието на сезонния фактор ( $100 - 50,1 = 49,9\%$ ).

Табл. 3. Изчисляване на изгладените индекси на сезонност на база на средните месечни сезонни индекси и факторът на изглаждане

| Месец | Среден сезон. индекс $I(s)_{\text{МЕДИАНИ}}$ | Изглаждане | Изгладен сезон. индекс $I(s)_{\text{изгл.}}$ |
|-------|----------------------------------------------|------------|----------------------------------------------|
|       | (1)                                          | (2)        | (1) * (2)                                    |
| I     | 174.81                                       | 0.974      | 170.3                                        |
| II    | 131.06                                       | 0.974      | 127.7                                        |
| III   | 121.47                                       | 0.974      | 118.4                                        |
| IV    | 64.50                                        | 0.974      | 62.8                                         |
| V     | 57.87                                        | 0.974      | 56.4                                         |
| VI    | 51.43                                        | 0.974      | 50.1                                         |
| VII   | 62.94                                        | 0.974      | 61.3                                         |
| VIII  | 65.84                                        | 0.974      | 64.2                                         |
| IX    | 70.21                                        | 0.974      | 68.4                                         |
| X     | 88.76                                        | 0.974      | 86.5                                         |
| XI    | 180.98                                       | 0.974      | 176.3                                        |
| XII   | 161.66                                       | 0.974      | 157.5                                        |
| Общо: | 1231.51                                      |            |                                              |

В обратния случай, стойността от 170,3 на индекса през януари месец, отразява, че близо 70% е по-високо замърсяването на въздуха през този месец в сравнение със средногодишната трендова стойност.

Фиг. 4. Сезонност на замърсяванията на атмосферния въздух с  $\text{ФПЧ}_{10}$  в гр. Добрич

Изчислените индекси на сезонност  $I(s)$  дават възможност за статистическа интерпретация на резултатите с оглед бъдещо разработване на прогнозируем модел за разпределение на  $\text{ФПЧ}_{10}$  на територията на гр. Добрич. Като цяло може да се направи извода, че през традиционните студени в климатично отношение за град Добрич есенно-зимни месеци (януари, февруари, март, ноември и декември) се наблюдават замърсявания на въздуха в много по-висока степен – в порядъка на 18-76%. Що се касае до топлите пролетно-летни месеци от годината (април, май, юни, юли, август), а дори и есенните месеци септември и октомври, замърсяванията на

въздуха са по-ниски в рамките на 14-50%. Тези резултати са онагледени на фиг.4, където графиката представя хода на сезонното замърсяване на атмосферния въздух с  $\text{ФПЧ}_{10}$ . От нея ясно се виждат пиковите месеци на замърсяване на въздуха с  $\text{ФПЧ}_{10}$  и освен това отчетливо се забелязва, че стойностите на индекса са значително (2-3 пъти по-високи) през есенно-зимните в сравнение с пролетно-летните месеци. Възможни причини за занижените ПС на СДН през пролетно-летните месеци се дължат най-вероятно на изпълнение на мероприятия по Програмата на община Добрич [4], а така също и ограничения в трафика на частните автомобили и преминаване на голяма част от таксиметровите коли на газово гориво. Що се отнася до есенно-зимните месеци, достатъчен беше коментара направен в предния раздел, като се допълни само, че мръсният въздух освен здравето уврежда околната среда и екосистемите. В най-общ план неблагоприятните метеорологични условия рефлектират силно върху нискоемитиращите източници–транспорт (с целогодишно действие) и битово отопление (със сезонно действие и в пряка зависимост от температурата на околната среда). Въздействието на  $\text{ФПЧ}_{10}$  и  $\text{ФПЧ}_{2,5}$  върху човешкия организъм се проявява чрез проникване дълбоко в белите дробове и възможност според специалисти да преминат в кръвообращението, а дори и да достигнат до мозъка. Тези констатации в подкрепа на проведените изследвания трябва да засили вниманието на всички, живеещи в гр. Добрич, да се опитат с действията си да бъдат разумни и отговорни, за да съхранят себе си и околната среда на общината.

### III. ИЗВОДИ

1. Изготвеният екологичен анализ без да има претенции за всеобхватност представя реален обзор за състоянието и чистотата на атмосферния въздух на гр. Добрич като функция от климатичните особености и антропогенното участие на човешкия фактор.

2. Измерените завишени стойности на СДН на  $\text{ФПЧ}_{10}$  през м. август и м. декември 2010г. и през м. ноември 2011г. показват сериозни пропуски при спазване указанията на ЕАОС за ограничаване нивата на замърсяване на атмосферния въздух.

3. Изчислените индекси на сезонност  $I(s)$  са показателни за наблюдаваните флуктуации

в стойностите на СДН на  $\text{ФПЧ}_{10}$  през годините. Те характеризират по-прецизно изследваната екологична картина и биха могли да се използват в различни насоки.

Резултатите които са представени в настоящата публикация, са извършени по проект Иновативни практики, свързани със сензориката, логистиката и енергийната ефективност в условията на прецизното земеделие - (НП22/2013) г. в рамките на присъщата на ТУ-Варна научноизследователска дейност, финансирана целево от държавния бюджет

### ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. World health organisation, 2013 [www.who.int](http://www.who.int)
- [2]. European environment agency, 2013 [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu)
- [3]. J. Potočník. Cleaner Air for All: Policies for Europe and beyond. Opening of the Green Week 2013, Brussels, 2013
- [4]. Актуализирана програма на община гр. Добрич за намаляване нивата на замърсителите в атмосферния въздух за периода 2011-2014 г.
- [5]. Директива 99/30/ЕО на Съвета на ЕС, 1999г.
- [6]. Закон за качествата на атмосферния въздух, 1996, последно изменение и допълнение 2012г.
- [7]. Наредба 12/2010г. на МОСВ и МЗ ( обн. ДВ бр.58 от 30.07.2010г.)
- [8]. Годишни доклади и отчети на РИОСВ Варна за състоянието на околната среда, 2009-2012 г.
- [9]. К. Стоянов. Сп. Машиностроене, книга 11, 1993
- [10]. К. Стоянов. Сб. Доклади на Научно техническа конференция, НТК 95, ПИМЕ, Добрич, 1995г.
- [11]. T. Wegner. Applied Business Statistics: Methods and Excel-based Applications, 2012

### За контакти:

д-р Кирил Стоянов, Катедра „ЕООС“ ТУ Варна-ДТК Добрич, e-mail: [chemsto@abv.bg](mailto:chemsto@abv.bg)  
инж. Атанаска Боева, ТУ Варна- ДТК Добрич, e-mail: [abo.dtk@gmail.com](mailto:abo.dtk@gmail.com)  
Добромир Стоянов, докторант към Катедра „Маркетинг“ към ИУ-Варна, e-mail: [dobromir\\_stoyanov@abv.bg](mailto:dobromir_stoyanov@abv.bg)

### Рецензент:

доц. д-р инж. Христо Крачунов

# ИНОВАТИВНИ ТЕХНОЛОГИИ ЗА ПОВИШАВАНЕ НА ПЪТНАТА БЕЗОПАСНОСТ С ВЪЗМОЖНОСТ ЗА ПРИЛОЖЕНИЕ В ПРЕЦИЗНОТО ЗЕМЕДЕЛИЕ

## INNOVATIVE TECHNOLOGIES TO IMPROVE ROAD SAFETY POSSIBILITIES FOR APPLICATION IN PRECISION AGRICULTURE

Атанаска Боева, Милена Николова

**Резюме:** Целите при изследване на иновативните практики, свързани с логистиката са: въвеждане на транспортна система, нетолерантна към грешките, безотказна към нарушенията и пазеща човешкото тяло от фатални наранявания; формиране на безопасно поведение на участниците в движението. Методологията, която се използва за постигане на формулираните цели включва задълбочен анализ на литературните източници, главно такива, които имат обобщаващ характер съобразно изискванията на Общността и стратегията за намаляване брой на загиналите вследствие на ПТП 2011-2020, както и релевантни норми.

**Ключови думи:** безопасност на движението, ИТС, нагласи, прецизно земеделие, телематика

**Abstract** The objectives in the study of innovative practices related to logistics are: the introduction of a transport system intolerant to mistakes-failure to violations and keep the body from fatal injuries, establishment of safe behavior of road users. The methodology used to achieve the defined goals include a thorough analysis of the literature, mainly those who have generalized character according to the requirements of the Community strategy to reduce the number of deaths due to accidents so 2011-2020 and relevant regulations.

**Keywords:** road safety, ITS, attitudes, precision agriculture, telematics

### I. ВЪВЕДЕНИЕ

Докладът е с обзорен характер и цели да установи иновативни технологии, свързани с подобряване на оперативното функциониране на транспортната мрежа, чрез интелигентните транспортни системи и приложимостта на телематиката в подхода на прецизно земеделие, който е познат и приложим и в зърно производителни райони в страната.

Автомобилният транспорт, независимо дали е предназначен или не за обществен превоз на пътници и товари, е с висока степен на обществена опасност. Предизвикваните пътнотранспортни произшествия често пъти са с голям брой загинали и ранени, което с основание буди голяма тревога сред обществото.

Голяма част от пътнотранспортните произшествия са предотвратими и са отражение на съществуващото поведение на участниците в движението, нивото на конфликтност на пътната инфраструктура, степента на техническата изправност на автомобилния парк и неговата активна и пасивна безопасност.

Анализите на дейността и състоянието по безопасността на движението в нашата страна и Общността [1], през последните години, показват запазване на абсолютизирането на грешките и нарушенията на участниците в движението като причини за ПТП. Процесът на

пътното движение е непрекъснато взаимодействие между трите основни фактора, определящи движението и неговата безопасност - поведението на участниците в движението, безопасността на пътната инфраструктура и на автомобилния парк.

### II. АКТУАЛНОСТ И ПРИЛОЖИМОСТ НА ИНОВАТИВНИ СИСТЕМИ В ПЪТНАТА БЕЗОПАСНОСТ С ВЪЗМОЖНО ПРИЛОЖЕНИЕ В ЗЕМЕДЕЛИЕТО

Особено актуално е въвеждането на транспортна система, нетолерантна към грешките, безотказна към нарушенията и пазеща човешкото тяло от фатални наранявания. В тази насока определено значение имат дейностите по формиране на безопасно поведение на участниците в движението, обстоен доклад с изводи и препоръки към теорията и практиката [2], както изграждане и поддържане на нискоконфликтна пътна инфраструктура, даваща ясни послания към участниците в движението и осигуряваща защитата им при фатални грешки, автомобилен парк с висока степен на техническа изправност, активна и пасивна безопасност.

Ограничаването на произшествията по пътищата изисква едновременно обединяване на усилията на институциите и провеждане на конкретни дейности за безопасно

функциониране и намаляване на грешките на системата водач – автомобил – път и среда на движение – организация на транспортния процес. Необходимо е освен промяна на нагласите на водачи на МПС [3], но и заложените в Стратегия на Министерството на транспорта, информационните технологии и съобщенията за подобряване на безопасността на движението по пътищата на Република България за периода 2011-2020 г. [4]

### **1. Стимулиране използването на съвременни технологии за повишаване на пътната безопасност**

Интелигентните транспортни системи (ИТС) са високоразвити приложения, които имат за цел да предоставят новаторски услуги, за различните видове транспорт и управление на тяхното движение, както и да осигурят информация на потребителите. Внедряването им, както и осигуряване на непрекъснатост на услугите на територията на целия Европейски съюз, ще допринесе за по-безопасно, по-координирано и „по-интелигентно“ използване на транспортните мрежи. [4]

ИТС обединяват телекомуникационни, електронни и информационни технологии с транспортното инженерство с цел планиране, проектиране, експлоатация, поддръжка и управление на транспортни системи. Внедряването на информационните и комуникационните технологии в сектора на автомобилния транспорт и неговите интерфейси с останалите видове транспорт, както и приложимостта на иновативните технологии в сектори като земеделието и в частност прецизното земеделие ще има значителен принос за подобряване на екологичните показатели, на ефективността, включително и на енергийната ефективност, безопасността и сигурността на транспорта, включително превоза на опасни товари, срещащи се при растителнозащитните агротехнически мероприятия.

Бъдещето на съвременните технологии за прецизно земеделие, транспорта и логистиката е повече въвеждане на технологии, в частност система от сензори, микрочипове и комуникационни устройства, които събират и предават информация. Чрез използването на GPS, GIS и дистанционни изследвания може да се събере информация, необходима за подобряване управлението на процесите за обработка на земята. Така земеделските производители могат да постигнат

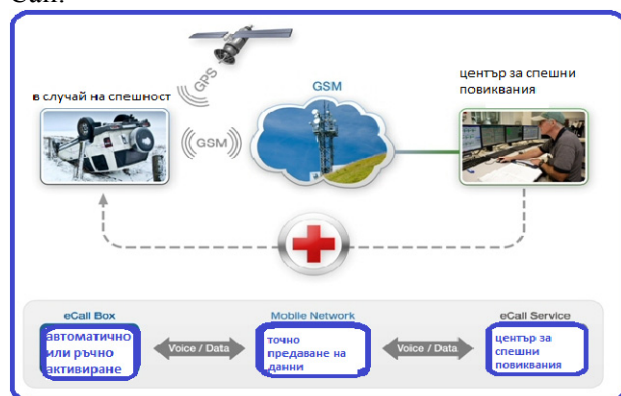
допълнителни икономически и екологични ползи, в резултат на по-ефективното използване на изкуствени торове, по-слаби изменения на почвата и определяне на точния икономически праг за третиране на вредителите и плевелите, за да се опазят здравето на хората и природните ресурси за бъдеща употреба. За проблемите свързани с разширяване приложението на подхода на прецизното земеделие и начините за подпомагане този процес е изяснено в [8].

Транспортните системи са все повече мрежа, а голяма част от стойността на мрежата е всъщност съдържаната информация. ИТС всъщност дават власт на участниците в транспортната система - от пътуващите до операторите на магистрални и транзитни мрежи до самите светофарни уредби, за вземане на добре информирани решения - кога да се пътува, по кой маршрут, с какъв транспорт, къде има нужда от нови пътни връзки, каква е реалната цена на пътното съоръжение, колко да платят доставчиците на различни пътни услуги. С подобряване на оперативното функциониране на транспортната мрежа ИТС не само подобряват мобилността и удобството на водачите на МПС, но засилват продуктивността и икономическия растеж на страната. За много държави ИТС представлява бързо нарастващ сектор, който директно подпомага икономическата конкурентоспособност и ръста на заетостта. [5]

Интелигентните транспортни системи (ИТС) могат значително да допринесат за по-чиста, по-безопасна и по-ефективна транспортна система. Новата правна рамка Директива 2010/40/EU [9] е приета, за да се ускори разгръщането на тези иновативни транспортни технологии в цяла Европа. Тази директива е важен инструмент за координираното въвеждане на оперативно съвместими ИТС услуги в Европа. Потенциалните ползи от приложенията на глобалната навигационна спътникова система (ГНСС) се простира в няколко сфери на провеждане на политики, координирани на европейско равнище, сред които е стратегията „ЕС 2020“ и нейната водеща инициатива „Индустриална политика за ерата на глобализацията“, за безопасността на транспорта, околната среда и прилагането на общата селскостопанска политика. И тъй като приемането на ГНСС на ЕС често изисква съобразяване с международни правила или сертифициране на европейско ниво, са нужни действия на европейско равнище, за да се

избегне двойната работа и пилеенето на усилия на равнището на държавите-членки.

Първите приоритети са информацията за трафика и пътуванията, системата за спешни е Call.

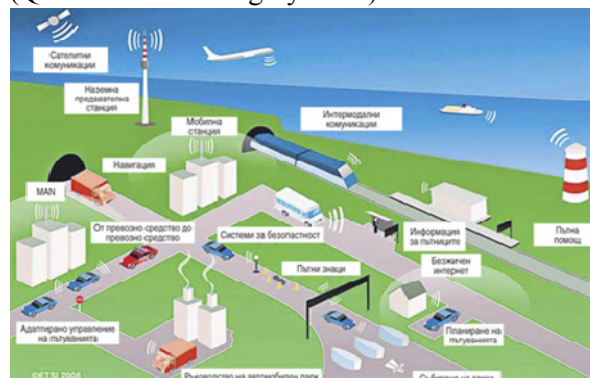


Фиг. 1. Системата eCall

Според прогнозите на Европейския парламент устройството ще съхрани до 2500 живота годишно и ще намали усложненията, предизвикани от забавянето на медицинските екипи след претърпяна катастрофа, с 10-15%. Намерението на Комисията е от 2015 г. нататък животоспасяващата система eCall да се монтира на всички нови модели леки и лекотоварни превозни средства. В случай на тежко пътнотранспортно произшествие eCall автоматично набира единния европейски номер 112 за спешни повиквания и предава местоположението на превозното средство на аварийно-спасителните служби. Системата може да бъде задействана и ръчно, чрез натискане на бутон в автомобила, например от свидетел на сериозно произшествие. Целта на Комисията е до 2015 г. системата eCall да стане напълно оперативна навсякъде в Европейския съюз (както и в Хърватия, Исландия, Норвегия и Швейцария). Понастоящем едва 0,7% от всички леки автомобили в ЕС са оборудвани. Типично приложение на интелигентните транспортни системи е софтуер за симулация на движението, за контрол в реално време и за комуникация. Проектите по транспортни системи могат да бъдат разделени на инфраструктурни проекти и приложения, ориентирани към превозните средства. Типичните инфраструктурни проекти включват инсталация на Dynamic Message Sign (DMS) по протежение на магистралите или изпълнението на интелигентен контрол на светофарите по градските улици.

Други приложения в полза на интелигентната инфраструктура за градовете фиг.2 са осигуряване на последователност от светофарни уредби и контрол, динамични пътни

знаци (Dynamic Message Sign), системи за измерване на рампи (Ramp Metering Systems), системи за предупреждение за край на потока (Queue-End Warning Systems).



Фиг. 2. Интелигентна градска среда

Проектите, ориентирани към превозните средства, включват приложения, като например автоматизирано отчитане на място и трафик. ИТС често се прилагат за транзитно преминаващите превозни средства и корпоративни автопаркове. Това са:

- автоматичен компютърен диспечер;
- отчитане на разположение на превозното средство;
- автоматично преброяване на пътниците, гласово съобщаване;
- навигационни системи;
- системи за таксуване на плащане.

## 2. Съвременни световни проекти

Съвременните световни проекти, свързани с автомобилните ИТС са:

- специализирани съобщения с малък обхват (DSRC) за комуникация между превозното средство и пътя в определени места;
- безжични комуникационни системи - за пътния транспорт и телематиката на движението;
- непрекъснат въздушен интерфейс с дълъг и среден обхват (CALM) - непрекъсната комуникация между превозното средство и пътя с помощта на различни медии, включително клетъчни, 5 GHz, 63 GHz и инфрачервени връзки.

В областта на железниците, авиационния и морския транспорт релевантна е Директива 96/48/ЕО на Европейската комисия.

Някои бъдещи приложения за интелигентните транспортни системи (ИТС) за автомобилен транспорт, включително модерните системи в помощ на водача (Advanced Driver Assistance Systems, ADAS), ще се базират на предлаганите от „Галилео“ функции, за установяване на автентичност и

достоверността на информацията. Това ще наложи създаването на орган и процедури за сертифициране, в сътрудничество с производителите на моторни превозни средства, на електроника и операторите по поддръжка на пътищата.

При шофиране DRIVE C2X разследва въздействието на кооперативните функции на шофиране при полеви условия с помощта на обикновените шофьори.

DRIVE C2X полага основите за пускане в действие на съвместните системи в Европа, което води до по-безопасно шофиране, по-икономичен и по-екологичен транспорт.

- C2C, където превозните средства обменят информация свързана с безопасността или друга полезна такава;

- C2i за превозни средства, които обменят информация с гръб системи, като светофари или пътни оператори.

Необходимо е да се разбере как шофьорите реагират на различни ситуации и на съвместните системи, предоставящи висока информираност. Очакванията, нагласите и поведението на водачите са от първостепенно значение, когато се разглежда по-късно въвеждане на пазара на съвместните системи.

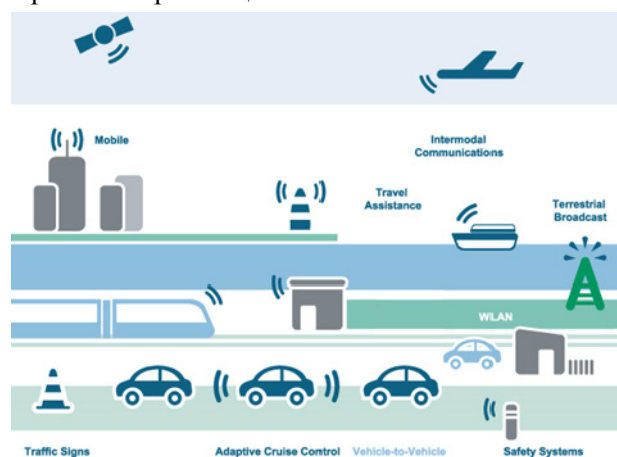
Тестове (ФОТ -field operational tests) са мощен инструмент за изследване на функции и системи, които са достигнали до напреднал етап на развитие. Методологията на тестване се прилага от най-известните FESTA ФОТ верига V-модел предполага априори определение на хипотези и следователно структурите на ФОТ в три основни етапа: подготовка, събиране на данни и анализ. Отделните етапи на този метод се следват във всички етапи на проект и са адаптирани за специфичните изисквания на кооперативното поле системи опити. Машабно изследване на интелигентни системи за безопасност на превозните средства с обикновени водачи в движението е доста рядко в Европа досега и не е изследвано в дълбочина.

DRIVE C2X ( фиг.3) е европейски проект за оценка на съвместните системи - използване на комуникация между превозните средства помежду и към инфраструктура (CAR-2-X) комуникация от машабни полеви оперативни тестове (ФОТ). Тестове се опитват да валидизират предположенията, че съвместните системи могат действително да доведат до подобряване на безопасността по пътищата, трафика, ефективността и комфорта за пътуване. Същността на проекта е да се създава методика за изпитване съвместните системи и

координира изпълнението на тестовите в европейски сайтове за тестване.

Проектът оценява въздействието на системата на сигурността и ефикасността трафик, като се вземат предвид социално-икономическите аспекти. Разгледаната технология DRIVE C2X, се фокусира върху комуникацията между превозните средства (C2C), между превозните средства, пътната инфраструктура и намиращия се отзад (C2i). Предишни проекти на ИТС, като например ЦВИС, SAFESPOT, COOPERS, и PRE-DRIVE C2X са доказали възможността за безопасност в приложения трафик и ефективност въз основа на комуникация в цяла Европа.[7]

Системите, които трябва да бъдат проверявани, са построени в съответствие с общата европейска архитектура за съвместни задвижващи системи, определени от COMeSafety, като така се гарантира спазването на предстоящите европейски стандарти. Този подход също така гарантира, че резултатите от DRIVE C2X имат дългосрочна валидност на европейско равнище.



Фиг. 3. Технология DRIVE C2X

За да се съберат правилни резултати от обсега с оперативни тестове за съвместните системи, технологичната база е основна предпоставка. DRIVE C2X се позовава на резултатите от PRE-DRIVE проект C2X по отношение на спецификацията, хардуер и софтуер прототипи, тестова среда и интегриран инструмент за симулация. Базата се състои от различни технологични компоненти, а именно комуникационна система (радио, комуникационни протоколи), съоръжения, интерфейса човек-машина, приложения и управление.

В сравнение с PRE-DRIVE C2X, модерната технология DRIVE C2X за да бележи



напредък и прави подобрения е необходимо да се прецизират стандартите:

- продължаващите ИТС дейности по стандартизация финализира първата си серия от стандарти и се очаква да напредват динамично;
- управлението системата C2X трябва възможно най-много съответства на най-новите версии на стандартите;
- специфичните изисквания на изследваните обекти изисква адаптиране на основната система.

За първи път в Европа, с DRIVE C2X се внедрява и тества концепция за едновременно двустранно следене. Такива услуги се очаква да се превърнат в основен източник на приходи за съвместни задвижващи системи и може да бъде ключът за успешното прилагане на тази технология по европейските пътища.[7]

### III. ИЗВОДИ

Интелигентните транспортни системи притежават значителен потенциал за подобряване на безопасността на движението, тъй като предоставят изпреварваща информация за пътнотранспортната обстановка, подпомагат водача и намаляват вероятността от допускане на грешки, съкращават времето на откриване на настъпили тежки ПТП.

Интелигентните транспортни системи предоставят възможности за по-ефективно използване на съществуващата пътна инфраструктура, за подобряване на екологията, намаляване на задръстванията и повишаване на безопасността на движението.

Функциите и възможностите на интелигентните транспортни системи с приложение и в технологиите за прецизно земеделие са резултат от задълбоченото проучване.

Внедряването на информационните и комуникационните технологии в сектора на автомобилния транспорт и неговите интерфейси с останалите видове транспорт, както и приложимостта на иновативните технологии в сектори като земеделието и в частност прецизното земеделие ще има значителен принос за подобряване на екологичните показатели, на ефективността, включително и на енергийната ефективност, безопасността и сигурността на транспорта, включително превоза на опасни товари, срещайки се при растителнозащитните агротехнически мероприятия.

Потенциалните ползи от приложенията на глобалната навигационна спътникова система се

простира в няколко сфери на провеждане на политики, координирани на европейско равнище. Съществува необходимост от провеждане на непрекъсната оптимизация и трансформация на услугите, в съответствие с новите технологии.

**Благодарности:** Научните изследвания, представени в настоящата публикация, са извършени по проект НП 22/2013 г. в рамките на присъщата на ТУ-Варна научноизследователска дейност, финансирана целево от държавния бюджет.

### ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. Ат. Боева, Д. Томанова, Ив. Ангелов „Сравнителен анализ на основните показатели на пътния травматизъм в България и проследяване на добри европейски практики на пътна безопасност.” Транспорт, екология-устойчиво развитие” Сборник доклади ..стр.97-107, ISBN - 954 - 20 - 00030,2010;
- [2] Ат. Боева, М. Николова „Проследяване състоянието на транспортен травматизъм в Европа и България, използване и отчитане устойчивостта на добри практики прилагани в общността” ISSN 1310-5833
- [3]. Ат. Боева „Устойчивост на нагласите у водачи на моторни превозни средства след мултимедийни въздействия в борбата с пътния травматизъм” BulTrans 2011, стр 134-137, ISSN 1313-955X, 2011;
- [4]. Стратегия на Министерството на транспорта, информационните технологии и съобщенията за подобряване на безопасността на движението по пътищата на Република България за периода 2011-2020г. <http://www.mtitc.government.bg/page.php?category=589>
- [5]. Intelligent Transportation Systems на Information Technology & Innovation Foundation - [http://www.itif.org/files/2010-1-27-ITS\\_Leadership.pdf](http://www.itif.org/files/2010-1-27-ITS_Leadership.pdf)
- [6]. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52010DC0308:BG:NOT>
- [7]. <http://drive-c2x.eu/technology>
- [8]. Михайлов Р., Д.Томанова, Кр.Загорова, А. Боева, „Прецизно земеделие – същност, степен на приложение в Североизточна България, проблеми и потенциални възможности”, Сборник с доклади от трети международен научен конгрес „50 години ТУ Варна”, том VII,стр. 161-166, ISBN 978-954-20-0556-8, 2012;
- [9]. Директива2010/40/EU <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:207:0001:0013:EN:PDF>

### За контакти:

9302 Добрич, жк. “Добротица”12  
ДОБРУДЖАНСКИ ТЕХНОЛОГИЧЕН КОЛЕЖ  
оф. 406 ас. инж. Атанаска Боева,  
e-mail: a.boeva@tu-varna.bg ; abo.dtk@gmail.com

**Рецензент:** доц. д-р инж. Неделчо Иванов  
ТУ Варна

## РАЗВИТИЕ НА ВИДЕОКОНТРОЛА В ПЪТНАТА БЕЗОПАСНОСТ В РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ ПРЕЗ ПЕРИОДА 2010 – 2013 Г.

### VIDEO DEVELOPMENT OF ROAD SAFETY IN THE REPUBLIC OF BULGARIA FOR THE PERIOD 2010 - 2013 YEAR

Дамянка Ст. Томанова /Димитрова/

**Резюме:** В много европейски страни са приложени системи за видеоконтрол на пътното движение. С цел редуциране на броя на жертвите, ранените и инцидентите България следва добрите и ефективни практики.

**Ключови думи:** камери, пътна безопасност, радары.

**Abstract:** In many European countries have implemented systems for video traffic. In order to reduce the number of fatalities, injuries and incidents Bulgaria is best and effective practices.

**Keywords:** cameras, radar, road safety.

#### I. ВЪВЕДЕНИЕ

От 2001 г. до 2010 г. България е намалила с 23% смъртните случаи на пътя, но това поставя страната ни сред постигналите най-нисък напредък в областта на пътната безопасност в Европейския съюз, показват данни на Европейската комисия.

Най-слаби са резултатите на Румъния - 3% за 10 години и на Малта – 6%. Отличник е Латвия, която е постигнала редукация от 61%.

За периода 2009-2010 г. най-добре са се справили: Люксембург, с понижение на фаталните инциденти от 33%, Малта /29%/ и Словакия /26%/.

Град с размерите на Банско, Трявна или Сопот е бил заличен през първото десетилетие на XXI в. заради катастрофи. Инцидентите на пътя са отнели живота на около 9000 души, сочи статистиката на Националния статистически институт /НСИ/ по повод 20 ноември 2011 г. - Световния ден за възпоменание на жертвите при пътнотранспортни произшествия. Всяка година ранените са близо 10 000 или 100 000 българи са останали инвалиди в различна степен за същия период.

Високата скорост, употребата на алкохол, липсата на предпазни колани, отсъствието на адекватна реакция при оказване на първа помощ са сред основните причини за тежките сблъсъци на пътя в световен мащаб. У нас най-често до фатален край довеждат неправилните действия на водача – при 95% от случаите. Нарушения на пешеходците, техническа неизправност на автомобила и лошите пътни условия допълват черната статистика.

Най-трагична за десетилетието е била 2008 г., когато на пътя са оставили живота си 1061 души.

Ежегодно в резултат на пътнотранспортни произшествия по света загиват около 1,3 милиона души и още 50 милиона получават травми и стават инвалиди, сочат данни на Световната здравна организация.

Пътнотранспортните произшествия са номер 1 като причина за смъртта на млади хора между 10 и 24 -годишна възраст.

Прогнозите са още по-песимистични. Смъртността в резултат на пътни произшествия ще стане пета по значимост причина за смърт в световен мащаб към 2030 г. - с около 2,5 милиона жертви годишно и близо 100 милиона ранени, [4].

#### II. РАЗВИТИЕ НА ВИДЕОКОНТРОЛА

Докладът проследява хронологично развитието на видеоконтрола през периода август, 2010 г. до юли, 2013 г., както и законодателните промени, свързани с него. В много европейски страни - Франция, Холандия, а от 2010 г. и в Унгария, работят подобни системи, и броят на произшествията, убитите и ранените се редуцира с 20 до 30% годишно, [10].

От март, 2010 г. в България работят 15 стационарни радары с камери, (Фиг. 1), а са необходими 400. Прилагането на камери е много по-ефективно от стандартния начин на работа – с радары и пътни полицаи. През 2009 г. нарушенията, засечени в София по традиционния начин, са толкова, колкото 15-те камери са установили за няколко месеца. Но

законодателството, което третира нарушенията на пътя, е архаично и е наложителна спешна промяна, за да бъде и превенцията по-ефективна, [5].



Фиг. 1. Стационарна видеокамера с радар

Междувременно сектор "Пътна полиция" - Стара Загора прилага непознат у нас /до октомври, 2010 г./ хитър метод за установяване и моментално санкциониране на водачи, за които ограниченията на скоростта са без значение. Необозначен полицейски автомобил с цивилни служители на МВР застава в участък с висока концентрация на катастрофи и документира нарушителите, които нищо не подозират и продължават да настъпват газта. Клипът запечатва безпогрешно лицето на нарушителя, скоростта, с която е карал, датата, часа и мястото. Веднага се изпраща до следващия, вече униформен, патрул и санкцията става на място. Този метод само за 4 дни доказва своята ефективност, [7].

От началото на 2011 г. се въвежда електронна система за санкционирането на шофьорите-нарушители, заснети с камери. Ако до тогава КАТ успява да глоби около 5% от нарушителите с промяната на законодателството се очаква да бъдат наказани 95% от заснетите с технически средства.

Според последните промени в Закона за движение по пътищата ще се ускори процедурата, при която часове след нарушението на пътя ще бъде издаван електронен фиш, на базата на който собственикът на автомобила ще трябва да плати глобата си. Имайки предвид успехът на системата в Холандия, очакванията са за

намаляване на жертвите на пътя с една четвърт. Най-същественото в законопроекта е не завишаването на глобите за скорост, а че максимално много нарушители могат да бъдат установени и наказани. В момента провинилите се не могат да бъдат наказани, тъй като изтичат давностни срокове и поради тромавостта на процедурата, отпреди 50 години, [2].

Друга идея е създаването на фонд за купуване на още снимащи радар веднага след приемане на поправките в Закона за движение по пътищата. Във фонда ще влиза сумата от всяка глоба, платена по електронен фиш или наказателно постановление, издадено въз основа на снимка от някой от 15-те стационарни радар в страната. Санкциите, наложени за минаване на червен светофар или за неизползване на колани и т. н. ще продължат да влизат в държавния бюджет, [10].

Радарите с камери на КАТ вече снимат всяка кола, нарушила с над 10 км/ч разрешената скорост. През първото деветмесечие от приложението си 15-те радар с камери са настроени да засичат само коли, които летят с над 30 км/ч над допустимото. Новата мярка срещу надвишената скорост влиза в действие в края на април и началото на май, около засиленото движение на автомобили за Великден и Гергьовден, 2011 г.

КАТ започва да мести камерите по пътищата, за да може да бъде по-ефективен контролът върху водачите, които карат с превишена скорост. 15-те камери могат да се поставят на 30 места. Решението за преместване вземат регионалните дирекции на МВР.

Новата система е активна от юни, 2011 г., когато трябва да бъде внедрен напълно електронният фиш. Той е въведен с промените в Закона за движение по пътищата, които бяха приети от парламента на второ четене на 19.01.2011 г., а в сила от 04.02.2011г. Депутатите повишиха и глобите за превишена скорост, [5].

Сред основните нововъведения е т. нар. електронен фиш. Според приетото определение електронен фиш е електронно изявление, записано върху хартиен, магнитен или друг носител, съставено чрез административно-информационна система въз основа на постъпили и обработени данни за нарушения, установени с технически средства. Той може да се обжалва в седемдневен срок.

Електронният фиш съдържа всички данни, които се пишат в актовете. Изпраща се на собственика на автомобила с препоръчано писмо по пощата. По старата система уведомлението за нарушение, регистрирано от камера на КАТ, обикновено пристига след половин година или дори 9 месеца. Новата процедура трае 3 дни, [11].

За да няма откази от получаване, фишовете се изпращат по пощата в бял плик без отличителни белези. Ако не се възползвате от бонус, според условията на КАТ имате един месец, за да си платите глобата в целия ѝ размер. Ако и това не направите, задължението ви отива в данъчното и все пак ще се наложи да го платите.

От КАТ се надяват до 2 години камерите да станат много повече и да се избегне корупционния сблъсък нарушител – пътен полицай, [5].

Експертите в „Пътна полиция“ обсъждат идеята за таксита-агенти, оборудвани с мобилни камери и радары за регистриране на нарушителите по пътищата. Причината за нестандартния начин за контрол е, че голяма част от мотористите с пистови мотори, развиващи скорости от 250 км/ч и повече, доскоро отказваха да спират на стоппалките. Новата идея не е взаимствана от други държави, а принадлежи на български експерти с над 10-годишен опит в областта на пътната безопасност. Наред с мотоциклетистите ще бъдат снимани и всички останали нарушители с автомобили.

Първоначално се предвижда да бъде пуснато едно катаджийско такси и при необходимост и добри резултати броят ще се увеличи, [9].

Към 22.04.2011 г. работят 81 уреда за контрол и 16 стационарни камери.

Шофьорите знаят добре местата на тези камери и намаляват скоростта и са абсолютно стриктни. Има 66 мобилни камери, монтирани в полицейски автомобили - и с отличителни полицейски знаци, и без отличителни. Обикновените радары, извън тези за видеоконтрол, също работят и с течение на времето, когато се наситят основните пътища с видеокамери, те ще отстъпят постепенно и ще се използват по ненатоварени участъци, по третокласни пътища.

В редица градове, на първо място София и Варна, има 24-часово видеонаблюдение и заснемане на нарушения на кръстовищата. Контролира се преминаването на червен

сигнал, неправилно престрояване, неправилно отнемане на предимство на пешеходци.

Глобите, които са наложени по видеоснимки на нарушители, са за 11 млн. лв. /за 1 година/, а за камерите са вложени 2,3 млн. лв. Като бъде отчетен огромния принос за подобряване на дисциплината, резултатът е неоченимо висок, [11].

Въпреки спадът в броя на ранените и загиналите през 2010 г. и 2011 г., всяка седмица при катастрофи загиват средно по 15 души. 1/5 от БВП на страната отива за обезщетения и разходи за покриване на щети при катастрофи. Извън статистиката полицията е установила, че реалните резултати се постигат само със солени глоби и контролиращи камери. В МВР са готови със създаването на т.нар. специализиран фонд, за който се говори от известно време. До броени седмици в него ще започнат да отиват сумите от събраните глоби. Те ще се разпределят от Министерски съвет и засегнатите институции и организации, като идеята е средствата да се ползват за закупуване на камери и техника и за обучения на деца и шофьори за подобряване на поведението на пътя, [4].

През май, 2011 г. ООН и Европейската комисия за пътна безопасност стартираха международна програма „Десетилетие на активни действия за безопасност в движението по пътищата“ (2011 – 2020 г.) с цел жертвите на пътни инциденти да намалеят с 50% до 2020 г. Кампанията бе подкрепена лично от 7-кратния световен шампион във „Формула 1“ Михаел Шумахер. България се включи в програмата в края на юни, 2011 г. с 6-месечната кампания „Звездата на пътя си ти – карай внимателно“, инициентирана от българския евродепутат Илиана Иванова и МВР. По последни данни, публикувани от ЕК на 10 юли 2011 г., смъртността по пътищата на Европа за периода 2001-2010 г. е намаляла средно с 11%. През 2001 г. у нас са били регистрирани 124 катастрофи, завършили със смърт, докато през 2010 г. те са били 102.

За периода 2009-2010 г. намалението на броя на смъртните случаи е 14%. Според стратегията на ООН до края на десетилетието 2011-2020 г. фаталните инциденти трябва да паднат в България под 7% на 1 милион българи.

Българската кампания по Десетилетието на ООН за безопасност на пътя „Звездата на пътя си ти“ започна със серия от публични демонстрации на различни пътнотранспортни

произшествия с моторни превозни средства – от велосипеди, мотори и леки коли до тежкотоварни камиони с тежко ранени и обгорени хора. Зад каузата на кампанията за безопасно шофиране по пътищата на страната по традиция застанаха известни българи – хора на изкуството, журналисти, спортисти, [3].

За да секнат корупционните практики по улиците, от КАТ са решили да засилят видео-контрола, който да замести контакта на служителите им с шофьорите. Това е начин за прекратяване безпричинното спиране на автомобили. Поставя се акцент върху специализирани полицейски операции, [5].

Полицията започва да снима проверките за нарушения на пътя. От 9 юни 2011 г. няколко автомобиля на КАТ ще филмират всяко спиране за проверка. Проведе се мащабна акция срещу шофьорите с отнети точки. Новото обаче е, че има пряк видеоконтрол и над самите полицаи. Засега само 3 коли са оборудвани с камери, но в следващите месеци такива ще бъдат монтирани във всички.

Полицаят е длъжен да попита водача дали иска да бъде сниман. Ако не е съгласен, трябва да попълни специална декларация, с която отказва. Самите патрулки ще бъдат облепени със знаци, които показват, че в колата има камера. Целта на този допълнителен видеоконтрол, разбира се, е да се пресече напълно корупцията. Правителството гласува глобите от електронните фишове да отиват в новосъздадения Фонд за безопасност на движението. Средствата ще се харчат основно за камери и радары по пътищата, [4].

За първите три месеца на 2011 г. наложените глоби за нарушения на пътя са за 8,3 млн. лв., от които са събрани 3,5 млн. лв., което по-казва около 42% събираемост. За второто тримесечие на годината наложените глоби са за 10,6 млн. лв. към 09.06.2011 г., а събраните възлизат на 6,8 млн. лв., или около 65% събираемост, [5].

На 6 юли, 2011 г. Европейският парламент гласува нови правила за глобите в общността. Шофьор, заснет от камера да прави нарушение, където и да е в общността, ще получава фиша за глобата на домашния си адрес и на родния си език от юли, 2013 г., [4].

Стационарна видеокамера на КАТ край Плевен регистрира мотоциклетист с рекордно нарушение – при разрешени 90 км/ч мъжът е засечен със 199 км/ч. Това не е първото му

проезнение – по-рано е заснет е със скорост 186 км/ч. Глобата му ще бъде около 700 лв.

Събираемостта на глобите в Плевен е 70% /19.04.2012 г./. Вече има опит за повреждане на стационарната камера. Тя е напръскана с боя и липсва запис за 2 дни. За да се справят със ситуацията, от полицията предвиждат устройството да бъде местено на различни места и така да създава изненада за водачите, [6].

Скорост от 251 км/ч. е засечена от камера на автомагистрала "Тракия" при Пловдив. Нарушението е констатирано през 2011 г., като за това е съставен електронен фиш за сумата от 900 лв. като санкция. С такава скорост е карал шофьор на лек автомобил Mercedes E 63 AMG.

От началото на 2012 г. най-високата скорост на магистралата край Пловдив, засечена от видеокамерата, е 210 км/час. За това нарушение е съставен електрон фиш за 500 лева на шофьор, управлявал BMW 530 D.

Освен това мобилните камери, монтирани по служебните автомобили на "Пътна полиция" в Пловдив са засекли шофьор, карал в града със 125 км/ч.

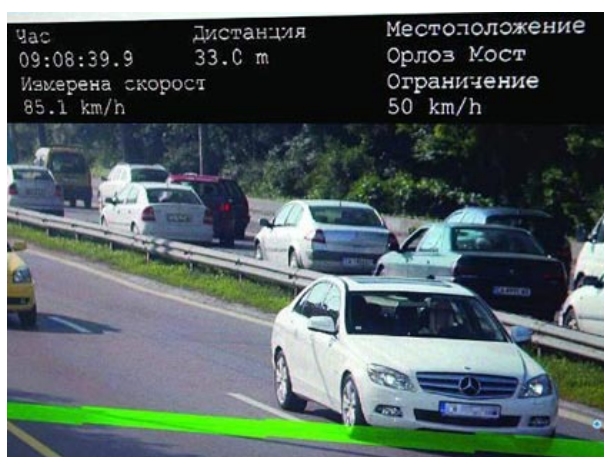
Предстои монтирането на 173 нови стационарни камери. Близо осем пъти нараства броят на устройствата. Техниката ще бъде разположена на пътища и улици с концентрация на пътнотранспортни произшествия. По план уредите трябва да бъдат закупени и да заработят до края на 2013-та година. За да определят местата им, полицаите са обследвали участъците с концентрация на ПТП в последните 5 години.

Най-много нови уреди ще има в Благоевградска област – 22. Едва по 2 места за камери обаче са определени в областите Варна, Монтана и Силистра. Повечето камери ще са разположени в границите на населени места. По автомагистралите "Хемус", "Тракия" и "Марица", където разрешената скорост е 140 км/ч, планът предвижда да се разположат общо едва 6 камери. Изброените места все още са в процес на допълнително уточняване. Камерите имат нужда от охранване, достъп до интернет и охрана. Практиката сочи, че най-често ги монтират до бензиностанции. Там, където няма условия за стационарна камера, катаджиите ще бъдат до преносими уреди на триноги, които също са предвидени за закупуване.

Към 15.08.2012 г. работят едва 22 стационарни камери за контрол на скоростта.

При досегашните обществени поръчки един такъв уред излизаше около 50 000 лева. Камерите обаче се "изплащат" само за 2-3 месеца от наложените санкции. Всички средства от електронните фишове се трупат в създадения през 2011 г. Фонд за пътна безопасност, [8].

30 нови преносими камери ще бъдат купени с част от парите, събрани от платените глоби към КАТ. Техническите устройства ще могат да се пренасят като куфари във всяка кола и ще се използват навсякъде, където е необходимо, (фиг. 2). Пътните полицаи ще ги монтират встрани от пътя и сами ще преценяват колко дълго е необходимо да заснемат нарушенията. Шофьорите пък никога няма да знаят къде са точно тези камери, тъй като във всеки момент те могат да бъдат преместени. Досега КАТ разполагаше само със стационарни камери и с такива, вградени в патрулки. Това обаче ограничаваше ефективността им, тъй като полицейските коли се използват и за други цели, [6].



Фиг. 2. Снимка от видео камера с радар.

Шофьор е минал с автомобила си през пешеходна пътека в Русе със скорост 106 км/ч при ограничение 50 км/ч. Той е бил засечен с камера при полицейската операция "Валя", която се състоя от 15 до 20 ноември 2012 г. Шофьорът, местен "рекордьор", ще бъде наказан с 500 лева глоба и лишаване от правото да управлява моторно превозно средство за срок от 3 месеца.

Операцията носи името "Валя" като знак за почит към паметта на загиналите при пътни произшествия и благодарност за всекидневните усилия в превенцията на катастрофите от страна на фондацията "Безопасни улици от Валя". Фондацията носи името на 12-годишната Валентина от Бургас,

която бе блъсната и загина на пешеходна пътека през юни 2011 г. в морския град, [5].

7 мобилни камери в 7 автомобила за 2 месеца в столицата са заснели нарушенията на 6500 души. Най-смелите са минали покрай зебрата с над 120 км/ч. В някои от случаите за отнемане на предимство на пешеходец или минаване на червен светофар има и повторност на същото нарушение. Общо 36 души са наказани с отнемане на книжката, [4].

Вътрешният министър Цветлин Йовчев разпореди да се създаде нова организация на работата на "Пътна полиция – КАТ". Наредил е в срок от 2 месеца да бъде направен преглед на всички ограничения, включително и на тези за максимално допустими скорости, като се обсъди евентуално премахване или преразглеждане на ненужно рестриктивните. Министерската разпоредба предвижда отново в двумесечен срок на страницата на МВР в интернет да бъде публикувано разположението на стационарните камери за контрол, както и местата, където ще се разполагат мобилни. Намерението на новата организация е да се засили превенцията на тежките катастрофи, а основната цел – шофьорите да бъдат предупреждавани и предпазвани от рисковете на пътя. Заради това Цветлин Йовчев е настоял разположението на автопатрулите и камерите за контрол да е предшествано от анализ на риска от катастрофи. Основен критерий за оценка на дейността на служителите на КАТ ще бъде намаляването на пътните инциденти, на загиналите и ранените.

Графикът на мобилните камери на КАТ е различен за всеки ден. Столичната Пътна полиция публикува на интернет страницата си местата, откъдето стационарните и мобилните камери ще снимат шофьорите нарушители. Списъкът е качен и във Фейсбук страницата на Столичната полиция. В него са описани 17-те точки на наблюдение и времето, за което ще работят. То е съобразено с часовете в денонощието, когато стават най-много катастрофи. На 3 места в столицата денонощно ще работят стационарни видеокамери. Камерите ще снимат само нарушителите, а не всички превозни средства. Наказателни фишове ще бъдат изпращани при превишение на скоростта от над 11 км/ч над позволената.

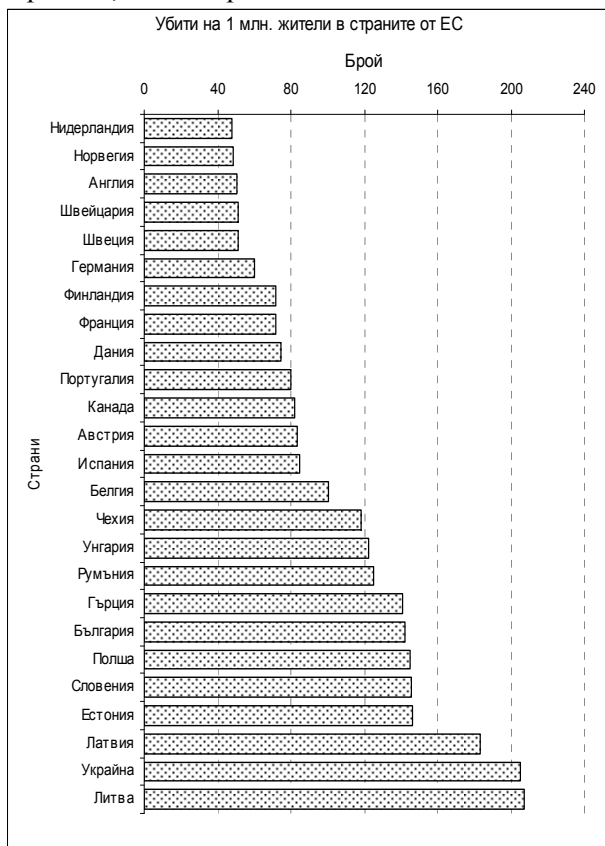
Вътрешният министър Цветлин Йовчев разпореди в рамките на два месеца всички областни дирекции в страната да публикуват местата с видеонаблюдение, както и да се ревизират ограниченията за скорост.



Графикът за мобилните камери за следващите няколко дни също е качен на сайта [www.kat.mvr.bg](http://www.kat.mvr.bg), [5].

### III. ИЗВОДИ

Наблюдава се голяма разлика в показателите за пътната безопасност в различните европейски държави – фиг. 3. С подобро представяне могат да се похвалят страните, инвестиращи в няколко насоки:



Фиг. 3. Убити на 1 млн. жители в страните от ЕС.

- в системи за контрол и управление на движението;
- в безопасността на пътната инфраструктура;
- в надеждността и безопасността на автомобилния парк;
- в поведението на участниците;
- в движението и в експедитивността и качеството на оказваната медицинска помощ на пострадалите, [1].

Видеоконтролът в развитите западноевропейски страни, в Европейския съюз, е много по-широко разпространен и има много по-голям обхват, отколкото в България. Той е изключително ефективен за въвеждане на по-добра дисциплина и неагресивно поведение на пътя, [11]. Затова и в нашата страна се разширява приложението му. Държавни институции, медиите и граждански организации и инициативи действат активно и координирано за прекратяването на войната по пътищата, защото всеки човешки живот е изключително ценен.

### ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. Ат. Боева, М. Николова. Проследяване състоянието на транспортен травматизъм в Европа и България, използване и отчитане устойчивостта на добри практики, прилагани в общността. Варна, Известия на Съюза на учените – Серия „Технически науки”-1, 2012 г., стр. 19-25, ISSN 1310-5833.
- [2]. [www.blitz.bg](http://www.blitz.bg).
- [3]. [www.bnr.bg](http://www.bnr.bg).
- [4]. [www.btv.bg](http://www.btv.bg).
- [5]. [www.dir.bg](http://www.dir.bg).
- [6]. [www.dobrich.info](http://www.dobrich.info).
- [7]. [www.ekipnews.com](http://www.ekipnews.com).
- [8]. [www.inews.bg](http://www.inews.bg).
- [9]. [www.monitor.bg](http://www.monitor.bg).
- [10]. [www.trud.bg](http://www.trud.bg).
- [11]. [www.vesti.bg](http://www.vesti.bg).

**Благодарности:** Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са извършени по проект НП 22/2013 г. в рамките на присъщата на ТУ-Варна научноизследователска дейност, финансирана целево от държавния бюджет

### За контакти:

инж. Дамянка Димитрова /Томанова/, главен асистент в Добруджански технологичен колеж-гр. Добрич, ЖК ”Добротица” бл.12, оф. 407-1, ТУ-Варна, ул. „Студентска” № 1.  
e-mail: [d.tomanova@tu-varna.bg](mailto:d.tomanova@tu-varna.bg)

**Рецензент:** доц. д-р инж. Неделчо Иванов, ТУ Варна