

## Резюме

на научните и научно-приложни постижения в публикациите на

доц. д-р Иван Цонев Мустакеров,

представени за участие в конкурс за академична длъжност „професор“ по специалност 01.01.12 «Информатика» в професионално направление 4.6 «Информатика и компютърни науки», обявен за нуждите на ИИКТ-БАН, в «Държавен вестник» бр. 31 от 04 април 2014 г., стр. 120.

Изпълнение на изискванията за участие в конкурс за редовен професор, съгласно “Правилник за специфичните условия за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИИКТ-БАН”

Изискване	40 научни публикации	30 в списания с импакт фактор или в специализирани международни издания	50 цитирания	20 от цитиранията да са в списания с импакт фактор или в специализирани международни издания	поне 1 защитил докторант
Изпълнение	52	33	65	43	2

### Участие като ръководител/изпълнител в над 20 научноизследователски и научно-приложни договори.

#### Автор и съавтор на 12 разработени софтуерни системи

1. Wind – проблемно-ориентирана изследователска система за оптимално проектиране на ветроенергийни паркове
2. Софтуерна система за самотестиране при електронно обучение.
3. Софтуерна система за определяне на оптимални производствени разписания за зависима обработка на детайли – внедрена във фирма “РАИС” – ООД, разработена по договор с МОН – МСП-201, 2006
4. NVDpro – Web-базирана програмна система за проектиране на оптоелектронния канал на уреди за нощно виждане
5. G-Data – Софтуерна система за комбинаторни алгоритми върху графи
6. NVGpro – Web-базирана програмна система за проектиране на оптоелектронния канал на очила за нощно виждане
7. Електронен курс за обучение и симулация в мултимедийна среда по „Основи на пневматиката”.
8. Електронен курс за дистанционно обучение по „Език за програмиране Си”
9. Мултимедийно програмиране в средата на Интернет:  
<http://www.iit.bas.bg>; <http://www.ezik-i-literatura.eu/>; <http://www.iit.bas.bg/esf40/>
10. ИНФО 3 – Информационна система за научната и приложна дейност на ГФИ – БАН, 2003.
11. ИНФО 2 – Информационна система за научната и приложна дейност на ЦЛВГ – БАН, 2002.
12. ИНФО 1 – Информационна система за научната и приложна дейност на ИИТ - БАН, 2001.

#### Съавтор на повече 10 внедрени научни разработки.

1. Внедряване на производствени разписания за обработка на детайли – фирма РАИС ООД, гр. Пазарджик.
2. Внедряване на веб-базирана програмна система за изчисляване теоретичните стойности на оптоелектронния канал на очила за нощно виждане – “NVGpro”, фирма ЕлкоЕ.
3. ИНФО 3 – Информационна система за научната и приложна дейност на ГФИ-БАН.
4. ИНФО 2 – Информационна система за научната и приложна дейност на ЦЛВГ-БАН.
5. ИНФО 1 – Информационна система за научната и приложна дейност на ИИТ-БАН.
6. Разработване на програмни модули за връзка с ИНТЕРНЕТ, договор с ИККС-БАН, № 210014/96, програмна система IREAS (Yada-Yada), продавана в САЩ.
7. Микрооптима-16 (НППФ рег. № 1.A0A2.01134-01) – набор от програми за оптимизация.
8. Нели-16 (НППФ рег. № 1.A0A2. 02129-01) – програмна система за нелинейно интерактивно оптимизиране.
9. Си-16 (НППФ рег. № 1.A0A2. 01552-01) – компилатор за езика Си.
10. Текст-16 (НППФ рег. № 1.A0A2.01551-01) – програмна система за текстообработка на кирилица и латиница.
11. Лина-16 (НППФ рег. № 1.A0A2.01134-01) – програмна система за линейно, целочислено и параметрично програмиране.
12. Микропроцесорна система за управление на АНР в цех ЛО на стан 1700-ГВ, ИКАР-10 /Кремиковци/.
13. Създаване на автоматизирана система за управление в режим реално време на технологичния автотранспорт ТРАСИ-30, за условията на МОК “Асарел”.
14. Създаване на автоматизирана система за оперативно управление на технологичния автотранспорт ТРАСИ-20, за условията на МОК “Елаците”.

Общият списък на публикациите на кандидата в областта на информационните процеси и вземането на решения включва общо 80 заглавия, от които:

- 52 публикации [1-52] в периода след хабилитацията, съдържащи нови резултати в областта на вземане на решения (на базата на едно- и многокритериална оптимизация) в технически и др. системи, както и в областта на електронното обучение. Съгласно изискванията на “Правилник за специфичните условия за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИИКТ-БАН”, 40 от тези публикации [1-31, 34, 36, 38, 39, 42, 44, 47, 48, 52] се представят за участие в настоящия конкурс за заемане на академична длъжност „професор”. Изисква се поне 30 от представените за рецензиране 40 работи да са публикувани в списания с импакт фактор или в специализирани международни списания. Това условие се изпълнява чрез представени 33 публикации – от които 5 публикации са в списания с импакт фактор [1-5] (сумарен IF = 6.12), 2 са в глави от книги [6-7], 24 са в специализирани международни издания [8-33] и 2 регистрирани авторски свидетелства за индустриален дизайн (приравнени към публикации съгласно чл. 5 (г) от правилника на ИИКТ).
- 25 публикации и 2 авторски свидетелства, представени за рецензиране в конкурса за старши научен сътрудник II степен през 2000 г. Публикациите [53-73] през периода 1980 – 2000 г. съдържат резултати в областта на оптимизацията, обработката на сигнали, програмиране и бизнес-информационни системи.
- 4 публикации [74-77] по дисертация за образователната и научна степен доктор (кандидат на техническите науки) на тема “Метод за управление на трафика в транспортни системи” – публикувани в периода 1977 – 1979 г. и съдържащи резултати в областта на оптимизация на транспортни услуги.

Представените за рецензиране по настоящия конкурс работи са публикувани в следните издания:

- Глави от книги: Wind Turbines, Advances in Web Based Learning, [6-7]
- Expert Systems with Applications [2] (IF: 2.203)
- Journal of Renewable Energy [3] (IF: 2.226)
- Comptes rendus de l'Academie bulgare des Sciences [1, 5] (IF: 0.210)
- Applied Mathematical Modelling [4] (IF: 1.375)
- Int. Journal of Advanced Modeling and Optimization [12, 13, 24, 25, 29]
- Int. Journal of Management Science and Engineering [14]
- Int. Journal of Information Science and Engineering [15]
- Int. Journal of Information Technologies & Knowledge [16]
- Int. Journal of Science and Engineering Investigations [19]
- Int. Journal of Computer, Information Science and Communications [20]
- Journal of World Academy of Science, Engineering and Technology [21, 22, 23]
- Int. Journal of Electronics and Telecommunications [26]
- European Journal of Open, Distance and E-Learning [27]
- Int. Journal of Computer and Information Engineering [28]
- Cybernetics and Information Technologies [34, 36, 38, 39, 42, 44, 47, 48]
- Problems of Engineering Cybernetics and Robotics [52]
- Proc. of IEEE Int. Symposium on Innovations in Intelligent Systems and Applications [17, 18]
- Proc. of Int. Conf. on Information Systems and Technologies [10, 11]
- Proc. of Int. Conf. on Theory and Applications in Mathematics and Informatics [30, 31]
- Int. Conf. on Circuits, Systems, Communications and Computers [8, 9]

## **Мотивация за изследванията, описани в представените за рецензиране публикации**

Съвременните постижения в областта на компютърната техника, включваща персонални компютри, работни станции и супер-компютърни системи, поставят въпроса за целесъобразно използване на постоянно растящите изчислителни възможности на тази техника. От друга страна, повече от 30 години се разработват и тестват разнообразни и ефективни числени алгоритми за оптимизация. Те са внедрени в надеждни и високопроизводителни софтуерни системи, които са достъпни за най-широк кръг изследователи. Тези хардуерни и софтуерни възможности биха могли да се използват за оптимизация в различни приложни области като – инженерни системи, бизнес, финанси и др. и от потребители които не са специалисти в изследване на операциите. За целта е необходимо разработване на подходящи математически оптимизационни модели и методи и съответни инструменти за приложението им. Разработването им изисква задълбочени познания, както за конкретната предметна област, така и за наличните и възможни за използване методи на изследвания на операциите. В някои случаи практическите приложения на математическото моделиране водят до формулиране на числени задачи с голяма размерност на броя на променливите и на ограниченията, които в близкото минало се определяха с голяма изчислителна трудност и се считаха за практически нерешими. Днес, много от тях могат да бъдат решени дори на персонални компютри за напълно приемливи времена за получаване на решения.

Използването на получените резултати, описани в публикациите, биха могли да се използват реално в практиката, когато се реализират в съответни софтуерни системи и инструменти. Това е особено важно в случаите, когато потребителите не са специалисти с математическо образование. В такива случаи, е необходимо използването на разработените оптимизационни методи да остава колкото е възможно по-скрито за потребителя и да изисква минимална намеса от негова страна. Това може да се постигне с разработване на специализирани софтуерни системи, снабдени с интуитивен и лесен за използване интерфейс, съобразен с конкретните потребители.

В много случаи използването на разработените методи и инструменти изисква провеждане на обучение на потребителите. За тази цел един съвременен и ефективен подход е използването на електронно обучение, което се характеризира с някои съществени предимства пред традиционните форми на обучение – стандартизация и асинхронност; икономичност; интерактивност и атрактивност.

Така описаните констатации са основната мотивировка за изследванията, описани в представените по-конкурса публикации.

## **Научни и научно-приложни приноси в представените за рецензия публикации**

### Научни приноси

1. Разработени са методи за оптимално проектиране на модулни технически системи. Характерна особеност на проектирането на подобни системи е необходимостта от вземане предвид на съществуващите между модулите функционални зависимости. Разработените методи използват нови математически модели на комбинаторната оптимизация. Предложените модели водят до формулиране на едно- или многокритериални оптимизационни задачи. Методите са тествани числено чрез реални примери за проектиране на ветро-енергийни паркове, на уреди за нощно виждане, на компютърни конфигурации и на

дограми от унифицирани модули. Резултатите от тестването показват приемливи изчислителни времена (от порядъка на секунди) и доказват практическата приложимост на разработените методи.

2. Създадени са методи за оптимизация на предсказващото поддържане на технически системи (ППТС). Предложени са нови математически модели, водещи до формулиране на едно- или многокритериални задачи за минимизиране броя на необходимите сензори, като се взема предвид допустима граница за загуба на информация. Предложен е алгоритъм, включващ анализ на разходите и ползите, както и решаване на два типа оптимизационни задачи за определяне на оптимална стратегия за поддръжка на машината (системата) като цяло и на всеки отделен компонент. Приложимостта на методите за оптимизация на ППТС е доказана чрез решаване на числени примери с реални данни за технически системи.
3. Разработени са методи за математически обосновано вземане на решения в различни приложни области, като – избор при наличие на много алтернативи и на противоречиви изисквания към избора, групово вземане на решения, инвестиционна атрактивност на държави и региони спрямо ключови икономически показатели, оптимално разпределение на ограничени ресурси (производствени разписания). С помощта на оригинални математически модели, вземането на решения в тези области се подпомага от формулиране и решаване на съответни едно- и много-критериални оптимизационни задачи. Практическата приложимост на разработените методи е илюстрирана с реални числени примери – избор на сложни устройства с много параметри, определяне на най-добрата от зададени алтернативи от група експерти, като се отчитат всички техни оценки без усредняване, определяне на оптимално разписание за зависима или полу-зависима обработка на множество детайли на много машини, определяне на оптималния брой и разписание на работа на персонал на група машини, определяне на подреден по инвестиционна атрактивност списък на държави от Източна Европа и Средна Азия.

#### Научно-приложни приноси

1. Разработените методи за оптимално проектиране на модулни технически системи са приложени в 2 Уеб-базирани програмни системи – за предварителна оценка на проектирането на ветроенергийни паркове и CAD система за предварителна оценка на възможни проектантски решения за уреди за нощно виждане (внедрена във фирма ЕлкоЕ). Системите използват оригинални структури на данните и алгоритми, разработени за проектиране на модулни технически системи. В областта на проектирането на уреди за нощно виждане са регистрирани и 2 авторски свидетелства за промишлен дизайн.
2. Предложените методи за математически обосновано вземане на решения са използвани в модел на Уеб-базирана система за групово вземане на решения и в оптимизационен модел, реализиран като електронна таблица на MS Excel за определяне на производствено разписание, внедрен във фирма Райс ООД – гр. Пазарджик. При разработването на системата за групово вземане на решения се използват – XHTML, JavaScript, XML, AJAX и интуитивен графичен интерфейс, позволяващ използване от неспециалисти в областта на изследване на

операциите. За подпомагане вземането на мениджърски решения е разработена информационна система за генериране на отчети и справки за дейността на научни организации. Системата е разработена като файлово-базирана система, освободена от сложността на традиционните подходи с използване на бази от данни. Тази система бе внедрена в 3 института на БАН (ИИТ, ЦЛВГ, ГФИ), като справочна система за научноизследователски резултати на научните работници в институтите.

3. В областта на електронното обучение са предложени модели и прототипи на системи, използващи възможностите на съвременните информационни технологии.
- Модел на система за мултимедийно обучение по инженерни дисциплини. Моделът е апробиран чрез прототип за обучение по пневмо-автоматика. Използвани са мултимедийни възможности (анимация и звук) за нагледно представяне и симулиране действието на системите.
  - Система за оценка и самооценка при електронно обучение. Системата позволява гъвкава настройка към нуждите на преподавателите и обучаемите – избор на въпроси с различна сложност или на въпроси от дадена група, генериране на случайни въпроси, и др. Системата е използвана за оценка на знания за програмния език Си.
  - Прототип на система за комбинаторни алгоритми върху графи. Прототипът е създаден чрез програмния език Java и позволява въвеждане на данни за графи, редактиране на данните и визуализирането им. Реализиран е алгоритъмът на Дийкстра за най-къс път върху графи. Може да се използва като учебно пособие за алгоритми върху графи.
  - Методология за разработване на Уеб-базирана система за медицинско обучение. Методологията е базирана на виртуална мултимедийна среда за разработване на електронна система за повишаване нивото на знания и практически умения на студентите по медицина и на практикуващите лекари в областта на миниинвазивната хирургия.

Представените за рецензия публикации се структурират в следните специализирани области:

#### **А. Проектиране на технически системи**

- 1) **Проектиране на ветроенергийни паркове (ВП)** – в тази подобласт попадат публикациите [3, 6, 11, 36]. Публикация [3] (IF:226 и в 25 *Top Hottest Articles*, 04 – 06.2010) описва оригинален метод, базиран на комбинаторна оптимизация за определяне на параметри на ВП, които са оптимални спрямо отношението на инвестиционните разходи към очакваната енерговъзвръщаемост. За разлика от масово използваните напоследък генетични алгоритми, методът осигурява строго оптимално решение, определящо броя и типа на ветрогенераторите, разстоянията между тях (отчитайки ефекта на затъмняване – *wake effect*) и разположението им, съобразено с посоката на вятъра, при зададени размери на ВП. Тази публикация е обект на 27 цитирания в списания с импакт фактор и в специализирани международни списания. Разширена версия на тази публикация е издадена като глава от книга [6] и е била разглеждана и изтегляна повече от 6000 пъти от страни като *USA, UK, India, China, Germany* и др. Разработеният в [3, 6] метод за оптимално проектиране на ВП е интегриран в Уеб-базирано приложение [11] за предварителна оценка на проектирането на ВП, а в [36] се описва обобщен метод за проектиране на ветроенергиен парк, базиран на комбинаторна оптимизация. Описаният метод повишава ефективността на процеса на проектиране на ветроенергийни паркове и намалява инвестиционните рискове в резултат на интуитивното вземане на решения.
- 2) **Проектиране на уреди за нощно виждане (УНВ)** – в тази подобласт попадат публикациите [4, 5, 13, 15, 20, 29 – 33, 38, 39, 42, 44]. Изследвани са уреди за нощно виждане, работещи на принципа на усилване на светлината. Проблемът за оптимално проектиране на УНВ се разглежда като проблем на комбинаторната оптимизация, за решаването на който е предложен оригинален модел [5] (IF:0.106), базиращ се на зависимост на разстоянието на действие от вътрешните параметри на уреда и от външните условия на наблюдение [44]. Този модел е разширен и модифициран за приложение в обобщен метод за проектиране на УНВ при стохастични външни условия [4] (IF:1.375). В [13] е предложена иновативна методология за определяне на границите на изменение на външните условия на наблюдение при зададени параметри на УНВ, базирана на многокритериална оптимизация. Оригинален модел, водещ до решаване на многокритериална смесено-целочислена задача е използван в [15] за определяне на *K* най-добри УНВ, съгласно предпочитанията на потребителя за важността на отделни параметри на уреда. Уеб-базирана архитектура на CAD система за предварителна оценка на възможни проектантски решения за УНВ е описана в [20]. Системата използва два оригинални алгоритъма – обозначени като алгоритъм за „итеративно проектиране“ и алгоритъм за „интелигентно проектиране“. Интерактивният алгоритъм предлага функционално-съвместими комбинации от елементи на опто-електронния канал, водещи до определени комбинации от стойности на параметрите на уреда, от който потребителя може да избира. Интелигентният алгоритъм избира такива съвместими комбинации на елементите, които осигуряват предварително зададени от потребителя стойности на параметрите на уреда. В [29] е предложен оригинален многокритериален метод за избор на УНВ, съобразен с предпочитанията на потребителя по отношение важността на параметрите на уреда. Методът е тестван с числен пример, използващ реални данни за разрешаващата способност, зрителното поле, продължителността на работа на батериите, разстоянието на действие, минималното фокусно разстояние, размерите и теглото на уредите, и цената им. Натрупаният опит при проектирането на УНВ е обобщен в методи за моделиране на процеса на проектиране на УНВ [31]. Разработени са два метода на моделиране – метод на „разумен комбинаторен избор“ и метод на „оптимален комбинаторен избор“. Разработените методи са използвани в описаната в [30] софтуерна система за проектиране на УНВ. Системата отчита зададени външни условия за наблюдение и позволява избор на съвместими компоненти на опто-електронния канал, като

удовлетворява изискванията на потребителя към параметрите на уреда. В [39] е описан многокритериален метод за определяне на допустими комбинации от стойности на външните условия за наблюдение при зададено разстояние на действие на УНВ. Методът е тестван с реални данни и получените резултати позволяват определяне на граничните стойности на условията за наблюдение, за които е в сила указаното от производителя на уреда разстояние на действие. [32] и [33] са 2 свидетелства за промишлен дизайн на приспособления за нощно виждане, регистрирани от Патентно Ведомство на Р. България.

- 3) **Проектиране на модулни технически системи** – в тази подобласт попадат публикациите [8, 19, 21, 22, 24]. В [8] се разглеждат проблемите, свързани с оптималното използване на профилите, използвани при проектиране на унифицирани модули за дограма. За целта е разработен оригинален 1-мерен модел за оптимално в смисъла на минимални загуби, разкрояване (*1-dimensional cutting stock*) за определяне на дължината на изходните заготовки и на схемите на разкрояване на всяка отделна заготовка. Към проблема за проектиране на дограма може да се подходи като към проектиране на модулна система на функционално съвместими модули, осигуряващи оптимални характеристики на проектирана система. Оптимизация на необходимите модули за дограма на унифицирани панелни жилища е извършена [19]. В [22] е разработен метод за дискретен избор на съвместими модули, базиран на оригинален модел, който води до формулиране на еднокритериални нелинейни смесено-целочислени комбинаторни оптимизационни задачи. Методът е успешно тестван чрез реален пример за определяне на оптимални (съгласно потребителските изисквания) комбинации от дънни платки, процесори и памети при конфигуриране на компютърни системи. Структурата на данните и алгоритмите за реализиране на разработения метод в софтуерна система за модулно проектиране са определени в [21]. Един многокритериален метод за проектиране на модулни системи е описан в [24]. Методът е тестван успешно за определяне на Парето-оптимални компютърни конфигурации, удовлетворяващи различни потребителски изисквания.

## **Б. Вземане на обосновани решения**

- 1) **Вземане на решения при поддържане на технически системи** – в тази подобласт попадат публикациите [12, 16, 17, 18, 26, 34]. В [26] е разработен модел, използващ комбинаторна оптимизация за определяне на броя и разположението на сензори за предсказващо поддържане на технически системи (ППТС). При формулирането на еднокритериалната оптимизационна задача се взема предвид зададен толеранс на загуба на информация, спрямо идеалния случай при който са налични всички сензори. В [12] този метод е доразвит като многокритериален метод, при който се вземат предвид едновременно данни от сензорите за повече от един случаи на деформация, при различни натоварвания на съоръжението. В този случай определянето на броя и разположението на сензорите става чрез формулирана многокритериална оптимизационна задача, която се решава чрез лексикографски метод. В [16] е предложен обобщен модел за изграждане на система за подпомагане вземането на решения за ППТС. Иновативна особеност на предложения модел е интегрирането на експертна система в система за подпомагане вземането на решения от традиционен тип. В [17] този модел е използван за разработване на цялостна концепция за изграждане на интелигентна система за наблюдение на техническото състояние при ППМС. Интелигентността на системата се определя от включването на модули за управление на знания които, свързани с модули за наблюдение на състоянието, модули за моделиране и с модул за оценка на състоянието, предлагат обосновано за всеки конкретен случай решение. Идеята за използване на оптимизационен метод за ППТС е изложена в [18]. Предложеният метод се базира на алгоритъм, включващ анализ на разходите и ползите (*cost-benefit analysis*) и решаване на два типа оптимизационни задачи за определяне на оптимална стратегия за поддръжка: а) на машината (системата) като

цяло и б) на всеки отделен компонент. Приложимостта на метода е доказана чрез решаване на числен пример с реални данни за вибрираща хранваща система. В [34] е изследван проблемът за определяне на оптимална стратегия за вземане на решения при условия на неопределеност на информацията при ППТС. Разгледани са различни оптимизационни критерии, подходящи за този случай и е предложен обобщен прогностичен модел, базиран на минимизация на възможните разходи за надценяване и подценяване на състоянието на техническата система.

- 2) **Вземане на решения за обоснован избор в различни приложни области** – в тази подобласт попадат публикации [1, 10, 14, 52]. Много реални практически проблеми са свързани с избор при наличие на много алтернативи и противоречиви изисквания към избора. В [1] (IF:0.210) е предложен метод за числено обоснован избор, базиращ се на ранкиращ алгоритъм, който използва многокритериален комбинаторен оптимизационен модел. Методът е успешно тестван за един реален и лесно разбираем практически проблем – избор на мобилен телефон, съответстващ на различни потребителски изисквания, но може да бъде използван и за всеки друг избор на сложно устройство с много параметри за оценка. В [10] е предложен модел за разработване на Уеб-базирана система за групово вземане на решения (ГВР). Системата използва комбинаторна оптимизация за проблем с много атрибути (*multi-attribute decision making*). За разлика от масово използваните методи за ГВР, разработеният метод взема предвид всички експертни оценки на групата без да използва усредняващи техники. Предложеният модел на система за ГВР се базира на съвременни технологии – XHTML, JavaScript, XML, AJAX. Друг интересен комбинаторен проблем в областта на мениджърското вземане на решения е определянето на инвестиционната атрактивност на държави (или региони) по отношение на различни икономически, политически, социални и др., фактори. За разлика от известните методи, базиращи се на статистически методи, експертни оценки и обзори, в [14] се предлага алгоритъм, използващ комбинаторна оптимизация, за подреждане на държавите в списък по степента на тяхната инвестиционна атрактивност. Разработеният математически модел води до формулиране на многокритериална задача, която се решава многократно, за да се определи подреденият списък на разглежданите инвестиционни субекти. Съществена особеност на предложеният алгоритъм е, че той осигурява подредба, съобразена с предпочитанията на инвеститора за важността на отделните ключови индикатори. Алгоритъмът е тестван с реални данни на Световната Банка за държави от Източна Европа и Средна Азия и интересът към него е потвърден с 114 (към момента) зареждания на публикацията. Публикацията [52] подпомага обоснованото вземане на мениджърски решения под формата на информационно-справочна система. Съществена особеност е разработването ѝ като файлово-базирана система, освободена от сложността на традиционните подходи с използване на бази от данни. Данните се въвеждат в текстови файлове с произволен текстови редактор, но се съхраняват в криптиран вид и само собственикът на системата има достъп до тях. Тази система беше успешно внедрена в 3 института на БАН, като справочна система за научноизследователски резултати на научните работници в институтите.
- 3) **Вземане на решения за разпределение на ресурси (оптимални разписания)** – в тази подобласт попадат публикациите [9, 23, 28]. Определянето на оптимални разписания за много машини е труден комбинаторен проблем. В [28] е предложен метод за определяне на оптимално разписание от типа *job-shop scheduling* за зависима обработка на множество детайли на много машини. Тази разработка е във връзка с договор с ФНИ и е внедрена със значителен (документиран) икономически ефект във фирмата Райс ООД – гр. Пазарджик. Горният метод е доразвит в [9] за определяне на оптимално разписание на множество машини за зависима обработка на част от множество детайли и за независима обработка на останалата част. За целта е предложен паралелен алгоритъм, базиран на паралелно решаване на множество



задачи на целочисленото линейно програмиране. Алгоритъмът е разработен за реализация на съвременни графични процесори NVIDIA, използващи CUDA технология. В [23] е предложен оригинален метод за определяне на оптимален брой работници, за изпълнение на производствени заявки на множество машини с известен брой и продължителност на операциите (*optimal staffing problem*). Оригиналноста на метода се състои в използване на алгоритъм, базиран на използване на модел за двумерно разкрояване на материали (*two-dimensional cutting stock*). Алгоритъмът е успешно тестван с реални данни.

## **В. Електронно обучение (ЕО)**

В тази подобласт попадат публикациите [2, 7, 27, 38, 47, 48]. В [2] (IF:2.203) е предложен концептуален подход за разработване на Уеб-базирана система за проверка на знания. Предназначението на системата е да бъде използвана при електронна или традиционна форма на обучение. Разработена е с цел да позволява гъвкаво адаптиране към условията на оценяване чрез избор на лесни, трудни или случайни въпроси или на определени подмножества от въпроси. Възможно е използване за самооценка или за официален изпит. Във втория случай данните от оценяването се съхраняват на сървър като защитени данни с ограничен достъп. Мултимедийните възможности на съвременните информационни технологии (ИТ) са използвани за разработване на модел на система за ЕО за подготовка на технически и инженерни кадри [7]. Предложен е модел за виртуално симулиране действието на отделни компоненти и на цялостна система (на примера на пневмоавтоматиката). За целта със средствата на масово достъпните езици HTML и JavaScript са разработени подходи за анимация и звукови ефекти, чрез които се повишава ефективността на обучението. Възможностите на съвременните ИТ са използвани и при описаната в [27] методология за разработване на уеб-базирана виртуална мултимедийна среда за разработване на електронна система за повишаване нивото на знания и практически умения на студентите по медицина и на практикуващите лекари в областта на миниинвазивната хирургия. Описан е оригинален концептуален модел на уеб-базирана медицинска информационна система, включваща методология за електронно обучение, както и модел на връзките в учебното съдържание. В [38] са предложени два метода за оценка на времето, необходимо за разработване на курс за ЕО – метод на 1-факторен регресионен анализ и модифициран параметричен метод. Прототип на система за обработка на данни, представени като графи, е описан в [47]. Системата е замислена като учебно пособие за илюстрация на различни алгоритми за обработка на графи и в разработения прототип е реализиран алгоритъмът на Дийкстра за определяне на най-къс път върху графи. В публикацията [48] е описана система за самооценка при ЕО. Системата е разработена с използване на популярните езици за уеб-програмиране – HTML и JavaScript и може да бъде използвана в средата на произволен браузър.

## Резюмета на научните публикации, представени за участие в конкурса

- [1] Mustakerov I., D. Borissova. *A combinatorial optimization ranking algorithm for reasonable decision making*. Comptes rendus de l'Academie bulgare des Sciences, ISSN 0366-8681 0861-1459, Tom 66(1) 2013, pp. 101-110. (IF: 0.210)

Статията е фокусирана върху стратегия за количествено вземане на решения, която може да се използва в процеса на вземане на решения. Разработени са модел за вземане на решения, базиран на многокритериална оптимизация и алгоритъм за подредба на устройства. Тази стратегия може да се използва за подпомагане на обоснован избор в много реални житейски проблеми, когато съществуват различни алтернативи и противоречиви изисквания на потребителите. Алгоритъмът е числено илюстриран и неговата приложимост е доказана по примера на реални данни за мобилни телефони при три различни сценарии за предпочитанията на потребителите.

- [2] Mustakerov I., D. Borissova. *A conceptual approach for development of educational Web-based e-testing system*. Expert Systems with Applications. ISSN: 0957-4174, Vol. 38(11), 2011, pp.14060-14064 (IF: 2.203)

Статията описва концептуален подход за разработване на образователната Web-базирана електронна система за оценяване. Системата има за цел да се подобри ефективността на учебния процес чрез предоставяне на възможности за гъвкаво регулиране на процеса на изпитване. Преподавателите и обучаемите могат да си взаимодействат със системата, като изберат различни варианти за оценка – лесни въпроси, въпроси за напреднали, въпроси в последователен или разбъркан ред, случайно генерирани въпроси или въпроси в рамките на даден диапазон. Системата за електронно оценяване, може да бъде използвана от студенти за самооценка или от преподаватели за официално изпитване. Когато се използва за официално изпитване, информацията за резултатите се изпраща на преподавателя по електронна поща. Системните файлове се съхраняват на сървърната страна и са достъпни чрез Уеб браузър. Прототип на системата, илюстриращ предложеният подход е разработен с помощта на HTML и JavaScript езици. Той е използван за оценка и самооценка на знанията по "*C Programming Language*". Експерименталните резултати показват, че прилагането на предложения подход е полезно, за да улесни разбирането и прилагането на Web-базирани инструменти за електронно оценяване.

- [3] Mustakerov, I., D. Borissova. *Wind turbines type and number choice using combinatorial optimization*. Renewable Energy. ISSN: 0960-1481, Vol. 35(9), 2010, pp. 1887-1894. (IF: 2.226) (in *Top 25 Hottest Articles, Energy, Renewable Energy, April to June 2010, SciVerse, ScienceDirect*).

Статията разглежда проблем, свързан с оптималното проектиране на ветрови парк (ВП). Разработен е комбинаторен оптимизационен модел за избор на типа, броя и разположението на вятърните турбини, който модел взема предвид посоката на вятъра и размерите на ВП. Отношението на инвестиционните разходи за ВП към общата му мощност, изразено като функция от броя и вида на вятърните турбини е използвано като критерий за оптимизация. Оптимизационният проблем е формулиран като едно-критериална смесено-целочислена нелинейна дискретна комбинаторна задача. Различните условия за ВП се въвеждат във формулираните оптимизационни задачи като отношения и ограничения на променливите. Взети са предвид две основни посоки на вятъра – вятър от всички посоки и вятър с една известна преобладаваща посока, които са изследвани по отношение на два типа ВП – ВП с квадратна форма и ВП с правоъгълна форма. Предложеният метод за проектиране на ВП е тестван числено чрез решаване на различни оптимизационни задачи на базата на реални параметри за вятърните турбини. Числовото тестване показва приложимостта на разработения метод за оптимизация на ВП. За разлика от масово използваните евристични методи, използването му ще помогне да се извърши математически обоснован избор на броя, типа и разположението на вятърните турбини в проектирания ВП.

- [4] Borissova D., I. Mustakerov. *A generalized optimization method for night vision devices design considering stochastic external surveillance conditions*. Applied Mathematical Modelling, ISSN: 0307-904X, Vol. 33, 2009, pp. 4078-4085. (IF: 1.375).

Описан е обобщен оптимизационен метод за проектиране на уреди за нощно виждане (УНВ), който взема предвид стохастичната природа на външните условия на наблюдение – естествена нощна осветеност, пропускане на атмосферата, контраст между наблюдавания обект и фона, и типа на наблюдавания обект. Основната идея на този метод е да бъде оптимизиран процеса на проектиране на УНВ чрез оптимален избор на основните му елементи – обектив, електроннооптичен преобразувател, окуляр и електрическо батерийно захранване, като се има предвид влиянието на стохастичната природа на външните условия за наблюдение. За

целта е формулиран стохастичен нелинеен смесено-целочислен многокритериален оптимизационен модел. В резултат от решаването на формулираните многокритериални оптимизационни задачи се получава оптимална комбинация на елементи, както и предварителна оценка за експлоатационните характеристики на проектираното устройство – разстояние на действие (отчитайки стохастичната природа на външните условия на наблюдение), тегло, цена и време на продължителна работа с избрания тип електрически батерии. Показан е числен пример за оптимален избор на елементи за УНВ от зададени множества обективи, електроннооптични преобразуватели, окуляри и типове електрически батерии. Използването на описаният метод води до увеличаване на ефективността на проектиране на УНВ.

- [5] Mustakerov I., D. Borissova. *Technical systems design by combinatorial optimization choice of elements on the example of night vision devices design*. Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences, ISSN 1310-1331, Tom 60, No 4, 2007, pp. 373-380 (IF= 0.106).

Процесът на проектиране на реални технически системи често се свързва с необходимостта от подходящ избор на елементи и/или подсистеми. В резултат на световната глобализация и технологичното развитие съществуват различни стандартизирани елементи (но с различни параметри, качество и цена) от които трябва да се направи избор. Основната идея, разработена в статията, е да се използва набор от готови модули, от които да се направи гъвкав интелигентен избор, който да удовлетворява различни изисквания към проектираната система. Използването на комбинаторен оптимизационен избор намалява разходите за изграждане и тестване на множество прототипи. Предложеният метод е илюстриран за случая на проектиране на уреди за нощно виждане, като са показани някои експериментални числени резултати.

- [6] Mustakerov I., D. Borissova. *Wind Park Layout Design Using Combinatorial Optimization* – book chapter. Wind Turbines, Edited by: Ibrahim Al-Bahadly, ISBN 978-953-307-221-0, Hard cover, 652 pages, Publisher: InTech, Publication date: April 2011, pp. 403-424. (publication accessed 6000 times with downloads from USA, UK, India, China, Germany, etc. – благодарствено писмо от редакцията)

Проектирането на схемата на ветроенергиен парк (ВП) е важно за използването на вятърната енергия, без увеличаване на разходите по проекта. Предложен е комбинаторен оптимизационен метод за моделиране на проектирането на ВП, като се взема предвид формата на ВП, размера и ориентацията му, както и различни изисквания и ограничения. Той се използва за формулиране на еднокритериални смесено-целочислени нелинейни оптимизационни задачи. Отношението на инвестиционните разходи към мощността, като функция на броя и вида на вятърните турбини, се използва като критерий за оптимизация. Решенията на формулираните задачи за оптимизация дават оптималния брой и тип на вятърните турбини за дадена площ на ВП. Приема се, че от технологична гледна точка е по-добре всички турбини във ВП да са от един и същи тип. Броят на вятърните турбини се определя, като се взема предвид размера на ВП и препоръчителните разстояния между тях. Разстоянието между турбините се моделират чрез въвеждане на съответни променливи коефициенти и долни и горни граници за тях. Стойностите на тези коефициенти и броят на турбините определят разположението на турбините във ВП, съобразено с посоката на вятъра.

- [7] Borissova D., I. Mustakerov. *A framework of multimedia e-learning design for engineering training*. Advances in Web Based Learning, Marc Spaniol, Qing Li, Ralf Klamma, Rynson W.H. Lau (Eds.), Springer, Lecture Notes in Computer Science, ISBN: 978-3-642-03425-1, Vol. 5686, 2009, pp. 88-97.

Статията представя нов подход за проектиране и разработване на интерактивна мултимедийна система за електронно инженерно обучение. Основната цел е да се насърчи разработването на ефективни и персонализирани системи за електронно инженерно обучение с малки разходи, чрез използване на популярни и евтини софтуерни инструменти. Описаният подход е обобщение на опита на авторите, придобит в разработването на система за електронно обучение по пневмоавтоматика. Този модел може да се използва за разработване на уеб-базираните системи за он-лайн или оф-лайн персонализирано електронно обучение, както за студенти, така и за специалисти. Предложеният подход се илюстрира със снимки на екрани и описания на оперативни алгоритми. С помощта на езиките HTML и JavaScript е реализирана софтуерна система за обучение по пневмоавтоматика, която е тествана и използвана за обучение на студенти.

- [8] Mustakerov I., D. Borissova. *One-dimensional cutting stock model for joinery manufacturing*. 18th Int. Conference on Circuits, Systems, Communications and Computers (CSCC 2014) during July 17-21, 2014 Santorini Island, Greece (accepted for presentation in a regular session)

Настоящата статия описва модел на 1-мерно разкрояване за производство на дограма. Елементите на дограмата се различават по размер и брой, които са специфични за всеки конкретен проект. Целта е да се

определи оптималната дължина на заготовките (които обикновено се поръчват с еднакъв размер в големи количества), за да се удовлетвори необходимостта от материали за всички елементи на дограмата. Заедно с това, е необходимо да се намерят оптималните модели за разкрояване, които минимизират отпадъците. За целта се предлага модел на 1-мерно разкрояване, включен в комбинаторна оптимизация. Числен пример от реалния живот е представен, за да се илюстрира приложимостта на предложения модел.

- [9] Borissova D., I. Mustakerov. *A parallel algorithm for optimal job shop scheduling of semi-constrained details processing on multiple machines*. 18th Int. Conference on Circuits, Systems, Communications and Computers (CSCC 2014) during July 17-21, 2014 Santorini Island, Greece (accepted for presentation in a regular session)

Статията представя един метод за определяне на оптимално разписание за вариант на *constrained job shop*, когато обработката на някои детайли е независима, а други имат определен ред за обработка (*semi-constrained scheduling*). Описаният метод има за цел да определи график, който намалява общата продължителност на обработка по такъв начин, че всички определени последователности на операциите са изпълнени. За целта, се предлага паралелен алгоритъм, базиран на оптимизационни задачи от линейното програмиране, които се решават едновременно. Описаният метод за определяне на оптимални производствени графици на полу-зависима обработка на детайли е тестван числено за реален проблем.

- [10] Mustakerov I., D. Borissova. *A Web Application for Group Decision-Making based on Combinatorial Optimization*. 4th Int. Conference on Information Systems and Technologies (ICIST 2014), ISBN: 978-0-9561122-5-5, March 22-24, 2014, Valencia, Spain, pp. 46-56.

Много приложения на операционните изследвания се използват за подпомагане на мениджърите при вземането на интелигентни решения. Създаване на инструменти за надеждно и ефективно вземане на решения е предпоставка за ефективността и интелигентността на бизнеса (*business intelligence*). В настоящата статия се предлага модел за Web-базиран инструмент за подпомагане груповото вземане на решения. Той използва мулти-атрибутен метод за вземане на решения, който се основава на комбинаторна оптимизация. Разработеният математически модел отчита тегловните стойности на критериите на всички членове на групата и техните оценки за всяка алтернатива. Формулирана е еднокритериална смесено-целочислена оптимизационна задача, чието решаване дефинира оптималната алтернатива. Предложен е модел за Web-базирано приложение за подпомагане вземането на групови решения, който се основава на използването на XHTML, JavaScript, XML и AJAX технологии и на модули за смесено-целочислена оптимизация. Описаният метод на групово-вземане на решения чрез комбинаторна оптимизация и моделът на Web-базирано приложение са тествани и резултатите показват приложимостта им за вземане на групови решения.

- [11] Borissova D., I. Mustakerov. *Web-based Tool for Preliminary Assessment of Wind Power Plant Design*. 4th Int. Conference on Information Systems and Technologies (ICIST 2014), ISBN: 978-0-9561122-5-5, March 22-24, 2014, Valencia, Spain, pp. 139-149.

Проектирането на надеждна и ценово-ефективна индустриална вятърна електроцентрала е предпоставка за ефективното използване на вятърната енергия като алтернативен ресурс. Дизайнът на ветрови парк (ВП) включва определянето на вида, броя и разположението на вятърните турбини за определено ветрово поле. Предварителната оценка на проекта ВП ще намали възможността от скъпо струващи грешки при практическата реализация на проекта. Описан е уеб базиран инструмент за предварителна оценка на проекта на вятърна електроцентрала. Използва се оригинален алгоритъм с два клона ("итеративен" и "интелигентен"). Предложеният инструмент може да се използва, за да се симулират и оценяват различни проекти за вятърни електроцентрали чрез предварителна оценка на произведената енергия и свързаните с това разходи. Приложимостта на описаният инструмент се демонстрира чрез реални данни за вятърни турбини и параметри на ВП.

- [12] Mustakerov I., D. Borissova. *Multi-Criteria Model for Optimal Number and Placement of Sensors for Structural Health Monitoring: Lexicographic Method Implementation*. Int. Journal of Advanced Modeling and Optimization, ISSN: 1841-4311, Vol. 16(1), 2014, pp. 103-112.

Предсказващото поддържане на машини и съоръжения на базата на реакция на динамична информация, получена от сензори, е важно, за да се определи възможността за повреда на оборудването. Оптималният брой и разположение на сензорите е съществен проблем при наблюдението на структурната здравина. Статията разглежда този проблем чрез формулиране на многокритериален модел. Този модел взема под внимание всички разположения на сензорите и съответстващите криви на променливо във времето натоварване. Въз основа на този модел, се формулира многокритериална оптимизационна задача, където един от критериите

максимизира информацията, предоставена от сензорите, а друг критерий минимизира броя на сензорите. За решаване на многокритериалната оптимизационна задача се използва лексикографският метод. Броят и разположението на сензорите са определени, като се взема предвид зададен приемлив толеранс за загуба на информация, в сравнение с идеалния случай, когато всички сензори са налице. Резултатите от численото тестване показват възможността за практическото прилагане на този модел за предсказващо поддържане на машини и съоръжения.

- [13] Borissova D., I. Mustakerov, E. Bantutov. *Methodology for determining of surveillance conditions in relation to night vision devices performance*. Int. Journal of Advanced Modeling and Optimization, ISSN: 1841-4311, Vol. 16(1), 2014, pp. 51-59.

Днес уредите за нощно виждане са широко използвани. Разстоянието на действие е един от най-важните параметри за уредите за нощно виждане. От гледна точка на потребителя, е интересно да се знаят външните условия на наблюдение, които да съответстват на каталожните данни за конкретно устройство. Различните комбинации на външните условия на наблюдение, съобразени с разстоянието на действие на даден уред могат да бъдат оценени чрез предлаганата методология, базирана на многокритериална оптимизация. Тя определя граничните външни условия за наблюдение на даден уред, съответни на разстоянието му на действие, дадено в каталога на производителя. Описаната методология е числено проверена за два реални уреда за нощно виждане (очила и прицел). Резултатите показват, че описаната методология може да помогне на потребителя да компенсира липсваща или непълна информация в съответния каталог на уредите за нощно виждане.

- [14] Mustakerov I., D. Borissova. *Investments attractiveness via combinatorial optimization ranking*. Int. Journal of Management Science and Engineering, pISSN 2010-376X, eISSN 2010-3778, Vol. 7(10), 2013, pp. 230-235. (114 downloads)

Статията предлага метод за класиране на множество от потенциални страни, в които да се инвестира, като се взема предвид гледната точка на инвеститора за важността на различните икономически показатели. За целта се предлага алгоритъм за класиране, който подпомага рационалното вземане на решение. Описаният алгоритъм се основава на използване на комбинаторна оптимизация, и на многократно решаване на многокритериални задачи. Крайният резултат е списък на страните, класирани по отношение на предпочитанията на инвеститорите за важността на икономическите показатели за инвестиционната атрактивност. Различни сценарии са симулирани, съответстващи на различни предпочитания на инвеститорите. Числен пример с набор от реални данни за показателите е решен. Числовото тестване показва приложимостта на описания алгоритъм. Предложеният метод може да се използва с произволни набори от показатели, взети като критерии за класиране и за различни гледни точки на инвеститорите за важността на отделните критерии.

- [15] Borissova D., I. Mustakerov. *K-best night vision devices by multi-criteria mixed-integer optimization modeling*. Int. Journal of Information Science and Engineering, pISSN 2010-376X, eISSN 2010-3778, Vol. 7(10), 2013, pp. 205-210. (193 downloads)

В тази публикация е описан метод за определяне на  $k$  най-добри уреди за нощно виждане на базата на многокритериален смесено-целочислен оптимизационен модел. Параметрите на уредите за нощно виждане са разглеждани като критерии, които трябва да бъдат оптимизирани. Използвайки различни потребителски предпочитания за относителната важност на параметрите на уредите, различни набори от  $k$  най-добри уреди могат да бъдат определени. Едно "идеално" устройство, за което всички негови параметри имат оптимални стойности е използвано, за да се определи колко далеч от "идеалното" е дадено конкретно устройство. Представена е процедура за оценка на отклонението между "идеалното" решение и получените  $k$  най-добри уреди. Приложимостта на предложения метод е числено илюстрирана с помощта на данни за реални уреди за нощно виждане. Предложеният метод допринася за качеството на решенията за избор на уреди за нощно виждане, като прави процеса на вземане на решения по-обоснован, рационален и ефективен.

- [16] Borissova, D., I. Mustakerov. *An integrated framework of designing a decision support system for engineering predictive maintenance*. Int. Journal of Information Technologies & Knowledge, ISSN 1310-0513 (printed), ISSN 1313-0463 (online), Vol. 6, No 4, 2012, pp. 366-376.

В статията е описана структура на система за подпомагане вземането на решения (СПВР) за предсказващо поддържане на технически системи в строителството. Предложената структура обединява традиционната СПВР с предимствата на една експертна система. Докато традиционната СПВР представлява управление на данни, методология за вземане на решение и потребителски интерфейс, то експертната система използва символна логика и обяснение на предложеното решение. Това подпомага лицето, вземащо решения при вземането на

стратегически решения чрез представяне на информация и разяснения за различните алтернативи. Същността на предложената интегрирана структура на СПВР е възможността за интегриране на актуална информация от мониторинга на структурата и от модули за моделиране на структурата с модули за управление на знания и в модул за управление на техническото състояние. Диаграми на потока от данни се използват за определяне на това, как да се обработват и съхраняват данните. Те показват също входните и изходни точки на данните и са важен инструмент за подпомагане изграждането на логически модел на проектираната система. Всичко това допринася за повишаване на предсказващото поддържане на техническата система чрез обединяване на предимствата на СПВР с възможностите на една експертна система.

- [17] Borissova D., I. Mustakerov. *Concept of intelligent e-maintenance decision making system*. Innovations in Intelligent Systems and Applications (INISTA), 2013 IEEE International Symposium. 19-21 June 2013, Albena, Bulgaria. Print ISBN: 978-1-4799-0659-8, DOI: 10.1109/INISTA.2013.6577668

Технологичното развитие доведе до повишена сложност и в индустриалните машини и в производствените системи. В съвременната индустрия все повече се изисква да се работи при висока надеждност, при ниска степен на риск за околната среда и при повишаване на безопасността на хората, при работа с максимална прозводителност. Следователно, предотвратяването на аварии и ранното откриване на машини и системи с проблеми, увеличава полезния срок на експлоатация на оборудването. Статията описва концепция на интелигентна е-система за поддръжка вземането на решения чрез ефективно използване на способността на експертна система за определяне на параметрите на стратегията за поддръжка. Концепцията на описаната система включва актуална информация от мониторинг на състоянието и моделиращи модули заедно с модул за управление на знания, и чрез модул за оценка на състоянието се осъществява най-подходящото вземане на решения. Интелигентният избор на стратегия е илюстриран с числен пример.

- [18] Mustakerov I., D. Borissova. *An intelligent approach for optimum maintenance strategy defining*. Innovations in Intelligent Systems and Applications (INISTA), 2013 IEEE International Symposium. 19-21 June 2013, Albena, Bulgaria. Print ISBN: 978-1-4799-0659-8, DOI: 10.1109/INISTA.2013.6577666

Бързият растеж на индустриите усложнява функциониране на системите и засилва процеса на техническа поддръжка. Това подчертава необходимостта от по-ефективно планиране на поддръжката. Подобренето в технологията за поддръжка разчита на предсказваща поддръжка, която се основава на определянето на състоянието на машините по време на работа. Планирането на поддръжката е сложен проблем, включващи както наблюдение на състоянието, така и експертни знания. В статията се предлага интелигентен метод за дефиниране на оптимална стратегия за предсказваща поддръжка. Той се основава на методология за предсказваща поддръжка която увеличава надеждността на определяне на оптималната стратегия за поддръжка. За целта е разработен алгоритъм, базиран на анализ на разходите и ползите и на решения на оптимизационни задачи. Предложеният метод за оптимална предсказваща поддръжка е демонстриран по примера на реални данни за вибриращо захранващо устройство. Резултатите от числената илюстрация показват приложимостта на интелигентното вземане на решения за определяне на оптимална стратегия за предсказваща поддръжка.

- [19] Korsemov Ch., Hr. Toshev, I. Mustakerov, D. Borissova, V. Grigorova. *An optimal approach to design of joinery for renovation of panel buildings*. Int. Journal of Science and Engineering Investigations, ISSN: 2251-8843, Vol. 2(18), 2013, pp. 117-122.

Статията описва метод за вземане на решения за оптимално проектиране на дограма за панелни сгради. Методът за подпомагане вземането на решения е илюстриран чрез предложен алгоритъм за оптимално проектиране на дограма при обновяването на панелни сгради. Изследването показва наличие на разнообразие от модули за различните панелни сгради в България. Съществува възможност за намаляване на вариантите на използваната дограма в панелни сгради чрез използване на набор от унифицирани модули, като се вземат предвид различията в съществуващите панелни сгради. Използването на описания метод допринася за намаляване на цените, материалите и времето за проектиране на дограма.

- [20] Borissova D., I. Mustakerov, E. Bantutov. *Web-based architecture of a system for design assessment of night vision devices*. Int. Journal of Computer, Information Science and Communications, pISSN 2010-376X, eISSN 2010-3778, Vol. 7(7), 2013, pp. 62-67.

Днес устройствата за нощно виждане (УНВ) са широко използвани както за военни, така и за граждански приложения. Разнообразието на приложения за нощно виждане изисква разнообразие и от УНВ с различни конструкции. Предложена е уеб базирана архитектура на софтуерна система за предварителна оценка на

конструкцията, преди реалното производство на уреда. Предложената архитектура на уеб - базираната система се основава на прилагането на математически модел за проектиране на уреди за нощно виждане. Един алгоритъм с две компоненти – за итеративно проектиране и за интелигентно проектиране е разработен и интегриран в структурата на системата. Итеративната компонента предлага съвместими комбинации модули от които да се избира. Интелигентната компонента осигурява съвместими комбинации от модули, които отговарят на изискванията на потребителите към дадени параметри на устройството. Предложената уеб-базирана архитектура на системата за оценка на конструкция на уреди за нощно виждане е тествана чрез прототип на системата. Тестването показва приложимостта и на двете итеративна и интелигентна компоненти на алгоритъма за проектиране.

[21] Mustakerov I., D. Borissova. *Data structures and algorithms of intelligent Web-based system for modular design. International Journal of Computer Science and Engineering*, pISSN 2010-376X, eISSN 2010-3778, Vol. 7(7), 2013, pp. 87-92. (94 downloads)

През последните години, разработването на нови продукти става все по-конкурентно и глобализиращо се и фазата на проектиране е от решаващо значение за успеха на продукта. Концепцията на модулност може да осигури необходимата основа на организациите, за да проектират продукти, които могат да отговорят бързо на нуждите на пазара. Статията описва структури от данни и алгоритми за интелигентна Web-базирана система за модулен дизайн, като се вземат предвид съвместимостта на модулите и зададените проектни изисквания. Интелигентността на системата се осъществява от алгоритми за избор на модули, отразяващи всички ограничения и изисквания към системата. Предложената структура на данни и алгоритмите са илюстрирани с пример за конструиране на компютърна конфигурация за персонален компютър. Приложимостта на предложените алгоритми и структури на данните е тествана чрез прототип на Web-базирана система.

[22] Mustakerov I., D. Borissova. *A discrete choice modeling approach to modular systems design. World Academy of Science, Engineering and Technology*, pISSN 2010-376X, eISSN 2010-3778, Issue 76, 2013, pp. 133-139.

Статията предлага метод за проектиране на модулни системи, базирани на оригинална техника за моделиране и формулиране на комбинаторни оптимизационни задачи. Предложеният метод е описан по примера на проектиране на конфигурация на персонален компютър. Той взема предвид съществуващите ограничения за съвместимост между модулите и може да бъде разширен и изменен, за да отрази различните функционални и потребителски изисквания. Разработената техника за моделиране на проектирането се използва за формулиране на еднокритериални смесено-целочислени задачи за нелинейна оптимизация. Практическата приложимост на разработения метод е числено тествана на базата на реални данни за компютърни модули. Решения на формулираните оптимизационни задачи определят оптималната конфигурация на системата, която отговаря на всички ограничения за съвместимост и на изискванията на потребителите.

[23] Borissova, D., I. Mustakerov. *An algorithm for an optimal staffing problem in open shop environment. World Academy of Science, Engineering and Technology*, pISSN 2010-376X, eISSN 2010-3778, Issue 76, 2013, pp.46-50.

Статията разглежда проблема за оптимално определяне на необходимия персонал в open shop среда. Проблемът е да се определи оптималния брой на операторите, обслужващи определен брой машини за изпълнение на зададен брой независими операции, като същевременно се минимизира престоят на персонала. С помощта на представяне като диаграма на Гант, проблемът се моделира като двумерен проблем за разкрояване на материал. Използва се модел на смесеното целочислено програмиране, за да се получи минималното време за обработка за фиксиран брой на операторите и на машините. Един алгоритъм за определяне на необходимия персонал в open shop среда е разработен на базата на повтарящо се решаване на формулираната оптимизационна задача. Изпълнението на разработения алгоритъм осигурява оптимален брой на операторите, в смисъла на минимален престой на персонала. Предложеният алгоритъм е тестван числено за реален проблем. Резултатите от изпитванията показват практическата приложимост за подобни проблеми.

[24] Mustakerov I., D. Borissova. *Modular systems design via multi-objective optimization. Int. Journal of Advanced Modeling and Optimization*, ISSN: 1841-4311, Vol. 15, No 2, 2013, pp. 421-430.

Проектирането на модулни технически системи следва да се съобразява със съвместимостта, функционалните ограничения и изискванията на потребителите и е сложен комбинаторен проблем. Настоящата статия предлага метод за проектиране, базиран на математическо моделиране и многокритериални комбинаторни оптимизационни задачи. Предложеният метод е илюстриран на примера на конфигурация на персонален компютър. Вземат се предвид съществуващите ограничения за съвместимост между основните модули на персоналният компютър и може да се отразяват различните функционални и потребителски изисквания.

Разработената техника за моделиране на проектирането се използва за формулиране на многокритериални дискретни смесено-целочислени оптимизационни задачи. Практическата приложимост на разработения метод е показана с числени примери, базирани на реални данни за модули за персонални компютри. Решенията на формулираните задачи определят Парето-оптимални комбинации от модули, които съответстват на ограниченията за съвместимост и на зададените изисквания на потребителите. Резултатите от числените експерименти показват възможността за практическо приложение на предложения метод за проектиране на модулни системи.

- [25] Mustakerov I., D. Borissova, E. Bantutov. *Multiple-choice decision making by multicriteria combinatorial optimization*. Int. Journal of Advanced Modeling and Optimization, ISSN: 1841-4311, Vol. 14, No 3, 2012, pp. 729-737.

Статията третира проблем, свързан с вземане на решения при избор на повече от един обекти, при наличие на ограничения. Един гъвкав метод, основаващ се на комбинаторна оптимизация е разработен за избор на повече от едно устройства, отговарящи на различни изисквания на лицето, вземащо решения. Описаният метод се основава на формулировка на многокритериални смесено-целочислени линейни оптимизационни задачи. Решенията на задачите определят Парето-оптимални селекции на даден брой обекти. Численото тестване на примера на избор на лаптопи показва практическата приложимост за решаване на проблеми на дискретен множествен избор.

- [26] Borissova D., I. Mustakerov, L. Doukovska. *Predictive maintenance sensors placement by combinatorial optimization*. Int. Journal of Electronics and Telecommunications. ISSN 0867-6747, Vol. 58(2), 2012, pp. 153-158.

Стратегията за мониторинг за предсказващо поддържане е важна за успешното откриване на повреди в технически системи. Мониторингът използва динамична информация, за да определи възможността за повреда. Основните фактори на анализа за откриване на грешки са свързани със свойствата на структурата, която се наблюдава, събирането на сигнали и обработването им. При контрол на вибрациите, сигналите за реакция на структурата са ограничени от броя на сензорите или от броя на входните канали на системата за събиране на данни. Съществен проблем в наблюдението за предсказващо поддържане е оптималното разполагане на сензорите. Статията разглежда този проблем чрез използване на смесено-целочислени задачи на линейното програмиране. Предложеният метод за оптимално разположение на сензорите се базира на разликата в информацията от сензора, ако той е налице и информацията, изчислена чрез линейна интерполация, ако сензорът не е налице. Резултатите от решаването на задачите определят оптималните места сензорите за определен брой сензори. Резултатите от избраните места на сензорите дават възможно най-близо повтаряне на кривата на функцията на динамичната реакция на структурата. Предложеният метод се използва в алгоритъм за предсказващо поддържане и резултатите от численото тестване показват, че заедно с интелигентна обработка на сигналите този метод е подходящ за практическо приложение.

- [27] Borissova D., I. Mustakerov. *Methodology for design of Web-based laparoscopy e-training system*. European Journal of Open, Distance and E-Learning – EURODL, ISSN: 1027-5207, <http://www.eurodl.org/?p=current&article=448>, November, 2011.

Съвременните мултимедийни инструменти, съчетани с възможностите на Интернет, позволяват на Уеб-базираното електронно обучение да преодолява много от недостатъците на традиционното обучение. Статията е фокусирана върху използването на виртуална мултимедийна среда за разработване на електронна система за повишаване нивото на знания и практически умения на студентите по медицина и на практикуващите лекари в областта на мини-инвазивната хирургия. Описан е концептуален модел на уеб-базирана медицинска информационна система, включваща методология за електронно обучение, както и модел на връзките в учебното съдържание. Системата допринася за поддържане и усъвършенстване нивото на знания и практическите умения на специалистите по миниинвазивна хирургия, запознавайки ги с най-новите научни постижения и със съвременните лапароскопски технологии. Описан е изследователски прототип на уеб-базираната медицинска информационна система за електронно обучение по мини-инвазивна хирургия.

- [28] Mustakerov I., D. Borissova. *Optimal manufacturing scheduling for dependent details processing*. Int. Journal of Computer and Information Engineering, pISSN 2010-3921, eISSN 2010-393X, Vol. 2(8) 2008, pp. 493-497.

Нарастващата конкурентност в промишлеността принуждава производителите да търсят ефективни производствени графици за обработка. Статията представя метод за оптимизиране на производствен график за зависима обработка на детайли, със зададени последователности на обработките и време на обработка на



детайли на множество машини. Чрез дефинирането на променливи за началните и крайни моменти на обработка на детайлите, е възможно да се въвеждат лесни за разбиране ограничения за тези променливи, които да задоволят различни технологични изисквания и да се формулират нетрудни за решаване на оптимизационни задачи за множества детайли и машини. Решен е числен пример за седем базови детайла за металорежещи машини с ЦПУ, които се обработват на пет различни машини със зададен ред на обработка на определени машини и известна продължителност на времето на обработка. В резултат на решаването на линейна оптимизационна задача се получава оптимален производствен график, който минимизира общото време за обработка. Графикът определя и моментите на доставката на детайлите, като минимизира разходите за съхранение и осигурява монтаж в изискваните по план моменти от време. Предложеният метод за оптимизация се основава на реален проблем. Различни варианти на производствени разписания за различни технологични ограничения бяха определени и приложени в практиката на българската фирма РАИС ООД. Предложеният метод би могъл да се обобщи и за други проблеми за определяне на производствени разписания в други приложени области.

[29] Borissova D., I. Mustakerov. *Multicriteria choice of night vision devices considering the impact of their performance parameters*. Int. Journal of Advanced Modeling and Optimization, ISSN: 1841-4311, Vol.10, No 1, 2008, pp. 81-93.

Проблемът за техническа оценка и избор на устройства, не е лесен процес на вземане на решение. Технологичното развитие и наличието на много и различни технически решения с различни работни параметри определя сложни комбинаторни проблеми за избор. Устройствата за нощно виждане (УНВ) са станали доста популярни в последно време и са пример за сложен технически избор с противоречиви параметри. Статията описва важни параметри на УНВ, които трябва да бъдат взети под внимание и предлага метод на многокритериална оптимизация за интелигентен избор на УНВ. Предложеният метод използва популярният метод на претеглената сума, за да се съобрази с различните предпочитания на потребителите чрез определяне на относителните тегла на УНВ параметрите, които се разглеждат като целеви функции. Практическата приложимост на предложения метод е доказана чрез конкретни примери за избор на очила за нощно виждане, съответстващи на различни потребителски предпочитания. Реален набор от устройства, предлагани в Интернет, се използва за формулиране на оптимизационните задачи. Предложеният метод за многокритериален избор може да се използва за всички видове уреди за нощно виждане, както и за други технически устройства, за да се направи добър избор, съответстващ на зададените предпочитания и ограничения.

[30] Mustakerov I., D. Borissova. *Software system for night vision devices design by reasonable combinatorial choice*. Proc. of Int. Conf. on Theory and Applications in Mathematics and Informatics, Alba Iulia, Romania (Eds. D. Breaz, N. Breaz, D. Wainberg), ISBN 978-973-1890-01-2, 30.08-02.09.2007, Alba Iulia, Romania, pp. 43-53.

Описана е уеб-базирана софтуерна система за проектиране на уреди за нощно виждане (УНВ). За моделиране на процеса на проектиране се използва обоснован комбинаторен избор. Процесът на моделиране на проектирането на УНВ включва избор на основните модули (обективи, електроннооптични преобразуватели, окуляри), като се вземат предвид техните зависимости и ограничения, както и външните условия на наблюдение. Системата изчислява работните разстояния на устройството (за откриване, разпознаване и идентификация), усилването на уредите, и теглото и цената на оптоелектронния канал. Ако изчислените параметри не са това, което се изисква от проектанта, той може да избере друга комбинация от модули и да повтори изчисленията. Внедреният обоснован комбинаторен избор дава възможност на проектанта да въведе желани граници за някои параметри и системата автоматично избира възможните комбинации от модули, за да ги удовлетвори. Системата е изградена като уеб-базирано приложение и работи в средата на браузъра. Използва се JavaScript и е независима от операционната система, инсталирана на клиентската страна. Тя може да се използва едновременно и независимо от всеки Интернет - потребител, тъй като всички данни и изчислени параметри на УНВ са заредени и се съхраняват на компютъра на потребителя и не са достъпни за останалите потребители. Използването на разработената софтуерна система като инструмент за виртуално проектиране на УНВ, намалява разходите за изработване и тестване на множество прототипи.

[31] Borissova D., I. Mustakerov. *Night vision devices design process modelling*. Proc. of Int. Conf. on Theory and Applications in Mathematics and Informatics, Alba Iulia, Romania (Eds. D. Breaz, N. Breaz, D. Wainberg), ISBN 978-973-1890-01-2, 30.08-02.09.2007, Alba Iulia, Romania, pp. 55-66 .

Статията се фокусира върху проблеми, свързани с моделирането на процеса на проектиране на устройства за нощно виждане (УНВ) като комбинаторен избор. Дефиниран е модел на УНВ, който се използва за виртуална симулация на проектирането чрез формулировка на оптимизационни задачи. Два метода за процеса на

виртуалното проектиране на УНВ са описани – разумен избор и оптимален комбинаторен избор на основните модули на УНВ. Като резултат от използването на тези методи се изчислява предварителна оценка на експлоатационните характеристики на уредите (работни разстояния, при зададени външни условия на наблюдение, тегло и цена). Разумният комбинаторен избор може да се използва като инструмент за симулация, за да се тестват различни комбинации от модули при различни външни условия на наблюдение. Оптималният комбинаторен избор използва формулирани нелинейни смесено-целочислени еднокритериални или многокритериални оптимизационни задачи. Решаването на формулираните оптимизационни задачи дава оптималната (или Парето-оптимална) комбинация от модули за зададените ограничения и критерии. И двата метода подпомагат разработването УНВ, като избягват традиционния процес на проектиране, основан на "проби и грешки" и намаляват разходите за изграждане и тестване на множество прототипи.

[34] Borissova D., I. Mustakerov, V. Grigorova. *Engineering systems maintenance by optimal decision making strategies under uncertainty conditions*. Problems of Engineering Cybernetics and Robotics, ISSN: 0204-9848, Vol. 63, 2011, pp. 14-21.

Направен е анализ на оптимални стратегии за вземане на решения в условията на неопределеност при поддръжка на инженерни системи. Описани са характеристиките на неопределеност на информацията и подходи към процеса на вземане на решение, базирани на оптимизационни модели. Показан е обобщен прогнозиращ модел за диагностика и техническо обслужване на инженерни системи.

[36] Borissova D., I. Mustakerov. *A generalized combinatorial optimization approach to wind power plant design*. Cybernetics and Information Technologies, ISSN: 1311-9702, Vol. 10(4), 2010, pp. 62-74.

Статията разглежда проблеми, свързани с проектирането на ветроенергиен парк. Основните стъпки на проектирането са описани и структурирани. Предложен е обобщен метод, използващ комбинаторна оптимизация за оптимално проектиране на ветроенергиен парк. Целта е да се повиши ефективността на процеса на проектиране чрез използване на математическо моделиране и формулиране на оптимизационни задачи. Могат да се формулират еднокритериални или многокритериални оптимизационни задачи, чиито решения определят предварителни теоретични оценки за параметрите на ветроенергиен парк. Прилагането на предложения метод води до намаляване на времето, разходите и рисковете, свързани с вземането на интуитивни решения.

[38] Halachev P., I. Mustakerov. *Evaluation of the time needed for e-learning course developing*. Cybernetics and Information Technologies, ISSN: 1311-9702, Vol. 9(3), 2009, pp. 86-95.

Статията описва метод за оценяване на времето, необходимо за разработването на електронен курс за обучение, което е съществена част от разходите за разработване на електронен курс. Предложени са два количествени метода: еднофакторен регресионен анализ и модифициран параметричен метод. Методът на параметричното моделиране е разширен чрез въвеждане на набор от по-точни показатели заедно с техните съответни теглови коефициенти. Тези методи могат да се използват за предварително планиране на разходите за разработване на курс за електронно обучение.

[39] Borissova D., I. Mustakerov. *A multicriteria approach to exploring combinations of external surveillance conditions defining a given NVD working range value*. Cybernetics and Information Technologies ISSN: 1311-9702, Vol. 9, No 4, 2009, pp. 102-109.

Разстоянието на действие е един от най-важните параметри, който се дава в каталожните данни на УНВ. От гледна точка на потребителя, е важно да бъдат определени валидни комбинации от външни условия за наблюдение, които съответстват на това разстояние. За целта е формулиран многокритериален оптимизационен проблем. Решението на този оптимизационен проблем определя външни условия за наблюдение, съответстващи на каталожното разстояние на УНВ. Използването на различни потребителски предпочитания води до определяне на различни комбинации от външни условия. Резултатите от числените експерименти с реални данни показват, че съществуват множество комбинации от външни условия за наблюдение, които съответстват на зададеното разстояние на действие за конкретното устройство.

[42] Borissova D., I. Mustakerov. *Method of Rational Choice by Sorting in the Software System "NVGpro"*, Cybernetics and Information Technologies, ISSN: 1311-9702, Vol. 6, No 1, 2006, pp.69-75.

Описан е метод на рационален избор на елементи за оптоелектронния канал на очила за нощно виждане (обектив, електроннооптичен преобразувател, окуляр). Методът е реализиран в уеб-базирана софтуерна система "NVGpro" за проектиране на оптоелектронния канал очила за нощно виждане. Разстоянието на откриване, разпознаване и идентификация, теглото и цената на оптоелектронния канал на очила за нощно

виждане се изчисляват в резултат на избора на съответните елементи. Използван е сортиращ алгоритъм за удовлетворяване на предварително зададени граници за параметрите на очила за нощно виждане.

[44] Borissova D., I. Mustakerov. *A Working Distance Formula for Night Vision Devices Quality Preliminary Information*, Cybernetics and Information Technologies, ISSN: 1311-9702, Vol. 6(3), 2006, pp. 85-92.

Предложена е формула за определяне на разстоянието на действие на УНВ, като функция на основните параметри на елементите на оптоелектронния канал и външните условия на наблюдение. Използван е критерият на Джонсън, чрез който е въведен параметър за "редуцирана площ" на наблюдавания обект. Този параметър позволява изчисляване на различните видове разстояние на действие като – разстояние на откриване, ориентация, разпознаване и идентификация, за различни наблюдавани обекти. Използването на съответните формули дава информация за теоретичното разстояние на действие на УНВ още на етапа на проектирането. Показано е експериментално сравнение за разстоянието на откриване чрез предложената формула и реално измереното разстояние с помощта на очилата за нощно виждане "Прилеп".

[47] Moustakerov I. *A Software System for Visual Processing of Graph Data*. Cybernetics and Information Technologies, ISSN: 1311-9702, Vol. 5, No 2, 2005, pp. 156-163.

Съществуват голям брой комбинаторни проблеми, дефинирани върху графи (или мрежи). Много ефективни алгоритми за решаване на такива проблеми върху ориентирани и неориентирани графи са известни и всички от тях се нуждаят от въвеждане на структурата на данните. Настоящата статия описва софтуерна система за визуална обработка на данни върху графи, за целите на решаване на комбинаторни проблеми върху графи. Тя може да се използва като инструмент за преподаване или обучение на работата на комбинаторни алгоритми върху графи и за решаване на практически проблем за най-късо разстояние върху граф чрез алгоритъма на Дийкстра.

[48] Mustakerov I., D. Borissova, B. Stoyanov, *Software System for Distant Education Self-testing*, Cybernetics and Information Technologies, ISSN: 1311-9702, Vol. 4, No 1, 2004, pp. 128-133.

Описана е софтуерна система за самостоятелна проверка на усвоените знания при електронно обучение. Описани са основните принципи за разработката на подобни системи. Използваната програмна реализация позволява лесно да се променя предмета на тестване без необходимост от специализирани умения за програмиране. Системата е реализирана за самостоятелна проверка на знанията по програмния език "Си" и за курс по "Основи на пневматиката".

[52] Moustakerov I. *General Purpose File-based Information System*, Problems of Engineering Cybernetics and Robotics, ISSN 0204-9848, Vol. 52, 2001, pp. 72-76

Обсуждается сохранением и манипулированием большого объема персонализированной текстовой информации для настольных компьютеров. Описывается технология для реализации простых в обслуживании файловые информационно-справочные системы, привязанные к требованиям конкретных потребителей. Описываются основные идеи при программной реализации демо-версией персональной информационной системы для библиографских справок, реализующая основных функций – поиск текста, показывание результатов поиска, сохранение и печат данных. Обсуждаются преимущества и недостаток файловых информационных систем и возможных областях их применения.