



**15 ГОДИНИ СПИСАНИЕ
„МЕХАНИКА ТРАНСПОРТ КОМУНИКАЦИИ“
ИЗСЛЕДВАНИЯ ПО МАТЕРИАЛОЗНАНИЕ, ПУБЛИКУВАНИ
В СПИСАНИЕ „МЕХАНИКА ТРАНСПОРТ КОМУНИКАЦИИ“ –
ОБЗОР. Част I**

Петър К. Колев, Красимир Т. Кръстанов
petarkolev@vtu.bg, kkrastanov@vtu.bg

**Висше транспортно училище “Тодор Каблешков” – София
ул. “Гео Милев” №158, 1574 София
БЪЛГАРИЯ**

***Ключови думи:** обзор, металознание, технология на материалите, заваряемост, ефективни решения, рационални технологични режими.*

***Резюме:** В настоящата статия е направен обзор върху изследванията в областта на материалознанието. Анализирани са научни разработки по моделиране и оптимизация на технологични процеси, заваряване на материалите, технологични задачи за развитието на материалите и техните технологии.*

Първата част на аналитичния обзор е посветена на подход, създаден от изследователи на ВТУ „Тодор Каблешков“. Този подход може да съдейства на интердисциплинарни екипи от различни висши училища в подкрепа на българската икономика и наука. Разгледани са различни технологични задачи, свързани с възстановяването на износени повърхнини след нанасяне на покрития с уякчаващи свойства.

Усъвършенстването на различните задачи и съответните решения водят до създаване на подход с помощта на който е възможно при определянето на ефективни решения да се подбере рационално решение, което да е свързано с намаляването на енергийните разходи или използваната суровина.

Във втората част на обзорния анализ са поместени съществени изследвания по материалознание на преподаватели от ВТУ „Тодор Каблешков“ и техни колеги.

В обзорната статия се изследват и коментират общо 89 труда, разделени съответно на 51 в първата част и 38 във втората част. Поставен е акцент на приноса на Висшето транспортно училище „Тодор Каблешков“ в развитието на българското материалознание.

Статиите, които са разгледани и анализирани в настоящия обзор обхващат научни изследвания за един продължителен период от двадесет и пет години. В направеният обзор е отчетен натрупаният опит на изследователите от Висшето транспортно училище „Тодор Каблешков“, с помощта на който е възможно да се достигнат важни решения в областта на материалознанието, като се използват универсални алгоритми. Изготвянето на този обзор върху изследванията в тази област е продиктувано от идеята да се обобщат резултатите от извършените

анализи и да се даде в концентриран вид информация за получените резултати от авторите.

Част I – Принос на школата на Висшето транспортно училище в българското материалознание

През 15-те години на развитието на списанието „Механика, транспорт, комуникации“, наред с развитието на отделните секции, се развиваше и направлението по материалознание. Подробно описание на приноса на ВТУ „Тодор Каблешков“ по материалознание е развито от немското академично издание на Ламберт през 2014 г. [1], в което са цитирани редица от идеите, поместени в списанието. Цитираните подходи, описани подробно [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9] имат своята предистория. В средата на деветдесетте години на миналия век Н.Тончев спечели първия проект на ВТУ “Тодор Каблешков“ (ТН 566/95) към Фонд „Научни изследвания“. В рамките на тези ангажименти се разви направлението по моделиране и оптимизация на някои технологични процеси, вкл. и подводно заваряване и др. Създаде се алгоритъм [10], компютърна система и наше съобщение беше представено на IV световна конференция по инженерно обучение, проведена в Minnesota, USA през октомври 1995. По-късно през 1997 г. на Int. Conference on Methods and Applications of Multiple Criteria Decision Making, FUCAM, Mons, Belgium, бяха апробирани различни технологични решения [11]. Част от тези ранни изследвания на ВТУ „Тодор Каблешков“ се отбелязват тук, защото те съдържат някои полезни идеи, които не са изгубили своята актуалност.

Тъй като специализацията на висшето училище е свързана с транспортната наука, където въпросът между теглото, якостта на материалите на съоръжението и неговата фактическа и екологична сигурност са от изключително значение, то част от изследванията бяха насочени за намаляване на теглото чрез повишаване якостта на материала [12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22]. Основното обединяващо твърдение на всички тези изследвания е, че при моделиране свойствата на материалите на желязна основа във функция от химичния състав е възможно да се определят ефективни решения чрез дефинирането на многокритериална задача за комплекса характеристики, определени от лицето, вземащо решение. Аранжирането на тези ефективни решения в зависимост от състава им и/или тяхната енергоемкост води до определяне на иновативно решение. Следвайки тази насока, понижаването на теглото чрез якостта се свързва пряко с разхода на гориво и нивата на въглеродните емисии. С цитираните изследвания е доказана възможността да се изследва в теоретичен план с помощта на съвременните възможности на компютърната техника и софтуер, влиянието на отделните легиращи елементи върху стойностите на крайните свойства, чрез използване на апарата на изкуствените невронни мрежи за апроксимиране и генетичен алгоритъм за оптимизация [23, 24, 25]. Направеното предложение за методика и разработения специализиран софтуер, подпомагащ определянето на оптимална композиция, е необходимо за бъдещето развитие на системата „състав – обработвания – свойства – икономичност и рационалност“ при създаването на нови материали. В областта на заготовките моделирането на технологичната себестойност във функция от технологични и организационни характеристики номинира за различни класове стомани чрез обобщени показатели, позволяващи да се осъществи оценка на еднакво възможни за реализиране технологични маршрути [26].

Решаването на подобни въпроси е свързано с формализирането на двете групи параметри, химически състав (чрез легиращи елементи по брой, количество и видове, чрез което е възможно да се получи уякчаване на материала) или чрез термично обработване, което – чрез параметрите му – е възможно също да се получи уякчаване.

Чрез тези две групи параметри, определящи двата клона на правата задача от материалознанието, се постига желаното ниво на уякчаване на материала. Тази формализация е обща за материалознанието и приноса на школата на ВТУ се състои в създаване на алгоритми, числени методи и програмно осигуряване за решаването на този клас задачи. Първоначално задачата е решавана само по отношение на параметрите на технологичния процес [10]. Оптимизирани са процеси на пожелезяване, плазмено напластяване, хомогенизиращо термично обработване на лети алуминиеви колела, йонно азотиране на клас инструментални стомани, предназначени за топлинна обработка. Усъвършенстването на решенията доведе до създаване на подход с помощта на който е възможно при определянето на ефективни решения да се подбере рационално решение, което да е свързано с намаляването на енергийните разходи или използваната суровина. Подобно изследване е [27]. То посочва представител от определен клас със съответните потребителски изисквания за механичните свойства след химико-термично обработване. С това е дефинирана, приложена и внедрена, методика за изучаване на определен комплекс от свойства при изследване на клас задачи от областта на материалознанието. За автоматизираното прилагане на подхода е създаден специализиран софтуер. Методиката е в състояние да избере материал от определен клас стомани, осигуряващ необходим комплекс от свойства с контролиране на енергийните разходи. Тези решения се оценяват с ефекта на постигнатите в съответната област ползи. Предложението [2] към лицето вземащо решение /DM/ да работи не в равнината на критериите, а в равнината на променливите, както и използването на различни /до пет-шест/ цветови ограничителни интервали, се оказва твърде нетрадиционно. Тези две предпоставки обаче са в състояние да осъществят много полезен анализ на различни процеси на този етап, с до четири променливи. Доказана е възможността за подобряване на свойствата на представител от определен клас стомани; чрез многокритериална процедура за определяне количеството легиращи елементи на сплавите при използване на малка база от данни [28].

Новото приложение на развитието на този технологичен клон се осмисля от възможностите на съвременните приложни CAD/CAE пакети. С тяхна помощ, при определени начални и гранични условия, е възможно да се симулира технологичен процес в областта на леенето, пластичната деформация и от извършените CAE пресмятания да се определят нива на различни видове дефекти, които, с помощта на подхода, е възможно да бъдат отстранени. Освен за дефекти разработеният софтуер е възможно да се използва и за определяне на рационални параметри от диапазон на вариращи параметри на технологията. Проведени са симулационни изследвания и оптимизация на технологичната себестойност с помощта на компютърни модели за изясняване влиянието на технологични и организационни параметри на базата на експертното знание за заготовките от металообработващата промишленост [29, 30, 31]

Голям брой от цитираните изследвания се свързва с първия клон на правата задача от материалознанието, която третира химическия състав и неговия синергичен ефект върху свойствата. Те по своята същност представляват теоретико-експериментално изследване със създадени подходи за определяне на ефективни решения за състава и количеството легиращи елементи, като избрани фактори, определящи технологични режими при обработването на сплави на желязна основа, подобряват качеството по предварително определени за контрол параметри. В редица изследвания са посочени двете апроксимационни техники, с помощта на които се създават моделите, които впоследствие ще бъдат оптимизирани. Основните апроксимиращи случаи са свързани с регресионната апроксимация и апроксимацията на изкуствените невронни мрежи. След проведените апроксимации в изследванията се

решава компромисна оптимизация по Парето, понеже всички задачи от материалознанието се свързват с комплекс от свойства. Тези свойства са противоречиви и тяхната стойност зависи от двете групи параметри (химическия състав и параметрите на термичното обработване). Тези стойности на механичните показатели определят широкия диапазон от приложения на изследваните материали. Чрез анализа на този диапазон се удовлетворяват желани потребителски потребности.

За прилагането на подхода са необходими данни, които могат да бъдат набавени или чрез експеримент, или чрез симулационни изследвания. Тези данни дават връзката между изследваните два клона параметри от една страна и изследваните свойства, от друга. Решаването на задачата минава през два основни етапа: моделиране чрез апроксимация на суровите данни, второ, многокритериална оптимизация. Колектив при ВТУ има съществен принос в изграждането на система, подпомагаща оптимизационното решение чрез създаване на приятелски настроен софтуер, който, от една страна анализира много-факторни индикатори на качеството (на химически показатели), второ, определя ефективни решения, свързани с определената иновация. С помощта на изследване са определени оптималните условия за обработваемост чрез стружко-отделяне, както и влиянието на легиращите елементи и механичните характеристики върху този технологичен показател [32].

Този подход се апробира пред широка аудитория от студенти и преподаватели от цялата страна като възможност на ВТУ „Годор Каблешков“ за съдействие на интердисциплинарни екипи от различни висши училища в подкрепа на българската икономика и наука. Трябва да се отбележи, че един от предложените подходи е в състояние да намали значително априорната информация за генериране на оптимален състав или за определяне на рационални параметри на технологията. Това подпомага проектирането на състави с цел попълване на бази от данни, намаляване на обема на експеримента в металургията, който е скъп и информацията от него трудно се възпроизвежда. Многопараметричният анализ е ценен, но на този етап той е ограничен по отношение на направената дискретизация по различните входни параметри.

Друга възможност за анализ на индикатори на качеството е унифициран от нас метод върху идеи на метода на Тагучи. В [33, 34] е приложен регресионният анализ за целите на управлението на качеството на сплави на желязна, титанова и магнезиева основа. Това изследване предлага оригинален метод за многокритериална оптимизация на свойствата при легирането на горепосочените сплави.

Към технологичните задачи могат да се добавят задачите, свързани с възстановяването на износени повърхнини след нанасяне на покрития с уякчаващи свойства. На тази идея са посветени [35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43]. Свойствата на тези покрития са изпитани чрез специализирани трибологични изпитания [44, 45, 46, 47]. Принос в трибологични изпитания на ВТУ „Годор Каблешков“ е създаденият стенд за ударно-абразивно износване [48] с който са проведени експерименти. Експериментите са осъществени с електродъгово наваряване и наваряване с тръбен електрод в защитна газова среда.

Всички по-горе определени изпитвания се представят в обучаващия процес на авторите на изследванията и в тази връзка са оформени следните методически изследвания [49, 50].

Освен апроксимациите с невронни мрежи при изследването на сплави е полезно да се извършва и класификация. С подобно изследване е свързано [51].

Заклучение

Разглежданият обзор обхваща целенасочени изследвания в процес на 25 години. През този период е натрупан опит с помощта на който е възможно да се достигнат решения от област, надхвърляща гореописаната. Алгоритмите са универсални. Те могат да се приложат в областите на управлението на технологични системи и процеси, което прави предложеният подход и методика изключително универсални. Екипът на ВТУ „Тодор Каблешков“ разпространява този подход с намерение да предложи дефиниране, решаване и внедряване на приложни задачи от областта на българската икономика и наука.

Литература, свързана с част първа

- [1.] Tontchev N., (2014) Materials Science, Effective solutions and Technological variants, LAMBERT Academic Publishing, 142 p.
- [2.] Tontchev N., Z. Cekerevac, (2014): Approach and Application in Multicriteria Decision Support in the Field of Materials Science. MEST Journal, (MEST) 2, no. 118-29.
- [3.] Tontchev N., (2015), Contribution to the “Materials Genome Initiative” with Numerical Methods for Metallurgical Design, XXII Международна Научна Конференция-Транспорт 2015
- [4.] Тончев Н., (2013), Два многокритериални подхода за оптимизиране състава и свойствата на легирани стомани, МТС. АЖ, статия 0834, том 11, бр. 3, pp. IV-1 – IV-7.
- [5.] Tontchev N., (2006): Numeric Approach for Solving Single- and Multicriteria Problems, XVI International Scientific Conference “Transport ‘06”, IX-11 – IX-14, (in Bulgarian).
- [6.] Tontchev N., St. Ivanov, (2006): Method for Solving Multiple Criteria Decision Making (MCDM) Problems and Decision Support System, Intelligent Systems, 3rd International IEEE Conference, pp. 126-129.
- [7.] Tontchev N., L. Kirilov, (2007): Two Approaches for Solving Multiple Criteria Decision Making MCDM Problems with an Illustrative Example. *Problems of Engineering, Cybernetics and Robotics*, 58, 53-63.
- [8.] Tontchev N, N. Hristov, (2011): Method for solving multiple criteria decision making (mcdm) problems in building-up by welding area, VIII International Congress Machines, technologies, materials, vol. 1, pp.98-102.
- [9.] Tontchev N. L. Kirilov, (2005), Two methods for solving multiple criteria decision making (mcdm) problems, Amtech`05, 2, 18-23.
- [10.] Tontchev N., (2005), Peculiarities applying multi criteria decision aiding approach a clas problems in material science, Amtech`05, 2, 12-17.
- [11.] Tonchev, N., Kirilov, L. (1997) Multi-objective approach to technological processes optimization, report presented at the Int. Conference on Methods and Applications of Multiple Criteria Decision Making, FUCAM, Mons, Belgium, May 14-16 1997, pp. 116-118.
- [12.] Tonchev N., (2010). Structure and properties of steels for applications in automobile industry, Akademik journal Mechanics Transport Communication, issue 2, article No 475., University of Transport.
- [13.] Tontchev N., S. Popov, P. Koprinkova-Hristova, S. Popova, Y. Lukarski, (2011): Comparative study on intelligent and classical modeling and composition optimization of steel alloys, Journal of Materials Sciences and Engineering with Advanced Technology, 4(1), 69-91.
- [14.] Koprinkova-Hristova P., N. Tontchev, S. Popova, (2011): Neural networks approach to optimization of steel alloys composition, EANN'2011, Sept. 15-18, Corfu, Greece, IFIP Advances in Information and Communication Technology, 363, 315-234.

- [15.] Tontchev N., P. Koprinkova-Hristova, Popova, (2012): S., On the ability to predict the properties of advised high strength steels at cost alloying, Proceeding of Faculty „National Security and Defense“, pp. 222- 230 (in Bulgarian).
- [16.] Koprinkova-Hristova P., N.Tontchev, S. Popova, (2013): Two approaches to multi-criteria optimization of steel alloys for crankshafts production, Int. J. Reasoning – based Intelligent Systems, Vol. 5, № 2, 2013, pp. 96 – 103.
- [17.] Koprinkova-Hristova P., N. Tontchev, S. Popova, (2010), Neural Networks for Mechanical Characteristics Modelling and Compositions Optimization of Steel Alloys, “Automatics and Informatics” 10, pp. I-49 - I-53.
- [18.] Lukarski Y. , S. Popov, N. Tontchev, P. Koprinkova- Hristova, S. Popova, (2011), An design of new brands of martensite steels by artificial neural networks, International Scientific Conference, Advanced Materials and Technologies, pp. 54-59., UgalMat`11
- [19.] Делчев Д., Х.Райчев,Н.Тончев, (2013) За стоманите и тяхното приложение в автомобилостроенето, Механика Транспорт Комуникации том 2, брой 1, статия № 0914
- [20.] Райчев Х., Д. Делчев, Н.Тончев, (2013) Числена процедура с приложение в инженерното обучение, Механика Транспорт Комуникации том 2, брой 1, статия № 0917.
- [21.] Tontchev N., Y. Kalev, (2013): Determining Influence of Alloying Elements on Properties of Alloys by Robust Experiment, MEST Journal, July, pp. 31 – 39.
- [22.] Tontchev N., M. Ivanov, (2014): Modeling and Optimization of the Composition of Iron – Based Alloys By Approximation with Neural Models and Genetic Optimization Algorithm, FBIM Transactions, 15, 2(1), pp. 1-12.
- [23.] Tontchev N., M.Ivanov, (2014), Modeling and Prediction of Composition Properties of Titanium-Based Alloys Means of Artificial Neural Networks, MTC AJ, vol. 12, issue 3/3, article 1080.
- [24.] Ivanov M., N. Tontchev, (2014), Investigation of Mechanical Properties of Titanium Alloys Based on Genetic Optimization and Pareto Front, “Machines, Technologies, Materials” pp.24-30, issue 11/2014.
- [25.] Ivanov M., N. Tontchev, (2014), Software Model for Selection of the Appropriate Chemical Composition of Titanium Alloys Under Defines Requirements for Mechanical Characteristics, “Machines, Technologies, Materials” pp.26-30, issue 11/2014.
- [26.] Tontchev N., Y. Kalev, (2013): On the Formation of Expert Knowledge in the Metalworking Technology Cost, International virtual journal for science, technics and innovations for the industry, Machines, Technologies, Materials, VII, Issues 10, pp. 77 – 80.
- [27.] Tontchev N., (2011): The decision for an optimal selection of material and technology to process a grade of tool steels, hot work, Academic Journal “Mechanics, Transport, Communication”, issue 3, 2011, article No 623., University of Transport, (in Bulgarian).
- [28.] Tontchev N., N. Hristov, (2013): Numerical Procedure to Determine the Optimal Composition of the Steel a Small Volume Database with the Same Treatment, International virtual journal for science, technics and innovations for the industry, *Machines, Technologies, Materials*, VII, Issues 11, pp. 54 – 57.
- [29.] Ivanov M., N. Tontchev, (2013), Application of Ontological Models for Representing Engineering Concept in Engineering, International virtual journal for science, technics and innovations for the industry, Machines, Technologies, Materials , VII, Issues 9, pp. 35 – 40.
- [30.] Tontchev N., (2012): Effective solutions to the processing of metallic materials on iron bases, Publishing house of University of Transport “Todor Kableshkov”, Sofia, (in Bulgarian).
- [31.] Tontchev N., (2011): Production Technologies, Issue of University of Transport “Todor Kableshkov”, Sofia, (in Bulgarian).

- [32.] Тончев Н, И. Савова, Н. Христов, (2013), Изследване на коефициента на обработваемост на качествени и конструкционни легирани стомани, обработвани чрез стружкоотделяне, Сборник доклади на 10-ти Международен конгрес „Машини, Технологии, Материали“, том. 1, с. 142 – 148.
- [33.] Tontchev N. Y. Kalev, (2014), Robust Bi – Criteria Approach to Optimize the Composition and Properties of Titanium – Based Alloys, “Machines Technologies, Materials” pp.26-30, issue 12/2014.
- [34.] Tontchev N. Y. Kalev, R. Lazarova, (2014), Modeling and Optimization of the Properties and Composition of Titanium – Based Alloys, “Machines Technologies, Materials” pp.16-19, issue 11/2014.
- [35.] Hristov N., N. Tontchev, (2009), An Interval approach and its application to solve problems from the domain welding., Fundamental sciences and application, Journal, vol 14, 209-214.
- [36.] Tontchev N., A. Monov, (2006), Methods of Determining the Capacity of Mechanical Processing of Plane-Loaded Layers Under the Conditions of Electric Arc Welding in a Gas Mixture, Fundamental sciences and application, Journal, vol. 13.
- [37.] Tontchev N., R.Lazarova, M. Kandeва, N. Hristov, (2009), Metallographic and mechanical investigations of fettled layers with specific properties, Fundamental sciences and application, Journal, vol. 15, 289-296.
- [38.] Деликостов Т., Н. Тончев, Ал. Монов, (2006), Многокритериално оптимизиране на параметрите на качеството при подфлюсовото наваряване с различни електродни материали.
- [39.] Иванов Е., Н. Тончев, (2014), Числена процедура за проверка на оптимален състав на титанова сплав при използване на ограничена по обем база от данни, МТС АЖ, vol. 12, issue 3/2, article 1000.
- [40.] Тончев Н., Е. Иванов, (2014), Двукритериален оптимизационен подход с приложение в металургията за търсене интервал на параметрите при удовлетворяване на предварително поставени изисквания за променливите, МТС АЖ, vol. 12, issue 3/3, article 1081.
- [41.] Тончев Н., М. Иванов, И. Пенчева, Подход за многокритериална оптимизация при определянето на състава и обработката на сплави, ISSN 1310 – 3946, XXII International Scientific Technical Conference Foundry`15.
- [42.] Тончев Н., Н.Христов, (2009), Относно управлението на процеса наваряване за постигане на слоеве с определена геометрия и свойства, „Механика транспорт комуникации“, том 3., статия № 426, VI73-VI78.
- [43.] Христов Н., Н. Тончев, Д. Алипиев, (2009), BULUW - WEB базирана информационна система от областта на наваряването., Машиностроене и машинознание №6, 24-27.
- [44.] Kandeва М., N. Tontchev, N. Hristov, E. Assenova, (2009), Tribological study of cladded bimetallic coatings, Journal of the Balkan Tribological Association, vol.15, No 4, 455-466.
- [45.] Кандева М., Н. Христов, Н.Тончев, (2010), Изследване на абразивната износоустойчивост на наварени биметални покрития, конференция, "Механика на машините", том 18, 1, 53-57.
- [46.] Тончев Н., М.Кандева,Н.Христов, (2011), Методика за определяне параметрите на качеството на композитни покрития при наваряване на ротационни повърхнини, “Machines, Technologies, Materials”, vol.1, pp.141-144.
- [47.] Монов А.,М. Кандева., Н.Тончев, (2010), Геометрична оптимизация на износоустойчиви наварени покрития, Трибологичен журнал Бултриб, №1, 85-91.

- [48.] Монов А., Н. Тончев, (2011), Стенд за ударно-абразивно износване, АЖ - „Механика транспорт комуникации“, том 3., статия № 631.
- [49.] Tontchev N.T, D. Alipiev I.Savova, (2008), Implementation of some methodological matters from E-larning into "Materials science and technology" field , АЖ – “Механика транспорт комуникации бр.3., IX 43 – IX 48.
- [50.] Авджијева Т., Н.Тончев, (2003), Относно възможността за автоматизирано оценяване на знания в мрежова среда, Транспорт’03, 639-644.
- [51.] Koprinkova-Hristova P., N.Tontchev, (2012), Echo State Networks for Multi-dimensional Data Clustering, Artificial Neural Networks and Machine Learning–ICANN `12, pp. 571-578.
- [52.] 1. Василев Д., Ъглови трептения на корпуса на двигател с вътрешно горене, Механика на машините, 2015, ISSN 0861-9727, година XXIII, книга 2, стр.115-118, Варна,
- [53.] 2. Василев Д., Мутафчиев М., Методика за определяне на действащите върху коляно-мотовилковия механизъм сили и въртящ момент, XXI международна научна конференция "ТРАНСПОРТ 2013", сп. Механика, транспорт, комуникации, т. 11, брой 3, част 2, 2013г., ISSN 1312-3823, с. VII-13 – 19,
- [54.] 3. Василев Д., Мутафчиев М., Влияние на приближенията върху стойностите на действащите върху коляно-мотовилковия механизъм сили и въртящ момент, Механика на машините, 2014, ISSN 0861-9727, година XXII, книга I, стр. 56-59, Варна,
- [55.] 4. Василев Д., Мутафчиев М., Влияние на броя на цилиндрите върху неравномерностите на въртящия момент и на хода на ДВГ, TRANSMOTAUTO’14, Scientific-technical union of mechanical engineering, year XXII, issue 7(156), June 2014, ISSN 1310-3946, s. 11-13,
- [56.] 5. Василев Д., Манолова А., Свободни трептения на механична верига с инерционна връзка между масите, Сборник доклади, III-та научно-техническа сесия с международно участие, 19-20.11.1992, София, с. 219-224.
- [57.] 6. Василев Д., Манолова А., Принудени трептения на механична верига с инерционна връзка между масите, Механика на машините, ISSN 0861-9727, год. 2, кн. 2, Варна, 1994, стр. 20-22,
- [58.] 7. Василев Д., Трептения в нелинейни механични системи с приложение в транспортната техника, Монография, Годишник на ВТУ, бр. 6, 2015 г., ISSN 1314-362X
- [59.] 8. Vasilev D., DYNAMICS OF DEVELOPMENT OF THE HIGHER EDUCATION SYSTEM IN BULGARIA AT THE BEGINNING OF THE XXI CENTURY, International Scientific Conference “Management 2012”, Belgrad, 20th – 21st April 2012, s. 714-718
- [60.] 9. Василев Д., Тончев Н., Марков С., СВЪРЗАНОСТ И ВКЛЮЧВАНЕ НА ЕЛЕМЕНТИ ОТ НАНОТЕХНОЛОГИИТЕ В УЧЕБНАТА СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ НА ВИСШЕТО ТРАНСПОРТНО УЧИЛИЩЕ „ТОДОР КАБЛЕШКОВ“, „Механика, транспорт, комуникации“, т. 15, брой 3/3, ISSN 1312-3823(print), ISSN 2367-6620 (online), с. IV-41 - 46.
- [61.] 10. Василев Д., Иванов М., Тончев Н., ПРИЛОЖИМОСТ НА ХЕМОМЕТРИЧНИЯ ПОДХОД В МЕХАНИКАТА И МАТЕРИАЛОЗНАНИЕТО, сп. Механика, транспорт, комуникации, т. 14, брой 3/3, 2016г., ISSN 1312-3823(print), ISSN 2367-6620 (online), с. VII-1 - 10.