**Информация за изпълнение на проект**

|  |
| --- |
| ***Наименование на конкурса:*** |
| Тематичен конкурс за научноизследователски проекти – 2014 |
| ***Основна научна област, приоритетно направление или обществен приоритет:*** |
| Математически науки и информатика |
| ***№ на договор:*** |
| ДФНИ-И-02/5 |
| ***Начална и крайна дата на проекта:*** |
| 19.12.2014 – 22.02.2018 |
| ***Заглавие на проекта:*** |
| Интеркритериален анализ – нов подход за вземане на решения |
| ***Базова организация:*** |
| Институт по биофизика и биомедицинско инженерство – БАН |
| ***Партньорски организации:*** |
| Университет „Проф. д-р Асен Златаров“, Бургас  Институт по информационни и комуникационни технологии – БАН |
| ***Ръководител на научния колектив (академична длъжност, научна степен, име):*** |
| Чл.-кор. проф дмн дтн Атанасов, Красимир Тодоров |
| ***Общ размер на отпуснатото финансиране:*** |
| 225472,50 лева |
| ***Разпределение на сумата по проекта между базовата организация и партньорите*** |
| ***Организация:*** Институт по биофизика и биомедицинско инженерство – БАН |
| Сума: 123742,50 лева |
| ***Организация:*** Университет „Проф. д-р Асен Златаров“, Бургас |
| Сума: 59249,00 лева |
| ***Организация:*** Институт по информационни и комуникационни технологии – БАН |
| Сума: 42481,00 лева |

|  |
| --- |
| ***Описание на очакваните резултати по проекта:*** |
| Целта на проекта е да бъде развит наскоро дефинираният от екипа нов подход за подпомагане вземането на решения, наречен „интеркритериален анализ“. При него от масиви от данни, получени чрез измерването на много обекти по много критерии, за всяка двойка критерии се изчисляват корелациите между тях във вид на интуиционистки размити двойки от стойности в интервала [0; 1]. Подходът отчита ефекта от неопределеността, дава възможност за работа с масиви с липсващи данни, и работи както с числа, така и с лингвистични променливи с въведена наредба. Интеркритериалният анализ може да намери приложение при задачи, в които измерването по някои от критериите е по-бавно или по-скъпо, което на свой ред забавя или оскъпява целия процес на вземане на решения. При такива проблеми е нужен метод за обосновано елиминиране на тези критерии и така да се постигне икономия и ефективност.  Подходът вече е дал първи доказателства за потенциала си при прилагане над набор от икономически данни и са набелязани конкретни области на бъдещо приложение, за които екипът разполага с тестови данни. Затова една от целите е уточняването на общата рамка, в която попадат проблемите, които подходът адресира. Ще се изследва връзката между новия подход и многокритериалните методи за вземане на решение, както и връзката му с когнитивните карти. Цел е и създаването на софтуерно приложение, реализиращо подхода.  Използвани методи: Подходът се базира на два математически формализма, които също са  оригинална разработка на екипа: 1. апаратът на индексираните матрици за обработка на масиви от данни с различни размерности, и 2. интуиционистки размитите множества като  математически инструмент за третиране на неопределеността.  Очаквани резултати: Ще бъде детайлно развит нов подход за решаване на клас задачи, които често възникват в науката, медицината и индустрията и имат важно икономическо и социално изражение. Подходът ще бъде софтуерно обезпечен и с него ще бъдат направени изпитания с реални данни от областта на медицината, екологията, селското стопанство, икономиката, индустрията и изкуствения интелект. |

**Членове на научния колектив**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Организации/участници*[[1]](#footnote-1)** | | ***Бележка*[[2]](#footnote-2)** |
| ***Базова организация:*** | |  |
| Институт по биофизика и биомедицинско инженерство – БАН | |  |
| ***Ръководител на научния колектив*** | |  |
| Чл.-кор. проф. дмн дтн Красимир Атанасов | |  |
| ***Участници:*** | |  |
| Проф. д-р Михаил Матвеев | |  |
| Доц. д-р Олимпия Роева | |  |
| Доц. д-р Таня Пенчева-Христозова (към края на проекта професор) | |  |
| Доц. д-р Людмила Тодорова | |  |
| Доц. д-р Митко Петров | |  |
| Доц. д-р Татяна Илкова | |  |
| Гл. ас. д-р Вася Атанасова (към края на проекта доцент) | | ПД |
| Гл. ас. д-р Петър Василев | | ПД |
| Ас. д-р Мария Ангелова | | ПД |
| Докторант Нора Ангелова (към края на проекта гл. ас., д-р) | | ДО |
| Докторант Евгений Маринов | | ДО |
| Докторант Ваня Георгиева (към края на проекта ас., д-р) | | ДО |
| Д-р Игнатова, Валентина Георгиева (външен член, към края на проекта д-р) | |  |
| ***Участници през първия етап:*** | ***Участници през втория етап:*** |  |
| Докторант Мирослав Стоенчев (ДО) | Гл. ас. д-р Симеон Рибагин | ПД |
| Докторант Петър Хаджистойков (ДО) | Докторант Дафина Петкова | ДО |
| Специалист маг. Калин Косев | Ас. д-р Николай Икономов (външен) | ПД |
| ***Партньорска организация:*** | |  |
| Университет „Проф. д-р Асен Златаров“, Бургас | |  |
| ***Участници:*** | |  |
| Доц. д-р Евдокия Сотирова (към края на проекта професор) | |  |
| Доц. д-р Сотир Сотиров (към края на проекта професор) | |  |
| Гл. ас. д-р Ивелина Вардева (към края на проекта доцент) | |  |
| Ас. д-р Тодор Костадинов | | ПД |
| Гл. ас. д-р Лилия Станева | | ПД |
| Докторант ас. Веселина Бурева (към края на проекта гл. ас., д-р) | | ДО |
| Докторант ас. Деян Мавров (към края на проекта гл. ас., д-р) | | ДО |
| Докторант ас. Величка Транева | | ДО |
| ***Партньорска организация:*** | |  |
| Институт по информационни и комуникационни технологии – БАН | |  |
| ***Участници:*** | |  |
| Доц. д-р Любка Дуковска (към края на проекта д.н., професор) | |  |
| Доц. д-р Стефка Фиданова (към края на проекта професор) | |  |
| Доц. д-р Пенчо Маринов | |  |
| Гл. ас. д-р Янчо Тодоров | | ПД |
| Гл. ас. д-р Ирина Радева (към края на проекта доцент) | | ПД |
| ***Участници през първия етап:*** | ***Участници през втория етап:*** |  |
| Ас. д-р Балабанов, Тодор Димитров | Докторант ас. Величко Джамбов | ДО |
| Докторант Маргарита Терзийска (ДО) | Докторант Бистра Захариева | ДО |

|  |
| --- |
| ***Постигнати резултати от изпълнението на проекта по етапи и кратък анализ на тяхната приложимост:*** |
| Интеркритериалният анализ (ИКА) е ново математическо средство, подпомагащо решаването на проблема за отстраняване (без съществена загуба на точност) на една част от критериите, използвани при вземане на решения.  В рамките на проекта, с изказване на благодарност към ФНИ, бяха публикувани 1 монография в Springer, 168 статии и доклади пред конференции, в някои от които имаше секции по ИКА, като 56 – в списания с импакт ранг (SJR), а 16 от последните са в списания, които имат и импакт-фактор (IF).  Бяха проведени изследвания в теоретичен план, както по двата основни математически формализма, внедрени в подхода за ИКА – теорията на интуиционистки размитите множества (ИРМ) и логики и теорията на индексираните матрици (ИМ), така и по самата същност на ИКА, методологията и алгоритми за прилагането му над нормализирани данни, над ИР-данни, над данни, явяващи се елементи на 3-мерни ИМ, над данни имащи формата на геометрични образи и други. Бяха сравнени резултатите от прилагането на ИКА и на различните видове корелационни анализи (на Спиърман, Пиърсън, Кендал) и бе установено, че ако тези два метода дават различни резултати, във всеки от тези случаи се касае за грешка в оценяваните данни.  Проведохме изследвания, свързани с приложение на ИКА в следните области: процедури за вземане на решения в областта на биомедицината и качеството на живот, във фармацевтичната и нефтохимическата индустрия, в икономиката и градския транспорт, в екологията и метеорологията, при оценка на рейтингите на университетите в различни страни, в процедури за работа с метаевристични техники като генетични алгоритми и метода на мравките, невронни мрежи и други. Бяха проучени взаимоотношенията между мултикритериалните и интер¬критериалните средства за вземане на решения.  В рамките на проекта бяха разработени програмни модули (ICDM, ICraData), реализиращи ИКА-процедури, прилагани над различни по вид данни и проблемни постановки. Те бяха обстойно тествани и бе отчетена обратната връзка от потребителите. Създадени бяха ръководства за потребителя с необходимите инструкции за инсталиране и употреба на софтуерните продукти, които са предоставени за свободно ползване.  Бяха разработени учебни материали (презентации, задачи за упражнение, задачи за проверка) за спецкурс по ИКА и като елементи на други спецкурсове за бакалаври и магистри на Университет „Проф. Д-р Асен Златаров“, Бургас. Елементи от курса бяха включени и в докторантските курсове четени в БАН. С резултати, пряко свързани с тематиката по проекта, бяха защитени три дисертационни труда за ОНС „доктор”, една за научна степен „доктор на науките” и четири процедури по заемане на академичната длъжност „професор“. В момента текат три процедури по заемане на академичната длъжност „доцент“.  Интернет страница: http://intercriteria.net/ |

|  |
| --- |
| ***Научни публикации по проекта:*** |
| **Описанието на всяка публикация трябва да включва:**   * Библиографска информация *(за списания с импакт фактор посочете и импакт фактора на списанието за годината на публикуване)* * Интернет връзка към публикациите в електронната страница на списанието, в което са публикувани и/или към публично достъпни електронни копия на публикациите |
| **Монография**   1. Atanassov, K., Intuitionistic Fuzzy Logics, Springer, Cham, 2017. <http://www.springer.com/gp/book/9783319489520>   **Публикации**   1. Вълков, И., К. Атанасов, Обобщеномрежов модел за изследване и анализ на градския транспорт. Годишник на секция "Информатика", Съюз на учените в България, том 8, 2015-2016, 79-96. ISSN: 1313-6852. <http://old.usb-bg.org/Bg/Annual_Informatics/2015-2016/SUB-Informatics-2015-2016-8-079-096.pdf> 2. Мермеклиева, Е., Л. Тодорова, Д. Солаков, М. Матвеев, Оригинален метод за симултанно регистриране на патерни електроретинография и зрителни евокирани потенциали при българската популация, XVI Национален конгрес по неврология, 18-21 Май 2017 г., х-л Интернационал, к.к. Златни пясъци, постер. 3. Andreev, N., E. Sotirova, S. Ribagin, Intercriteria analysis of data from data from the centers for transfusion haematology in Bulgaria, Comptes Rendus de l’Academie Bulgare des Science, 2019, IF = 0.251 **(in press)** 4. Angelova, M., T. Pencheva, InterCriteria Analysis of Multi-population Genetic Algorithms Performance, Annals of Computer Science and Information Systems, Vol. 13, 2017, 77-82, ISBN 978-83-922646-2-0. <https://annals-csis.org/Volume_13/drp/pdf/171.pdf> 5. Angelova, N., M. Stoenchev, Intuitionistic fuzzy conjunctions and disjunctions from first type. Annual of “Informatics” Section, Union of Scientists in Bulgaria, Vol. 8, 2015-2016, 1-17. ISSN: 1313-6852. <http://old.usb-bg.org/Bg/Annual_Informatics/2015-2016/SUB-Informatics-2015-2016-8-001-017.pdf> 6. Angelova, N., M. Stoenchev, Intuitionistic fuzzy conjunctions and disjunctions from third type. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 23, 2017, No. 5, 29-41. . <http://ifigenia.org/wiki/issue:nifs/23/4/29-41> 7. Atanassov, K., E. Sotirova, V. Andonov, Generalized net model of multicriteria decision making procedure using intercriteria analysis. In: J. Kacprzyk et al. (eds.), Advances in Fuzzy Logic and Technology 2017, Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 641, Springer International Publishing AG 2018, 99-111, DOI 10.1007/978-3-319-66830-7\_10. <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-66830-7_10> 8. Atanassov, K., E. Szmidt, J. Kacprzyk, Intuitionistic fuzzy implication →188. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 23, 2017, No. 1, 6-13. <http://ifigenia.org/wiki/issue:nifs/23/1/6-13> 9. Atanassov, K., E. Szmidt, J. Kacprzyk, Intuitionistic fuzzy implication →187. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 23, 2017, No. 2, 37-43. <http://ifigenia.org/wiki/issue:nifs/23/2/37-43> 10. Atanassov, K., E. Szmidt, J. Kacprzyk, Multiplicative type of operations over intuitionistic fuzzy pairs. In: Flexible Query Answering Systems (H. Christiansen, H. Jaudoin, P. Chountas, T. Andreasen, H. L. Larsen, Eds.), Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol. 10333, Springer, Cham, 2017, 201-208. <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-59692-1_17> 11. Atanassov, K., E. Szmidt, J. Kacprzyk, New Fodor’s type of intuitionistic fuzzy implication and negation. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 22, 2016, No. 3, 1-8. <http://ifigenia.org/wiki/Issue:New_Fodor%27s_type_of_intuitionistic_fuzzy_implication_and_negation> 12. Atanassov, K., E. Szmidt, J. Kacprzyk, V. Atanassova, An approach to a constructive simplification of multiagent multicriteria decision making problems via intercriteria analysis. Comptes rendus de l'Academie bulgare des Sciences, Tome 70, No 8, 2017, 1147-1156. [http://www.proceedings.bas.bg/content/2017\_8\_cntent.html#](http://www.proceedings.bas.bg/content/2017_8_cntent.html) 13. Atanassov, K., E. Szmidt, N. Angelova, Properties of the intuitionistic fuzzy implication →187. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 23, 2017, No. 3, 3-8. <http://ifigenia.org/wiki/issue:nifs/23/3/03-08> 14. Atanassov, K., Extended temporal intuitionistic fuzzy index matrices. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 22, 2016, No. 5, 111-121. <http://ifigenia.org/wiki/Issue:Extended_temporal_intuitionistic_fuzzy_index_matrices> 15. Atanassov, K., G. de Tre. An intuitionistic fuzzy evaluation of the “subset” relation between two crisp sets. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 22, 2016, No. 4, 75-79. <http://ifigenia.org/wiki/Issue:An_intuitionistic_fuzzy_evaluation_of_the_%22subset%22_relation_between_two_crisp_sets> 16. Atanassov, K., Intuitionistic fuzzy interpretations of Barcan formulas. Information Sciences, Volumes 460–461, September 2018, Pages 469-475. IF = 4.832. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020025517310678> 17. Atanassov, K., Mathematics of Intuitionistic Fuzzy Sets. Fuzzy Logic in Its 50th Year New Developments, Directions and Challenges (Cengiz Kahraman, Uzay Kaymak, Adnan Yazici, Eds), Studies in Fuzziness and Soft Computing, Vol. 341, Springer, Cham, 2016, 61-86. SJR = 0.157 <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84979247307&origin=resultslist> 18. Atanassov, K., N. Angelova, E. Szmidt, J. Kacprzyk, Properties of the intuitionistic fuzzy implication →186. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 22, 2016, No. 4,  6-12. <http://ifigenia.org/wiki/Issue:Properties_of_the_intuitionistic_fuzzy_implication_→186> 19. Atanassov, K., N. Angelova, On intuitionistic fuzzy negations, Law for excluded middle and De Morgan’s laws. Issues in Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets, Vol. 12, 2015/2016, 53-60. <http://ifigenia.org/mediawiki/images/6/64/Issues-12_53-60.pdf> 20. Atanassov, K., N. Angelova, Properties of the intuitionistic fuzzy implications and negations. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 22, 2016, No. 3, 25-33. <http://ifigenia.org/wiki/Issue:Properties_of_the_intuitionistic_fuzzy_implications_and_negations> 21. Atanassov, K., New geometrical interpretation of the intuitionistic fuzzy pairs. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 22, 2016, No. 5, 12-18. <http://ifigenia.org/wiki/Issue:A_new_geometrical_interpretation_of_the_intuitionistic_fuzzy_pairs> 22. Atanassov, K., On extended intuitionistic fuzzy index matrices with elements being predicates, Uncertainty and Imprecision in Decision Making and Decision Support: Cross-Fertilization, New Models, and Applications, Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 559, 49-64, 2018, Springer DOI 10.1007/978-3-319-65545-1\_6. <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-65545-1_6> 23. Atanassov, K., On interval-valued intuitionistic fuzzy modal operators. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 24, 2018, No. 1, 1-12, Print ISSN 1310-4926, Online ISSN 2367-8283. <https://doi.org/10.7546/nifs.2018.24.1.1-12> 24. Atanassov, K., On intuitionistic fuzzy implications. Issues in Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets, Vol. 12, 2015/2016, 1-19. <http://ifigenia.org/mediawiki/images/5/58/Issues-12_1-19.pdf> 25. Atanassov, K., On intuitionistic fuzzy quantifiers. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 22, 2016, No. 2, 1-12. <http://ifigenia.org/wiki/Issue:On_intuitionistic_fuzzy_quantifiers> 26. Atanassov, K., On Pseudo-fixed Points of the Intuitionistic Fuzzy Quantifiers and Operators, Proceedings of the 8th European Symposium on Computational Intelligence and Mathematics, Sofia, Bulgaria, 5-8 October 2016, 66-76. <http://escim2016.uca.es/wp-content/uploads/2016/10/ESCIM-2016-Proceedings.pdf> 27. Atanassov, K., P. Vassilev, On the Intuitionistic Fuzzy Sets of *n*-th Type. Advances in Data Analysis with Computational Intelligence Methods, Studies in Computational Intelligence, Vol. 738, 2018, 265-274. <https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-67946-4_10> 28. Atanassov, K., S. Ribagin, E. Sotirova, V. Bureva, V. Atanassova, N. Angelova, Intercriteria analysis using special type of intuitionistic fuzzy implications, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 23, 2017, No. 5, 61-65. <http://ifigenia.org/wiki/issue:nifs/23/5/61-65> 29. Atanassov, K., S. Ribagin, L. Doukovska, V. Atanassova, Intuitionistic fuzzy implication →190, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 23, 2017, No. 4, 79-83. <http://ifigenia.org/wiki/issue:nifs/23/4/79-83> 30. Atanassov, K., Two intuitionistic fuzzy modal-level operators. In: J. Kacprzyk et al. (eds.), Advances in Fuzzy Logic and Technology 2017, Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 641, Springer International Publishing AG 2018, 85-98, DOI 10.1007/978-3-319-66830-7\_9. <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-66830-7_9> 31. Atanassov, K., Type-1 Fuzzy Sets and Intuitionistic Fuzzy Sets, Algorithms, Vol. 10, 2017, No. 3, 106; doi:10.3390/a10030106. <https://www.mdpi.com/1999-4893/10/3/106> 32. Atanassov, K., Uniformly expanding intuitionistic fuzzy operator. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 22, 2016, No. 2, 48-52. <http://ifigenia.org/wiki/issue:nifs/22/1/48-52> 33. Atanassov, K., V. Andonov, M. Krawczak, On intuitionistic fuzzy modes, medians and mean elements. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 23, 2017, No. 3, 17-22. <http://ifigenia.org/wiki/issue:nifs/23/3/17-22> 34. Atanassov, K., V. Atanassova, E. Szmidt, J. Kacprzyk, Intuitionistic Fuzzy Interpretations of Some Formulas for Estimation of Preference Degree. In: Soft Computing Applications for Group Decision-making and Consensus Modeling, Springer, Studies in Fuzziness and Soft Computing, Cham, Vol. 357, 2018, 153-161. <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-60207-3_10> 35. Atanassov, K., V. Atanassova, P. Chountas, M. Mitkova, E. Sotirova, S. Sotirov, D. Stratiev, Intercriteria analysis over normalized data. In: Proceedings of the 8th IEEE Conference “Intelligent Systems”, Sofia, 4-6 September 2016, 136-138. <http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/login.jsp?url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fiel7%2F7600987%2F7737379%2F07737480.pdf&authDecision=-203> 36. Atanassova, V., L. Doukovska, A. Kacprzyk, E. Sotirova, I. Radeva, P. Vassilev, Intercriteria analysis of The Global Competitiveness Report: from efficiency - to innovation-driven economies. Journal of Multiple-valued Logic and Soft Computing, Volume 31, Issue 5-6, 2018, Pages 469-494. ISSN:1542-3980, ISI IF = 0.667. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85060730711&origin=resultslist> 37. Atanassova, V., L. Doukovska, A. Michalikova, I. Radeva, Intercriteria analysis: From pairs to triples. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 22, 2016, No. 5, Print ISSN 1310-4926; Online ISSN 2367-8283, 98-110. <http://ifigenia.org/wiki/Issue:Intercriteria_analysis:_From_pairs_to_triples> 38. Atanassova, V., L. Doukovska, Compass-and-straightedge constructions in the intuitionistic fuzzy interpretational triangle: two new intuitionistic fuzzy modal operators. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 23, 2017, No. 2, Print ISSN 1310-4926, Online ISSN 2367-8283, 1-7. <http://ifigenia.org/wiki/issue:nifs/23/2/1-7> 39. Atanassova, V., L. Doukovska, G. de Tre, I. Radeva, Intercriteria analysis and comparison of innovation-driven and efficiency-to-innovation driven economies in the European Union. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 23, 2017, No. 3, Print ISSN 1310-4926, Online ISSN 2367-8283, 54-68. <http://ifigenia.org/wiki/issue:nifs/23/3/54-68> 40. Atanassova, V., New Modified Level Operator Nγ Over Intuitionistic Fuzzy Sets. Proc. of 12th International Conference on Flexible Query Answering Systems (FQAS 2017), London, UK, June 21-22, 2017, (Christiansen, H., H. Jaudoin, P. Chountas, T. Andreasen, H. L. Larsen (Eds.), LNAI 10333, Springer, 2017, ISBN:978-3-319-59691-4, ISSN:0302-9743, DOI:10.1007/978-3-319-59692-1\_18, 209-214. SJR = 0.315. <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-59692-1_18> 41. Bureva, V., A. Michalíková, E. Sotirova, S. Popov, B. Riečan, O. Roeva, Application of the InterCriteria Analysis to the universities rankings system in the Slovak Republic, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 23, 2017, No. 2, 128-140. <http://ifigenia.org/wiki/issue:nifs/23/2/128-140> 42. Bureva, V., Application of the index matrix operations over relational databases, Advanced Studies in Contemporary Mathematics, Vol. 26, 2016, No. 4, 669-679. SJR = 0.455. 43. Bureva, V., E. Sotirova, H. Panayotov, The intercriteria decision making method to Bulgarian university ranking system. Annual of “Informatics” Section, Union of Scientists in Bulgaria, Vol. 8, 2015-2016, 54-70. ISSN: 1313-6852. <http://old.usb-bg.org/Bg/Annual_Informatics/2015-2016/SUB-Informatics-2015-2016-8-054-070.pdf> 44. Bureva, V., E. Sotirova, V. Atanassova, N. Angelova, K. Atanassov, Intercriteria Analysis over Intuitionistic Fuzzy Data, Springer LNCS, Vol. 10655, 2018, 333-340. <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-73441-5_35> 45. Bureva, V., V. Traneva, E. Sotirova, K. Atanassov, Index Matrices And OLAP-Cube Part 2: An presentation of the OLAP-analysis by Index Matrices, Advanced Studies in Contemporary Mathematics, Vol. 27, 2017, No 4, 647-672, SJR = 0.455. <http://jangjeonopen.or.kr/public/upload/1509478766-ascm27-4-18.pdf> 46. Čapkovič, F., L. Doukovska, V. Atanassova. Petri Nets in Modelling of Supervisor Based Agent Cooperation. In: Proceedings of the International Conference on Big Data, Knowledge and Control Systems Engineering - BdKCSE'2017, 85-92. <http://conference.ott-iict.bas.bg/wp-content/uploads/2017/11/bdkcse2017_site.pdf> 47. Castillo, O., E. Ramirez, O. Roeva, Water cycle algorithm augmentation with fuzzy and intuitionistic fuzzy dynamic adaptation of parameters, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 23, 2017, No. 1, 79-94. <http://ifigenia.org/wiki/issue:nifs/23/2/128-140> 48. de Tré, G., S. Zadrożny, S. Sotirov, K. Atanassov, Using index matrices for handling multiple scenarios in decision making, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 23, 2017, No. 2, 103-110. <http://ifigenia.org/wiki/issue:nifs/23/2/103-110> 49. Doukovska, L., G. Shahpazov, V. Atanassova, Intercriteria analysis of the creditworthiness of SMEs. A case study. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 22, 2016, No. 2, 108-118. <http://ifigenia.org/wiki/issue:nifs/22/2/108-118> 50. Doukovska, L., V. Atanassova, D. Mavrov, I. Radeva, Intercriteria Analysis of EU Competitiveness Using the Level Operator Nγ - In: J. Kacprzyk et al. (eds.), Advances in Fuzzy Logic and Technology 2017, Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 641, Springer International Publishing AG 2018, 631-647, DOI: 10.1007/978-3-319-66830-7\_56. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85029423451&origin=resultslist> 51. Dzhambov, V. Definite Integrals Computation with Very High Precision, Using Parallel Schemas In: Proceedings of the International Conference on Big Data, Knowledge and Control Systems Engineering - BdKCSE'2017, 35-44. <http://conference.ott-iict.bas.bg/wp-content/uploads/2017/11/bdkcse2017_site.pdf> 52. Fidanova, S., O. Roeva, A. Mucherino, K. Kapanova, InterCriteria Analysis of Ant Algorithm with Environment Change for GPS Surveying Problem, C. Dichev and G. Agre (Eds.): AIMSA 2016, LNAI 9883, 2016, 271-278, DOI: 10.1007/978-3-319-44748-3 26, SJR = 0.272. <http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-44748-3_26> 53. Fidanova, S., O. Roeva, Comparison of Different Metaheuristic Algorithms based on InterCriteria Analysis, Journal of Computational and Applied Mathematics, Available online 7 August 2017, https://doi.org/10.1016/j.cam.2017.07.028 IF = 1.357. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377042717303795> 54. Fidanova, S., O. Roeva, InterCriteria Analysis of Different Metaheuristics Applied to *E. coli* Cultivation Process. Proc. of International Conference on “Numerical Methods for Scientific Computations and Advanced Applications”, 29 May - 2 June 2016, Hissarya, Bulgaria, 2016, ISBN: 978-619-7223-18-7, 21-25. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85022057189&origin=resultslist> 55. Fidanova, S., O. Roeva, M. Paprzycki, P. Gepner, InterCriteria Analysis of ACO Start Startegies, Proceedings of the FedCSIS'2016, ISBN 978-83-60810-90-3, DOI: http://dx.doi.org/10.15439/2016F137, 2016, 547-550. <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7733292/> 56. Fidanova, S., V. Atanassova, O. Roeva, Ant Colony Optimization Application to GPS Surveying Problems: InterCriteria Analysis, Uncertainty and Imprecision in Decision Making and Decision Support: Cross Fertilization, New Models and Applications, Advances in Intelligent Systems and Computing, Springer, Vol. 559, 251-264, 2017, ISBN 978-3-319-65544-4. <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-65545-1_23> 57. Georgieva, V., N. Angelova, O. Roeva, T. Pencheva, Intercriteria Analysis of Wastewater Treatment Quality, Journal of International Scientific Publications: Ecology & Safety, Vol. 10, 2016, 365-376. <https://www.scientific-publications.net/bg/article/1001117/> 58. Ignatova, V., T. Stoyanova, L. Haralanov, J. Surchev, L. Todorova, Depression and anxiety in patients with multiple sclerosis. Comparison with grade of disability. Comptes rendus de l’Académie bulgare des Sciences. IF = 0.251 **(in press).** 59. Ikonomov, N., P. Vassilev, O. Roeva , ICrAData - Software for InterCriteria Analysis, Int J Bioautomation, Vol. 22, 2018, No. 1, 1-10, SJR = 0.250. <http://www.biomed.bas.bg/bioautomation/2018/vol_22.1/files/22.1_01.pdf> 60. Ilkova, T., M. Petrov, Intercriteria Analysis for Evaluation of Pollution of the Struma River in the Bulgarian Section, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 22, 2016, No. 3, 120-130. Print ISSN 1310-4926, Online ISSN 2367-8283. <http://ifigenia.org/wiki/issue:nifs/22/3/120-130> 61. Ilkova, T., M. Petrov, Intercriteria Analysis for Modelling of Process for the Unicellular Protein Production for Training People, J. of Int. Scientific Publications: Materials, Methods & Technology, Vol. 10, 2016, 455-467. ISSN 1314-7269. <https://www.scientific-publications.net/en/article/1001169/> 62. Kacprzyk, A., S. Sotirov, E. Sotirova, D. Shopova, P. Georgiev, Application of intercriteria analysis in the finance and accountancy positions, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 23, 2017, No. 4, 84-90. <http://ifigenia.org/wiki/issue:nifs/23/4/84-90> 63. Kostadinov, T. Intercriteria analysis with missing data: an example with atmospheric data, Annual of “Informatics” Section Union of Scientists in Bulgaria, Vol. 8, 2015-2016, 71-78. <http://old.usb-bg.org/Bg/Annual_Informatics/2015-2016/SUB-Informatics-2015-2016-8-071-078.pdf> 64. Kostadinov, T., V. Bureva, Pattern recognition with intuitionistic fuzzy estimations, 21st ICIFS, 22-23 May 2017, Burgas, Bulgaria, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 23, 2017, No. 2, 88-94, Print ISSN 1310-4926, Online ISSN 2367-8283. <http://ifigenia.org/wiki/issue:nifs/23/2/88-94> 65. Krumova, S., S. Todinova, D. Mavrov, P. Marinov, V. Atanassova, K. Atanassov, S. Taneva, Intercriteria analysis of calorimetric data of blood serum proteome. Biochimica et Biophysica Acta - General Subjects, Vol. 1861, 2017, No. 2, ISSN: 0304-4165, DOI: 10.1016/j.bbagen.2016.10.012, 409-417. IF = 5.083. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304416516303877> 66. Marinov, P., S. Fidanova, Intercriteria and correlation analyses: Similarities, differences and simultaneous use. Annal of “Informatics” Section, Union of Scientists in Bulgaria, Vol. 8, 2015/2016, 45-53. <http://old.usb-bg.org/Bg/Annual_Informatics/2015-2016/SUB-Informatics-2015-2016-8-045-053.pdf> 67. Mavrov, D.,Software for intercriteria analysis:working with the results. Annual of “Informatics” Section, Union of Scientists in Bulgaria, Vol. 8, 2015-2016, 37-44. ISSN: 1313-6852. <http://old.usb-bg.org/Bg/Annual_Informatics/2015-2016/SUB-Informatics-2015-2016-8-037-044.pdf> 68. Mermeklieva, E., S. Cherninkova, V. Chernodrinska, D. Solakov, G. Grozeva, M.Tomova, L.Todorova. Combined electrophysiological method for early diagnostics of functional changes in the visual analyzer in patients with diabetes mellitus withоut diabetic etinopathy. Comptes rendus de l’Académie bulgare des Sciences. IF = 0.251 **(in press)** 69. Mucherino, A., S. Fidanova, M. Ganzha, Introducing the Environment in Ant Colony Optimization. Springer Studies of Computational Intelligence, Vol. 655, S. Fidanova (editor), book Chapter 9, Springer, ISBN: 978-3-319-40131-7, 2016, 147-158. <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-40132-4_9> 70. Parvathi, R., V. Atanassova, L. Doukovska, C. Yuvapriya, K. Indhurekha. InterCriteria Analysis of rankings of Indian universities. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 24, 2018, No. 1, 99-109. <https://doi.org/10.7546/nifs.2018.24.1.99-109> 71. Pencheva, T., M. Angelova, InterCriteria Analysis of Simple Genetic Algorithms Performance, Chapter in: Georgiev K., M. Todorov, I Georgiev (Eds.), Advanced Computing in Industrial Mathematics, Studies in Computational Intelligence, Vol. 681, 2017, 147-159, Print ISBN 978-3-319-49543-9, Online ISBN 978-3-319-49544-6, SJR = 0.246. <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-49544-6_13> 72. Pencheva, T., O. Roeva, M. Angelova, Investigation of Genetic Algorithm Performance Based on Different Algorithms for InterCriteria Relations Calculation, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 10665, Springer, Cham, 2018, 390-398, SJR = 0.315. <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-73441-5_42> 73. Petrov, M., T. Ilkova, Intercriteria Analysis for selecting Specific Growth Rate for Batch Cultivation by the strain Kluyveromyces marxianus var. lactis MC 5, Int. J. Bioautomation, Vol. 23, 2019 **(in press).** 74. Petrov, M., T. Ilkova, Intercriteria Decision Analysis for Choice of Growth Rate Models of Batch Cultivation by strain Kluyveromyces marxianus var. lactis MC 5, J. of Int. Scientific Publications: Materials, Methods & Technology, Vol. 10, 2016, 468-486. ISSN 1314-7269. <https://www.scientific-publications.net/en/article/1001170/> 75. Radeva, I., Multicriteria Fuzzy Sets Application in Economic Clustering Problems. Cybernetics and Information Technologies. Vol. 17, 2017, No 3, Print ISSN: 1311-9702; Online ISSN: 1314-4081 DOI: 10.1515/cait-2017-0028, 29-46. SJR = 0.203. <https://www.degruyter.com/view/j/cait.2017.17.issue-3/cait-2017-0028/cait-2017-0028.xml> 76. Ribagin, S., B. Zaharieva, T. Pencheva, Generalized Net Model of Proximal Humeral Fractures Diagnosing, Int. J. Bioautomation, Vol. 23, 2019 **(in press).** 77. Ribagin, S., P. Vassilev, T. Pencheva, S. Zadrozny, Intuitionistic Fuzzy Generalized Net Model of Adolescent Idiopathic Scoliosis Classification and the Curve Progression Probability, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 23, 2017, No. 3, 88-95. <http://ifigenia.org/wiki/issue:nifs/23/3/88-95> 78. Roeva, O., D. Zoteva, Knowledge discovery from data: InterCriteria Analysis of mutation rate influence, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 24, 2018, No. 1, 120-130, Print ISSN 1310-4926, Online ISSN 2367-8283. <https://doi.org/10.7546/nifs.2018.24.1.120-130> 79. Roeva, O., J. Perez, F. Valdez, O. Castillo, InterCriteria Analysis of Bat Algorithm with Parameter Adaptation Using Type-1 and Interval Type-2 Fuzzy Systems, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 22, 2016, No. 3, 91-105. <http://ifigenia.org/wiki/issue:nifs/22/3/91-105> 80. Roeva, O., P. Vassilev, M. Angelova, J. Su, T. Pencheva, Comparison of Different Algorithms for InterCriteria Relations Calculation, 2016 IEEE 8th International Conference on Intelligent Systems, Sofia, 4-6 September, 2016, 567-572, ISBN 978-1-5090-1353-1. <http://ieeexplore.ieee.org/document/7737481/> 81. Roeva O., Vassilev P., Ikonomov N., Angelova M., Su J., Pencheva T. (2019) On Different Algorithms for InterCriteria Relations Calculation. In: Hadjiski M., Atanassov K. (eds) Intuitionistic Fuzziness and Other Intelligent Theories and Their Applications. Studies in Computational Intelligence, vol 757. Springer, Cham, pp. 143-160. SJR = 0.246. <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-78931-6_10> 82. Roeva, O., P. Vassilev, P. Chountas, Application of Topological Operators over Data from InterCriteria Analysis, FQAS 2017, LNAI, Vol. 10333, 215-225, 2017. DOI: 10.1007/978-3-319-59692-1 19, SJR = 0.315. <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-59692-1_19> 83. Roeva, O., P. Vassilev, S. Fidanova, M. Paprzycki, InterCriteria Analysis of Genetic Algorithms Performance, Studies in Computational Intelligence, Vol. 655, Springer, 235-260, 2016. SJR = 0.246. <http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-40132-4_14> 84. Roeva, O., S. Fidanova, InterCriteria Analysis of Relations between Model Parameters Estimates and ACO Performance, Advanced Computing in Industrial Mathematics, Studies in Computational Intelligence, Vol. 681, 2017, 175-186. SJR = 0.246. <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-49544-6_15> 85. Roeva, O., S. Fidanova, M. Paprzycki, Comparison of Different ACO Start Strategies Based on InterCriteria Analysis, Recent Advances in Computational Optimization, Studies in Computational Intelligence, Vol. 717, 53-72, 2018, Springer, ISBN: 978-3-319-59866-4, SJR = 0.246. <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-59861-1_4> 86. Roeva, O., T. Pencheva T., M. Angelova, P. Vassilev, InterCriteria Analysis by Pairs and Triples of Genetic Algorithms Application for Models Identification, Studies in Computational Intelligence, Springer, Vol. 655, 193-218, 2016. SJR = 0.246. <http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-40132-4_12> 87. Shannon, A., V. Atanassova, K. Atanassov, Operation “concatenation” over intuitionistic fuzzy index matrices. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 22, 2016, No. 3, 106-111. <http://ifigenia.org/wiki/issue:nifs/22/3/106-111> 88. Sotirov, S., V. Atanassova, E. Sotirova, L. Doukovska, V. Bureva, D. Mavrov, J. Tomov, Application of the Intuitionistic Fuzzy InterCriteria Analysis Method with triples to a Neural Network Preprocessing Procedure, Computational Intelligence and Neuroscience, Hindawi, Vol. 2017, Article ID 2157852, 2017, 9 pages IF = 1.215. doi:10.1155/2017/2157852. <https://www.hindawi.com/journals/cin/2017/2157852/> 89. Sotirova, E., V. Bureva, I. Markovska, S. Sotirov, D. Vankova, Application of the InterCriteria Analysis Over Air Quality Data, International Conference on Flexible Query Answering Systems, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 10333, 2017, 226-235, SJR = 0.315. <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-59692-1_20> 90. Sotirova, E., V. Bureva, P. Chountas, M. Krawczak, An application of intercriteria decision making method to the rankings of universities in the United Kingdom. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 22, 2016, No. 3, 112-119. <http://ifigenia.org/wiki/issue:nifs/22/3/112-119> 91. Surchev, J., L. Todorova, V. Ignatova, Intraventricular intraoperative prophylaxis with vancomycin – a factor for reducing infections in shunt operations: Comparison with grade of disability. Comptes rendus de l’Académie bulgare des Sciences, IF = 0.251 **(in press).** 92. Todinova, S., D. Mavrov, S. Krumova, P. Marinov, V. Atanassova, K. Atanassov, S. Taneva, Blood Plasma Thermograms Dataset Analysis by Means of InterCriteria and Correlation Analyses for the Case of Colorectal Cancer. Int. J. Bioautomation, Vol. 20, 2016, No. 1, 115-124, SJR = 0.250. <http://www.clbme.bas.bg/bioautomation/2016/vol_20.1/files/20.1_09.pdf> 93. Traneva, V., On 3-dimensional multilayer matrices and operations with them, Annual of “Informatics” Section Union of Scientists in Bulgaria, Vol. 8, 2015-2016, 23-36. <http://old.usb-bg.org/Bg/Annual_Informatics/2015-2016/SUB-Informatics-2015-2016-8-023-036.pdf> 94. Traneva, V., One application of the index matrices for a solution of a transportation problem, Advanced Studies in Contemporary Mathematics, Vol. 26, 2016, No. 4, 703-715, SJR = 0.455. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85009279501&origin=resultslist> 95. Traneva, V., P. Marinov, K. Atanassov, Index matrix interpretations of a new transportation-type problem. Comptes rendus de l’Academie bulgare des Sciences, Tome 69, 2016, No. 10, 1275-1282. IF = 0.251. <http://www.proceedings.bas.bg/content/2016_a_cntent.html> 96. Traneva, V., P. Marinov, K. Atanassov, Transportation-type problems and their index matrix interpretations. Advanced Studies in Contemporary Mathematics, Vol. 26, 2016, No. 4, 587-594. SJR = 0.455. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85009239927&origin=resultslist> 97. Traneva, V., S. Tranev, E. Szmidt, K. Atanassov, Three dimensional intercriteria analysis over intuitionistic fuzzy data. In: J. Kacprzyk et al. (eds.), Advances in Fuzzy Logic and Technology 2017, Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 641, Springer International Publishing AG 2018, 442-449, DOI 10.1007/978-3-319-66827-7\_40. <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-66827-7_40> 98. Traneva,V., V. Bureva, E. Sotirova, K. Atanassov, Index Matricex and OLAP cube, Part 1: An presentation of operations in OLAP-cube, Advanced Studies in Contemporary Mathematics, Vol. 27, 2017, No. 2, 253-257, SJR = 0.455. <http://jangjeonopen.or.kr/public/upload/1494796125-ascm27-2-%20(11).pdf> 99. Valkov, I., A. Krassimir, L. Doukovska, Generalized nets as a tool for modeling of the urban bus transport. Flexible Query Answering Systems (H. Christiansen, H. Jaudoin, P. Chountas, T. Andreasen, H. L. Larsen, Eds.), Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol. 10333, Springer, Cham, 2017, ISBN:978-3-319-59691-4, ISSN:0302-9743, 276-285. SJR = 0.315. <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-59692-1_17> 100. Vassilev, P. T. Stoyanov, A Note on Possible Use of Majorization in Problems from Bioinformatics. Scientific Session „Biomedicine and Quality of Life – Youth in Science“ Sofia, Bulgaria, 26 - 27 June 2017, p. 28 (резюме на доклад). <http://biomed.bas.bg/bg/wp-content/uploads/2017/06/BMQL_2017_book_of_abstracts.pdf> 101. Vassilev, P., A note on new partial ordering over intuitionistic fuzzy sets. Annual of “Informatics” Section, Union of Scientists in Bulgaria, Vol. 8, 2015-2016, 18-22. ISSN: 1313-6852. <http://old.usb-bg.org/Bg/Annual_Informatics/2015-2016/SUB-Informatics-2015-2016-8-018-022.pdf> 102. Vassilev, P., On similarly structured intuitionistic fuzzy sets. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 23, 2017, No. 2, 13-16. <http://ifigenia.org/wiki/issue:nifs/23/2/13-16> 103. Vassilev, P., S. Ribagin, A note on intuitionistic fuzzy modal-like operators generated by power mean. Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 643, 2018, 470-475. <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-66827-7_43> 104. Vassilev, P., S. Ribagin, L. Todorova, On an aggregation of expert value assignments using index matrices. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 23, 2017, No. 4, 75-78. <http://ifigenia.org/wiki/issue:nifs/23/4/75-78> 105. Zaharieva, B., L. Doukovska, S. Ribagin, A. Michalikova, I. Radeva, Intercriteria Analysis of Behterev's Kinesitherapy Program, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 23, 2017, No. 3, 69-80. <http://ifigenia.org/wiki/issue:nifs/23/3/69-80> 106. Zaharieva, B., L. Doukovska, S. Ribagin, I. Radeva, InterCriteria approach to Behterev's disease analysis, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 23, 2017, No. 2, 2017, 119-127. <http://ifigenia.org/wiki/issue:nifs/23/2/119-127> 107. Zaharieva, B., L. Doukovska, S. Ribagin, I. Radeva, InterCriteria Analysis of Data Obtained from Patients with Behterev's Disease, Int. J. Bioautomation, Vol. 23, No. 2, 2019 **(in press)** SJR = 0.250. 108. Zoteva, D., O. Roeva, InterCriteria analysis results based on different number of objects, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 24, 2018, No. 1, 110-119, Print ISSN 1310-4926, Online ISSN 2367-8283. <https://doi.org/10.7546/nifs.2018.24.1.110-119> |

1. Отбележете академичната длъжност, научната степен, име и фамилия на всеки участник като включите и участниците, които са работили по проекта не през целия период за изпълнение на проекта [↑](#footnote-ref-1)
2. Отбележете дали участникът в колектива е млад учен (МУ), постдокторант (ПД), докторанти (ДО) или студенти (СТ), или учен от чужбина (УЧ). [↑](#footnote-ref-2)