

## УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Факултет организационих наука

### НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

**Предмет:** Подобност теме и кандидата Вељка Вујчића за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Факултета организационих наука-Универзитета у Београду 05-01 бр. 3/38-9 од 26.03.2026. године именовани смо за чланове Комисије за преглед и одбрану приступног рада и оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата **Вељка Вујчића** под насловом:

***„Оркестрација алатија и хејтеројених њокова њодајака у асирономији  
временској домена”***

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Подаци о кандидату

##### 1.1. Биографски подаци

Вељко Вујчић рођен је 1981. године у Београду. Матурирао је 2000. године у XXII београдској гимназији а дипломирао је на Факултету организационих наука (смер Информациони системи) 2007. године, код проф Синише Нешковића са темом “EJB 3.0 i Java Persistence API”. Радио је у информатичкој струци на изради великих пословних система и веб апликација. 2010. је уписао докторске студије на ФОН-у, изборно подручје Информациони системи. Положио је све испите на докторским студијама, одбранио приступни рад и 2016. пријавио тезу (код проф Слађана Бабарогића) "Откривање и сврставање променљивих астрономских објеката обрадом комплексних догађаја у реалном времену", одобрену од Научно-наставног већа ФОН-а и Већа научних области техничких наука универзитета у Београду. 2018. привремено обуставља рад на докторату али наставља да се бави научно-истраживачким радом.

Запослен је на Астрономској опсерваторији од фебруара 2011. Од 2011. до 2019. учествовао је на пројекту 44002 где је био најближи сарадник руководиоца пројекта др Дарка Јевремовића. После завршетка пројектног циклуса учествује у раду групе за

Астроинформатику. Научно-истраживачки рад везан је за примену информационих технологија у астрономији, физици и сродним пољима. Остварује домаћу сарадњу са Институтом за физику у Београду, на пољу јоносферне и астрофизичке плазме, атомских и молекулских података и њиховог информационог складиштења и анализе нарочито кроз рад са др Владимиром Срећковићем и др Братиславом Маринковићем. Научни и стручни допринос остварује и кроз сарадњу са великим међународним пројектима, попут LSST-а, где је ПИ и руководицац групе SER-STG и VAMDC-а. Најскорија област истраживања је везана за “брокере” - алате који обрађују астрономске транзијенте - специфично на конструисање доменског језика и “над-брокера” за повезивање функционалности из хетерогених извора података.

Учествовао је као члан локалног организационог одбора у раду више међународних конференција - SCSLSA, Big Data in Sky and Earth Observations, VAMDC workshop, NCAS, LSST at Europe, AsSpectro итд.

Члан је међународних колаборација, учествује у раду неколико COST-акција и билатерала, и то:

1. Project lead и PI српске сарадње са LSST/Rubin пројектом SER-STG
2. LSST-TVS – група за транзијенте и променљиво небо
3. LSST Simulations Group - група за симулације у оквиру пројекта, док су се развијали
4. софтверски модули за симулиране податке
5. Руководилац САНУ – БАН билатерале “Посматрачки феномени и процеси у системима двојних звезда”
6. MC (члан УО) COST акције CA22133 PLANETS, члан више радних група у оквиру
7. неколико COST акција и учесник на више STSM мисија
8. Члан астрономског друштва AstrO (Euroasian Astronomical Society)

<https://orcid.org/0000-0002-0525-1197>

## 1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Током досадашњег рада Вељко Вујчић је објавио више радова у земљи и иностранству и учествовао на више међународних и домаћих скупова и конференција.

Укупан број библиографских јединица кандидата је преко 50, од тога:

- један M21a рад,
- девет M21
- седам M22
- девет M23
- једно поглавље у монографији
- четири техничка решења

Кандидат је као први аутор објавио пет радова у категорији 21-23, и поглавље у монографији директно везано за тему дисертације.

Кандидат има 871/1107/466/550 цитата према базама ADS/Scholar/Scopus/WOS (приступљено 4. марта 2026). Главна разлика у броју цитата и Хирш индексу углавном се везује за рад The

LSST Data Management System који је објављен као препринт, као и за евидентiranost радова по базама.

Списак објављених научних радова:

**M13: “Монографска студија/поглавље у књизи или рад у тематском зборнику међународног значаја”**

1. **Vujić, V.**, & Jevremović, D. (2020). Real-Time Stream Processing in Astronomy. In *Knowledge Discovery in Big Data from Astronomy and Earth Observation* (pp. 173-182). Elsevier. ISBN: 978-0-128-19154-5. [10.1016/B978-0-12-819154-5.00019-9](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819154-5.00019-9)

**M21a: “Рад у међународном часопису изузетних вредности”**

1. Marinković, B. P., **Vujić, V.**, Sushko, G., Vudragović, D., ... & Mason, N. J. (2015). Development of collisional data base for elementary processes of electron scattering by atoms and molecules. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 354, 90-95. [10.1016/j.nimb.2014.12.039](https://doi.org/10.1016/j.nimb.2014.12.039)

**M21: “Рад у врхунском међународном часопису”**

1. Srećković, V.A., Delibašić-Marković, H., Ignjatović, L.M., Petrović, V. and **Vujić, V.**, 2025. Photodissociation Processes Involving the SiH<sup>+</sup> Molecular Ion: New Datasets for Modeling. *Data*, 10(11), p.185. [10.3390/data10110185](https://doi.org/10.3390/data10110185)
2. Marinković, B.P., Sreckovic, V.A., Dujko, S., Tosic, S., Maljković, J.B., **Vujić, V.** and Mason, N.J.J., 2025. Collisional ionization data for research of interstellar medium and planetary atmospheres. *Physica Scripta*. [10.1088/1402-4896/ade50b](https://doi.org/10.1088/1402-4896/ade50b)
3. Srećković, V.A., Ignjatović, L.M., Dimitrijević, M.S., **Vujić, V.**, Tošić, S. and Iacob, F., 2025. Rydberg atoms and molecules in astrophysical and laboratory plasmas: Processes and data needed for modeling. *Advances in Space Research*. [10.1016/j.asr.2025.02.021](https://doi.org/10.1016/j.asr.2025.02.021)
4. **Vujić, V.**, Marinković, B.P., Srećković, V.A., Tošić, S., Jevremović, D., Ignjatović, L.M., Rabasović, M.S., Šević, D., Simonović, N. and Mason, N.J., 2023. Current stage and future development of Belgrade collisional and radiative databases/datasets of importance for molecular dynamics. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 25(40), pp.26972-26985. [10.1039/D3CP03752E](https://doi.org/10.1039/D3CP03752E)
5. Srećković, V.A., Ignjatović, L.M., Dimitrijević, M.S., **Vujić, V.**, Malović, M., Jevremović, D., Bezuglov, N.N. and Klyucharev, A.N., 2023. The Rydberg atom-atom collisions: Chemi-ionization cross-sections and rate coefficients in alkali-metal astrophysical and low-temperature laboratory plasmas. *Advances in Space Research*, 71(2), pp.1245-1251. [10.1016/j.asr.2022.04.069](https://doi.org/10.1016/j.asr.2022.04.069)
6. Srećković, V.A., Ignjatović, L.M., Kolarski, A., Mijić, Z.R., Dimitrijević, M.S. and **Vujić, V.**, 2022. Data for Photodissociation of Some Small Molecular Ions Relevant for Astrochemistry and Laboratory Investigation. *Data*, 7(9), p.129. [10.3390/data7090129](https://doi.org/10.3390/data7090129)
7. Sreckovic, V.A., Šulic, D.M., **Vujić, V.**, Mijic, Z.R. and Ignjatovic, L.M., 2021. Novel Modelling Approach for Obtaining the Parameters of Low Ionosphere under Extreme Radiation in X-Spectral Range. *Appl. Sci*, 11, p.11574. [10.3390/app112311574](https://doi.org/10.3390/app112311574)

8. Srećković, V.A., Šulić, D.M., Ignjatović, L. and **Vujčić, V.**, 2021. Low ionosphere under influence of strong solar radiation: diagnostics and modeling. *Applied Sciences*, 11(16), p.7194. [10.3390/app11167194](https://doi.org/10.3390/app11167194)
9. Dubernet, M. L., Antony, B. K., Ba, Y. A., Babikov, Y. L., ... , **Vujčić, V.**, ... & Zwölf, C. M. (2016). The virtual atomic and molecular data centre (VAMDC) consortium. *Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics*, 49(7), 074003. [10.1088/0953-4075/49/7/074003](https://doi.org/10.1088/0953-4075/49/7/074003)

## M22: “Рад у истакнутом међународном часопису”

1. Zamanov, R.K., Spassov, B., Konstantinova-Antova, R., Moyseev, M., Marti, J., Bode, M.F., Vujcic, V. and Sreckovic, V., 2025. Optical flickering in Mira and mass accretion rate onto the companion white dwarf. *New Astronomy*, p.102452. [10.1016/j.newast.2025.102452](https://doi.org/10.1016/j.newast.2025.102452)
2. Zamanov, R., Stoyanov, K.A., Latev, G., Marti, J., Takey, A., Elhosseiny, E.G., Christova, M.D., Minev, M., **Vujčić, V.**, Moyseev, M. and Marchev, V., 2024. Luminosity class of the symbiotic stars 4U1954+ 319 and ZZ CMi. *Serbian Astronomical Journal*, (208), pp.41-46. [10.2298/SAJ240206002Z](https://doi.org/10.2298/SAJ240206002Z)
3. Albert, D., Antony, B. K., Ba, Y. A., Babikov, Y. L., ... , **Vujčić, V.**, ... & Zwölf, C. M. (2020). A decade with VAMDC: Results and ambitions. *Atoms*, 8(4), 76. [10.3390/atoms8040076](https://doi.org/10.3390/atoms8040076)
4. Marinković, B. P., Srećković, V. A., **Vujčić, V.**, Ivanović, S., Uskoković, N., Nešić, M., ... & Mason, N. J. (2019). BEAMDB and MOLD—Databases at the Serbian Virtual Observatory for Collisional and Radiative Processes. *Atoms*, 7(1), 11. [10.3390/atoms7010011](https://doi.org/10.3390/atoms7010011)
5. Marinković, B. P., Jevremović, D., Srećković, V. A., **Vujčić, V.**, Ignjatović, L. M., Dimitrijević, M. S., & Mason, N. J. (2017). BEAMDB and Mold—databases for atomic and molecular collisional and radiative processes: Belgrade nodes of VAMDC. *The European Physical Journal D*, 71(6), 1-9. [10.1140/epjd/e2017-70814-6](https://doi.org/10.1140/epjd/e2017-70814-6)
6. Srećković, V. A., Ignjatović, L. M., Jevremović, D., **Vujčić, V.**, & Dimitrijević, M. S. (2017). Radiative and Collisional Molecular Data and Virtual Laboratory Astrophysics. *Atoms*, 5(3), 31. [10.3390/atoms5030031](https://doi.org/10.3390/atoms5030031)
7. Marinković, B. P., Bredehöft, J. H., **Vujčić, V.**, Jevremović, D., & Mason, N. J. (2017). Rosetta Mission: Electron Scattering Cross Sections—Data Needs and Coverage in BEAMDB Database. *Atoms*, 5(4), 46. [10.3390/atoms5040046](https://doi.org/10.3390/atoms5040046)

## M23: “Рад у међународном часопису”

1. **Vujcic, V.**, V. A. Sreckovic, S. Babarogic. "Alertissimo-a tool for orchestration of LSST broker streams." *Contrib. Astron. Obs. Skalnaté Pleso* 56, no. 1 (2026): 186-193. [0.31577/caosp.2026.56.1.186](https://doi.org/10.31577/caosp.2026.56.1.186)
2. Sreckovic, V. A., Lj M. Ignjatovic, M. Langovic, and **V. Vujcic**. "Molecular ion reaction rates for planetary atmospheres and the interstellar medium." *Contrib. Astron. Obs. Skalnaté Pleso* 56, no. 1 (2026): 140-148. [10.31577/caosp.2026.56.1.140](https://doi.org/10.31577/caosp.2026.56.1.140)

3. Sakan, N. M., V. A. Sreckovic, and **V. Vujcic**. "Advancing computational spectroscopy: machine learning approaches for reconstructing incomplete spectroscopic and collisional datasets." *Contrib. Astron. Obs. Skalnate Pleso* 56, no. 1 (2026): 123-130. [10.31577/caosp.2026.56.1.123](https://doi.org/10.31577/caosp.2026.56.1.123)
4. **Vujčić, V.**, V. A. Sreckovic, S. Babarogic, and J. Aleksic. "An overview of astronomical transient brokers in Rubin era." *Contrib. Astron. Obs. Skalnate Pleso* 55, no. 2 (2025): 95-105. [10.31577/caosp.2025.55.2.95](https://doi.org/10.31577/caosp.2025.55.2.95)
5. Sreckovic, V.A., Marinkovic, B.P., Ignjatovic, L.M. and **Vujčić, V.**, 2025. MolD, EMol and ACol atomic and molecular databases for astrophysics: current stage and new directions of development. *Contrib. Astron. Obs. Skalnate Pleso*, 55(2), pp.81-87. [10.31577/caosp.2025.55.2.81](https://doi.org/10.31577/caosp.2025.55.2.81)
6. Sreckovic, V.A., Ignjatovic, L.M., Tošić, S. and **Vujcic, V.**, 2023. The radiative processes involving some non-symmetric systems relevant for astrochemistry: data needed for modeling. *Contrib. Astron. Obs. Skalnate Pleso*, 53(3), pp.107-114. [10.31577/caosp.2023.53.3.107](https://doi.org/10.31577/caosp.2023.53.3.107)
7. **Vujcic, V.**, Sreckovic, V.A. and Jevremovic, D., 2022. New database for collisional excitation/ionization processes of astrophysical interest. *Contrib. Astron. Obs. Skalnate Pleso*, 52(3), pp.71-77. [10.31577/caosp.2022.52.3.71](https://doi.org/10.31577/caosp.2022.52.3.71)
8. Jevremović, D., Srećković, V. A., Marinković, B. P., & **Vujčić, V.** (2020). Databases for collisional and radiative processes in small molecules needed for spectroscopy use in astrophysics. *Contributions of the Astronomical Observatory Skalnate Pleso*, 50(1), 44-54. [10.31577/caosp.2020.50.1.44](https://doi.org/10.31577/caosp.2020.50.1.44)
9. **Vujčić, V.**, Jevremović, D., Mihajlov, A. A., Ignjatović, L. M., Srećković, V. A., Dimitrijević, M. S., & Malović, M. (2015). MOL-D: A Collisional Database and Web Service within the Virtual Atomic and Molecular Data Center. *Journal of Astrophysics and Astronomy*, 36(4), 0. [10.1007/s12036-015-9344-y](https://doi.org/10.1007/s12036-015-9344-y)

**M31: “Предавање по позиву са међународног скупа штампано у целини”**

1. **Vujčić, V.** (2014). Use of complex event processing engines in astronomy. *New Challenges in Astro and Environmental Informatics in the Big Data Era, proceedings of the Big Data Conf*, pp 91-94. <https://www.gothard.hu/gao-mkk/memorabilia/bigdataconf-2014/proceedings/pdf/BigDataConf-proceedings.091-094.pdf>

**M32: “Предавање по позиву са међународног скупа штампано у изводу”**

1. **Vujčić, V.** et al. (2015). Mol-D A Collisional Database Repository and Web Service Within the Virtual Atomic and Molecular Data Centre. *10th SCSLSA 06/2015*. ISBN 978-86-80019-70-3
2. **Vujčić, V.** (2016) APPLICATION OF CEP ENGINES IN ASTRONOMY. *LSST@Europe2 2016* pp 63. ISBN 978-86-80019-74-1
3. **Vujčić, V.** (2025). Alertissimo: building scientific workflows through broker orchestration. *4<sup>th</sup> Regional LSST Workshop at HUN-REN CSFK Konkoly Observatory, Budapest, Hungary*



[https://events.konkoly.hu/RegionalLSSTWorkshop2025/documents/LSST\\_Regional\\_Bp2025\\_abstracts.pdf](https://events.konkoly.hu/RegionalLSSTWorkshop2025/documents/LSST_Regional_Bp2025_abstracts.pdf)

4. **Vujčić, V.** (2025). Alertissimo: orchestrating LSST broker alerts for scientific workflows. Meeting on Operational and Research Capabilities for Better Understanding Solar-Terrestrial Interactions, 09/25.

**M33: “Саопштење са међународног скупа штампано у целини”**

1. Marinković, B. P, **Vujčić, V.**, Đorđević S., Ivanović S., Marinković B. P. , Jevremović D. & Mason N.J. (2014). Electron/Molecule Database Compatible with VAMDC Project. *Proc. 27<sup>th</sup> SPIG 2014, Contributed Papers & Abstracts of Invited Lectures, Topical Invited Lectures, Progress Reports and Workshop Lectures*, pp.42-45. ISBN: 978-86-7762-600-6.
2. Jurić, M., Kantor, J., Lim, K. T., Lupton, .... , **Vujčić, V.**, ... & Yoachim, P. (2015). The LSST data management system. *arXiv preprint* [arXiv:1512.07914](https://arxiv.org/abs/1512.07914)
3. Sreckovic, V. A., Mihajlov, A. A., Sakan, N. M., Ignjatovic, Lj. M., Jevremovic, D., Vujcic, V., Dimitrijevic, M. S. (2016). Astrophysical and laboratory plasmas: HF properties under extreme conditions. [ArXiv:1612.04760](https://arxiv.org/abs/1612.04760)
4. Aleksić, J., **Vujčić, V.**, & Jevremović, D. (2016). Transient events in LSST survey data. *Proceedings of the International Astronomical Union*, 12(S325), 242-246. [10.1017/S1743921317000230](https://doi.org/10.1017/S1743921317000230)
5. Jevremović, D., **Vujčić, V.**, Srećković, V. A., Aleksić, J., Erkapić, S., & Milovanović, N. (2016). AlertSim-Serbian Contribution to the LSST. *Proceedings of the International Astronomical Union*, 12(S325), 122-125. [10.1017/S174392131601303X](https://doi.org/10.1017/S174392131601303X)
6. Aleksić, J., **Vujčić, V.**, & Jevremović, D. (2017). Alert simulator-a system for simulating detection of transient events on LSST. *Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade*, vol. 96, pp. 331-335. [2017POBeo..96..331A](https://doi.org/10.2478/2017POBeo.96.331A)
7. **Vujčić, V.**, Aleksić, J., Neškovic, S., Jevremović, D. (2017). Use of complex event processing engines in time domain astronomy. *Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade*, vol. 96, pp. 375-378. [2017POBeo..96..375V](https://doi.org/10.2478/2017POBeo.96.375V)
8. Srećković, V. A., Jevremović, D., **Vujčić, V.**, Ignjatović, L. M., Milovanović, N., Erkapić, S., & Dimitrijević, M. S. (2017). Mol-D a database and a web service within the Serbian virtual observatory and the virtual atomic and molecular data centre. *Proceedings of the International Astronomical Union*, 12(S325), 393-396. [10.1017/S1743921316012643](https://doi.org/10.1017/S1743921316012643)
9. Aleksić, J., **Vujčić, V.**, & Jevremović, D. (2017). Alert simulator-a system for simulating detection of transient events on LSST. *Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade*, vol. 96, pp. 331-335. [2017POBeo..96..331A](https://doi.org/10.2478/2017POBeo.96.331A)
10. Srećković, V. A., Mihajlov, A. A., Sakan, N. M., Ignjatović, L. M., Dimitrijević, M. S., Jevremović, D., & **Vujčić, V.** (2018). HF electric properties of the astrophysical plasmas. *Astronomical and Astrophysical Transactions*, 30(3), 307-314. [2018A&AT...30..307S](https://doi.org/10.2478/2018A&AT...30..307S)
11. Jevremović, D., **Vujčić, V.**, Srećković, V. A., Mihajlov, A. A., Ignjatović, L. M., & Dimitrijević, M. S. (2018). The MOL-D database VAMDC node for molecular collisional and radiative processes. *Astronomical and Astrophysical Transactions*, 30(3), 337-342. [2018A&AT...30..337J](https://doi.org/10.2478/2018A&AT...30..337J)

12. Marinković, B.P., Srećković, V.A., Jevremović, D., **Vujić, V.**, ... (2018). BEAMDB and MolD – Collisional and Radiative Databases at the Serbian Virtual Observatory, *Proc. 29<sup>th</sup> SPIG-2018, Contributed Papers & Abstracts of Invited Lectures, Topical Invited Lectures, Progress Reports and Workshop. Contributed Paper*, pp.23-26. ISBN 978-86-7306-146-7

**M34: “Саопштење са међународног скупа штампано у изводу”**

1. **VUJČIĆ, V.**, SREĆKOVIĆ, V.A., KOUNCHEV, O. and IACOB, F., 2024. A&M DATASETS FOR LTP TREATMENT OF PLANTS. *SPIG 2024*, p.158.
2. SREĆKOVIĆ, V.A., POP, N. and **VUJČIĆ, V.**, 2024. NEW MOLECULAR DATA FOR CONFINED MOLECULAR SYSTEMS AND ASTROCHEMICAL MODELLING. *SPIG 2024*, p.187.
3. TOŠIĆ, S., SREĆKOVIĆ, V. and **VUJČIĆ, V.**, 2024. SMALL MOLECULES ESSENTIAL TO ASTROPHYSICS: COLLISIONAL AND RADIATIVE PROCESSES. *SPIG 2024*, p.64.
4. SREĆKOVIĆ, V.A., POP, N., DIMITRIJEVIĆ, M.S., CHRISTOVA, M.D. and **VUJČIĆ, V.**, 2024. DATASET FOR PHOTODISSOCIATION OF SMALL MOLECULAR IONS. *SPIG 2024*, p.186.
5. **Vujić, V.**, Aleksić, J., Neškovic, S., Jevremović, D. (2014). Use of complex event processing engines in time domain astronomy. *XVII NCAS, book of abstracts*, p. 89.
6. Marinković, B.P., **Vujić, V.**, Ivanović, S., Marinković D.B, Rixon, G., García, G., Jevremović, D., & Mason N.J. (2014). Representation of Electron and Positron Interactions with Biomolecules within RADAM Database. *Proc. 3<sup>rd</sup> Int. Conf. “Radiation Damage in Biomolecular Systems: Nanoscale Insights into Ion-Beam Cancer Therapy”, Book of Abstracts*. p.106-107.
7. Jevremović D., Srećković V.A., Marinković B.P., **Vujić V.**, Uskoković, N. & Ivanović, S. (2019). Belgrade nodes of vamdc: Databases for atomic and molecular collisional and radiative processes needed for spectroscopy, *Proc. XII SCSLSA 2019, Book of Abstracts*, p23. ISBN: 978-86-7589-134-5
8. Marinković, B. P., Srećković, V. A., **Vujić, V.**, Ivanović, S., Uskoković, N., Nešić, M., ... & Mason, N. J. (2019). Cross Sections for Collisional and Radiative Processes: BEAMDB and MOLD Databases. *POSMOL 2019*, p. 126. [http://posmol2019.ipb.ac.rs/files/Book\\_POSMOL2019\\_Online.pdf](http://posmol2019.ipb.ac.rs/files/Book_POSMOL2019_Online.pdf). ISBN 978-86-7025-819-8

**M51: “Рад у водећем часопису националног значаја”**

1. Srećković, V. A., Šulić, D. M., **Vujić, V.**, Jevremović, D., & Vyklyuk, Y. (2017). The effects of solar activity: Electrons in the terrestrial lower ionosphere. *Journal of the Geographical Institute "Jovan Cvijic"*, SASA, 67(3), 221-233. [10.2298/IJG1703221](https://doi.org/10.2298/IJG1703221)

**M83: “Битно побољшано техничко решење на међународном нивоу”**

1. Alert simulator for LSST (2015). **Вељко Вујчић**, Астрономска опсерваторија; Дарко Јевремовић, Астрономска опсерваторија; Јован Алексић, Астрономска опсерваторија; Миодраг Маловић, Иновациони центар Технолошко-металуршког факултета у Београду д.о.о.; Миодраг Маловић, Универзитет у Београду, Грађевински факултет; Сања Еркапић, Астрономска опсерваторија; RB 1590, MNTRS.  
<http://www.mpn.gov.rs/wp-content/uploads/2016/04/TEHNICKA-RESENJA-2011-2015-10-april.xls>

**М84: “Битно побољшано техничко решење на националном нивоу”**

1. Libraries being built in lib64 on OpenSUSE, when EUPS tables assume lib (2015). **Вељко Вујчић**, Астрономска опсерваторија; Дарко Јевремовић, Астрономска опсерваторија; Јован Алексић, Астрономска опсерваторија; Сања Еркапић, Астрономска опсерваторија; RB 1744, MNTRS.  
<http://www.mpn.gov.rs/wp-content/uploads/2016/04/TEHNICKA-RESENJA-2011-2015-10-april.xls>

**М86: “Пријава међународног патента”**

1. BEAMDB (2015). **Вељко Вујчић**, Астрономска опсерваторија; Владимир Срећковић, Универзитет у Београду, Институт за физику; Дарко Јевремовић, Астрономска опсерваторија; Сања Еркапић, Астрономска опсерваторија; RB 1612, MNTRS.  
<http://www.mpn.gov.rs/wp-content/uploads/2016/04/TEHNICKA-RESENJA-2011-2015-10-april.xls>
2. MOLD (2015). Анатолиј Михајлов, Универзитет у Београду, Институт за физику; Вељко Вујчић, Астрономска опсерваторија; Владимир Срећковић, Универзитет у Београду, Институт за физику; Дарко Јевремовић, Астрономска опсерваторија; Милан Димитријевић, Астрономска опсерваторија; Сања Еркапић, Астрономска опсерваторија; RB 1764, MNTRS.  
<http://www.mpn.gov.rs/wp-content/uploads/2016/04/TEHNICKA-RESENJA-2011-2015-10-april.xls>



Следи списак положених предмета на докторским студијама са оценама и ЕСПБ бодовима:

Називи предмета	Оцена	ЕСПБ
Структуре података и алгоритми	10 (десет)	10
Методологија научно-истраживачког рада	10 (десет)	10
Софтверске архитектуре	10 (десет)	10
Системи за управљање пословним процесима	10 (десет)	10
Управљање подацима	10 (десет)	10
Дискретна математика	10 (десет)	10
Развој информационих система	10 (десет)	10
Интероперабилност пословних система и апликација	10 (десет)	10
Откривање законитости у базама податка – одабрана поглавља	8 (осам)	10

Кандидат је дана 09.04.2026. године успешно одбранио приступни рад за израду докторске дисертације под називом „Оркестрација алата и хетерогених токова података у астрономији реалног времена”.

### 1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Узимајући у обзир:

- резултате остварене током досадашњег образовања;
- резултате истраживања на тему астроинформатике, архитектуре засноване на догађајима, обраде астрономских догађаја у реалном времену и др. која су публикована на научно-стручним конференцијама и у часописима;
- радно искуство у области информационих система примењених на астрономију;

закључује се да је Вељко Вујчић у потпуности квалификован и припремљен да тему докторске дисертације самостално истражује и пружи научно-стручне доприносе у тој области.

## **2. Предмет и циљ истраживања**

Астрономска и астрофизичка наука улазе у фазу убрзаног развоја у којој се, током друге половине ове деценије, очекује појава квалитативно нових типова научних открића. Иако се њихов конкретан домет и значај не могу унапред поуздано предвидети, извесно је да ће обим података које актуелни астрономски пројекти производе бити већи за један до два реда величине у односу на претходне генерације инструмената, а могућности за корелацију хетерогених извора података знатно веће [1, 2].

Важећа перцепција астрономије/астрофизике као фундаменталне науке се помера, надограђује и преплиће са парадигмама „науке о подацима“ (енгл. data science), а сама чињеница о количини и динамици надолазећих података намеће потребу за робусним, скалабилним и адаптивним софтверским системима са савременим моделима екстракције знања из података [3]. Таква решења треба да омогуће не само ефикасну примену и унапређење постојећих научних метода, већ и да пружи простор за преиспитивање важећих хипотеза и формулисање нових, а у складу са емпиријским налазима који проистичу из досад незабележених режима посматрања, као и саме поплаве података која је у стању да „закључује за себе“.

Највећи део астрономских података добија се непосредним посматрањем помоћу разнородних инструмената осетљивих на различите делове електромагнетног спектра, као

што су оптички и инфрацрвени телескопи, спектрографи, свемирске опсерваторије специјализоване за високоенергетско зрачење, као и радио-интерферометријске мреже [1]. Овом „устаљеном“ скупу инструмената се у последњој деценији придружују и детектори гравитационих таласа и савремене неутринске опсерваторије [4, 5], чиме могућности за сагледавање астрономских и астрофизичких феномена попримају изразито колаборативни, а притом хетерогени и комплементарни (енгл. multi-messenger) карактер [5]. Наведени инструменти су по правилу саставни делови вишедеценијских пројеката у чијем пројектовању и изградњи учествују велики тимови научника и инжењера. Они су географски и организационо раздвојени, њихови научни циљеви често ортогонални, а софтверски екосистеми и формати података изразито хетерогени. Из ових разлога је уједначена синхронизација не само неизводљива, него и непожељна, али је могућа и изазовна оптимизација њиховог садејства и приоритизација доделе њихових ресурса.

Пројекти који улазе у пуну оперативну фазу средином ове деценије, као што су Vera C. Rubin Observatory са програмом Legacy Survey of Space and Time (LSST) [1], Square Kilometre Array (SKA, одложен за почетак следеће деценије) [6], као и свемирске мисије попут Euclid и James Webb Space Telescope, користе сензоре и детекторске системе без преседана по резолуцији, осетљивости и учесталости прикупљања података. LSST/Rubin пројекат је тренутно један од најзначајнијих астрономских пројеката у свету и обим података које ће испоручивати је бар за ред величине већи него код претходних пројеката: око 20+ терабајта „статичких података“ по ноћи, са до 10 милиона „динамичких“ алерата – порука о променљивим догађајима [1, 2]. На примеру потреба обраде података добијених од LSST-а могу се скицирати потребе великог дела астрономске заједнице у следећој деценији. LSST уводи астрономију у Big Data еру и додатно подстиче развој е-астрономије или астроинформатике. Постоје и бројни други пројекти који попут LSST-а имају капацитете да бележе променљиве феномене у временском домену, углавном на мањој скали података: Zwicky Transient Facility (ZTF) [7], ATLAS, BlackGEM, затим свемирске мисије попут Euclid-а и будућег телескопа Nancy Grace Roman [9], који ће својим временски зависним истраживањима омогућити детекцију хиљада супернова и егзопланета. Посебно значајан аспект савремене астрономије јесте повезивање електромагнетних опажања са детекцијама гравитационих таласа и неутрина. У овом контексту, General Coordinates Network (GCN) [10] представља централну инфраструктуру за дистрибуцију догађаја са детектора гравитационих таласа (LIGO/Virgo/KAGRA) [4], неутрина (IceCube), гама блескова (Swift, Fermi, Einstein Probe) и других мулти-месинџер догађаја [5, 10]. Сви наведени пројекти емитују податке у различитим форматима, са различитим временским резолуцијама и моделима података – стварајући хетерогено окружење које захтева нове приступе интеграцији, обради и оркестрацији, посебно имајући у виду потребу за брзом корелацијом електромагнетних опажања са мулти-месинџер догађајима.

Овакав раст обима и сложености астрономских података поједини аутори описују терминима попут „цунами података“ или „поплава података“ [3, 11]. Изазов за савремену астрономију стога постаје изразито мултидисциплинаран и захтева синергију фундаменталних наука, рачунарства и статистике, уз активно усвајање најбољих пракси развијених у другим технолошки напредним доменима.

Основна идеја за правац истраживања, формулисана кроз допостављене хипотезе, јесте да је потребно и могуће дизајнирати софтвер који би оркестрирао рад постојећих система и алата у мулти-месинџер екосистему time-domain астрономије. Такав софтвер би понудио и доменски специфичан језик (DSL) за дефинисање научних сценарија и отворио простор за његове надоградње у виду визуелних алата и NLP/LLM модула за обраду људског језика.

**Предмет истраживања** ове докторске дисертације је екосистем токова података у астрономији временског домена, насупрот техникама и концептима софтверских архитектура

базираних на догађајима, системима за оркестрацију хетерогених сервиса, и доменски-специфичним језицима за дефинисање токова процеса/рада.

**Циљ истраживања** је развој прототипа система за оркестрацију мулти-месинџер сервиса у астрономији временског домена, уз дефинисање хијерархијског семантичког модела, онтологије корака у оркестрацији и синтаксе и граматике TransientDSL-а – корисничког језика за домен променљивих астрономских објеката.

## **Листа референци**

- [1] Ivezić, Ž., et al. (2019). LSST: From Science Drivers to Reference Design and Anticipated Data Products. *ApJ*, 873(2), 111. <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ab042c>
- [2] LSST Science Collaboration (2009). LSST Science Book, Version 2.0. arXiv:0912.0201
- [3] Hey, T., Tansley, S., & Tolle, K. (Eds.) (2009). *The Fourth Paradigm: Data-Intensive Scientific Discovery*. Microsoft Research.
- [4] Abbott, B. P., et al. [LIGO/Virgo] (2016). Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger. *Phys. Rev. Lett.*, 116(6), 061102. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.116.061102>
- [5] Mészáros, P., Fox, D. B., Hanna, C., & Murase, K. (2019). Multi-messenger astrophysics. *Nature Reviews Physics*, 1(10), 585–599. <https://doi.org/10.1038/s42254-019-0101-z>
- [6] Dewdney, P. E., Hall, P. J., Schilizzi, R. T., & Lazio, T. J. L. W. (2009). The Square Kilometre Array. *Proceedings of the IEEE*, 97(8), 1482–1496. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2009.2021005>
- [7] Laureijs, R., et al. (2011). Euclid Definition Study Report. ESA/SRE(2011)12. arXiv:1110.3193
- [8] Bellm, E. C., et al. (2019). The Zwicky Transient Facility: System Overview, Performance, and First Results. *PASP*, 131(995), 018002. <https://doi.org/10.1088/1538-3873/ab0c2a>
- [9] Spergel, D., et al. (2015). Wide-Field Infrared Survey Telescope-Astrophysics Focused Telescope Assets WFIRST-AFTA 2015 Report. arXiv:1503.03757 [Nancy Grace Roman Space Telescope]
- [10] Barthelmy, S. D., et al. (1998). The GCN: A Status Report. *AIP Conf. Proc.*, 428, 99. NASA GCN: <https://gcn.nasa.gov/>
- [11] Smith, M. J., & Geach, J. E. (2023). *Astronomia ex machina: a history, primer and outlook on neural networks in astronomy*. Royal Society Open Science, 10(5). <https://doi.org/10.1098/rsos.221454>
- [12] Graham, M.L., Bellm, E., Guy, L., Slater, C., Dubois-Felsmann, G. and Juric, M., 2024. LSST Alerts: Key Numbers. URL: <https://dmtn-102.lsst.io/> Vera C. Rubin Observatory Data Management Technical Note DMTN-102.
- [13] Seaman, R., et al. (2011). Sky Event Reporting Metadata (VOEvent) Version 2.0. IVOA Recommendation. <https://www.ivoa.net/documents/VOEvent/>
- [14] Smith, M. J., & Geach, J. E. (2023). *Astronomia ex machina: a history, primer and outlook on neural networks in astronomy*. Royal Society Open Science, 10(5). <https://doi.org/10.1098/rsos.221454>
- [15] Wiener, N. and von Neumann, J., 1949. Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine. *Physics Today*, 2(5), pp.33-34.
- [16] David Luckham, 2011. *Event Processing for Business: Organizing the Real-Time Enterprise*, Wiley, ISBN: 9780470534854
- [17] Opher Etzion, Peter Niblett, 2010. *Event Processing in Action*, Manning, ISBN: 9781935182214
- [18] James F. Allen, 1983. Maintaining Knowledge about Temporal Intervals, *Communications of the ACM* 26(11): 832-843
- [19] Vujčić, V., Use of complex event processing engines in astronomy. 2014, in *Big Data Conference proceedings*, Szombately Hungary
- [20] Vujčić, V. and Jevremović, D., 2020. Real-time stream processing in astronomy. In *Knowledge Discovery in Big Data from Astronomy and Earth Observation* (pp. 173-182). Elsevier.

- [21] Chapter 5. EPL Reference: Clauses [http://www.esper.tech.com/esper/release-5.2.0/esper-reference/html/epl\\_clauses.html](http://www.esper.tech.com/esper/release-5.2.0/esper-reference/html/epl_clauses.html)
- [22] Skoda, P. and Adam, F. eds., 2020. Knowledge discovery in big data from astronomy and earth observation: AstroGeoInformatics. Elsevier.
- [23] Singhal, P. (2024). Orchestration Workflows in Distributed Systems: A Systematic Analysis of Efficiency Optimization and Service Coordination. International Journal For Multidisciplinary Research. doi:10.36948/ijfmr.2024.v06i06.30191.
- [24] Odofoin, O., Abayomi, A., Uzoka, A., Adekunle, B., Agboola, O. and Owoade, S. (2024). Designing Event-Driven Architecture for Financial Systems Using Kafka, Camunda BPM, and Process Engines. International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology. doi: 10.32628/ijrsrset25121178.
- [25] Ahmed, A., Allen, J., Bhat, T., Burra, P., Fliege, C., Hart, S., Heldenbrand, J., Hudson, M., Istanto, D., Kalmbach, M., Kapraun, G., Kendig, K., Kendzior, M., Klee, E., Mattson, N., Ross, C., Sharif, S., Venkatakrishnan, R., Fadlelmola, F. and Mainzer, L. (2021). Design considerations for workflow management systems use in production genomics research and the clinic. Scientific Reports, 11.
- [26] Talaseela, R. (2025). Intelligent Workflow Orchestration for Enterprise Contexts. European Journal of Computer Science and Information Technology. doi: 10.37745/ejcsit.2013/vol13n272739.
- [27] Gothi, S. (2025). Event-Driven Microservices Architecture for Data Center Orchestration. International Journal on Science and Technology. doi: 10.71097/ijtsat.v16.i2.3113.
- [28] Kundavaram, V. (2024). Event-Driven Data Pipelines : A Cloud-Based Approach to Real-Time Data Processing. International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology. doi:10.32628/cseit24106183.
- [29] Zwicky, F. (1933) 'Die Rotverschiebung von extragalaktischen Nebeln', Helvetica Physica Acta, 6, pp. 110–127.
- [30] Djorgovski, S.G., et al. (2001) 'The Digital Sky Survey and the Future of Astronomy', Astrophysics and Space Science, 276(2), pp. 1041–1054. doi: 10.1023/A:1017544026600 Eyer, L. i Cuypers, J. (2000) 'Variable star statistics and the Hipparcos mission', u Szabados, L. i Kurtz, D. (ur.) The Impact of Large-Scale Surveys on Pulsating Star Research, ASP Conference Series, Vol. 203, pp. 71–73.
- [31] North, J. (2008) Cosmos: An Illustrated History of Astronomy and Cosmology. Revised edn. Chicago: University of Chicago Press.
- [32] “The” Natural History of Pliny: Transl. with Copious Notes and Illustrations. Vol. 2. Bohn, 1855.
- [33] Stephenson, F.R. and Green, D.A., 2002. Historical supernovae and their remnants. Oxford University Press.
- [34] Brahe, T. (1573) De Nova et Nullius Aevi Memoria Prius Visa Stella [Of the New and Never Previously Seen Star]. Hafniae (Copenhagen): Laurentius Benedicti.
- [35] Thoren, V.E. and Wilson, C., 1991. The lord of Uraniborg: a biography of Tycho Brahe.
- [36] Mattei, J.A. and Percy, J.R., 2001. Hands-On Astrophysics: variable stars for astronomy education and development. Transactions of the International Astronomical Union, 24(3), pp.88-94.
- [37] Borucki, W.J., 2016. KEPLER Mission: development and overview. Reports on Progress in Physics, 79(3), p.036901.
- [38] Kulkarni, S.R. (2012) 'The Cosmic Optical Transient Sky', The Astrophysical Journal, 103, pp. 243–257.
- [39] Paczyński, B., 2000. Monitoring all sky for variability. Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 112(776), pp.1281-1283.
- [40] Perlmutter, S., Aldering, G., Goldhaber, G., Knop, R.A., Nugent, P., Castro, P.G., Deustua, S., Fabbro, S., Goobar, A., Groom, D.E. and Hook, I.M., 1999. Measurements of  $\Omega$  and  $\Lambda$  from 42 high-redshift supernovae. The Astrophysical Journal, 517(2), pp.565-586.
- [41] Schmidt, B.P., et al. (1998) 'The High-Z Supernova Search: Measuring Cosmic Deceleration and Global Curvature of the Universe Using Type Ia Supernovae', The Astrophysical Journal, 507(1), pp. 46–63.

- [42] Schneider, P., 2005, July. Gravitational lensing statistics. In Gravitational Lenses: Proceedings of a Conference Held in Hamburg, Germany 9–13 September 1991 (pp. 196-208). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- [43] Kochanek, C.S., 2006, May. Part 2: Strong gravitational lensing. In Saas-Fee Advanced Course (Vol. 33, pp. 91-268).
- [44] Hoekstra, H., Yee, H.K.C. and Gladders, M.D., 2002. Current status of weak gravitational lensing. *New Astronomy Reviews*, 46(12), pp.767-781.
- [45] Di Stefano, R., 2008. Mesolensing explorations of nearby masses: from planets to black holes. *The Astrophysical Journal*, 684(1), pp.59-67.
- [46] Paczynski, B., 1986. Gravitational microlensing by the galactic halo. *Astrophysical Journal*, Part 1 (ISSN 0004-637X), vol. 304, May 1, 1986, p. 1-5., 304, pp.1-5.
- [47] Tisserand, P., Le Guillou, L., Afonso, C., Albert, J.N., Andersen, J., Ansari, R., Aubourg, É., Bareyre, P., Beaulieu, J.P., Charlot, X. and Coutures, C., 2007. Limits on the Macho Content of the Galactic Halo from the EROS-2 Survey of the Magellanic Clouds. *Astronomy & Astrophysics*, 469(2), pp.387-404.
- [48] Di Stefano 2008 et al. New Opportunities In Microlensing And Mesolensing, American Astronomical Society Meeting Abstracts
- [49] Prša, A., Batalha, N., Slawson, R.W., Doyle, L.R., Welsh, W.F., Orosz, J.A., Seager, S., Rucker, M., Mjaseth, K., Engle, S.G. and Conroy, K., 2011. Kepler eclipsing binary stars. I. Catalog and principal characterization of 1879 eclipsing binaries in the first data release. *The Astronomical Journal*, 141(3), p.83.
- [50] Catelan, M. and Smith, H.A., 2015. Pulsating stars. John Wiley & Sons.
- [51] Aerts, C., Christensen-Dalsgaard, J. and Kurtz, D.W., 2010. Asteroseismology. Springer Science & Business Media.
- [52] Winn, J.N., 2010. Exoplanet transits and occultations (Vol. 55). Tucson, AZ: University of Arizona Press.
- [53] Haswell, C.A., 2010. Transiting exoplanets. Cambridge University Press.
- [54] Eyer L., Mowlavi N.: Variable stars across the HR diagram, 2007. arXiv:0712.3797v1. Astro-ph
- [55] Meskhidze, H. (2024). Beyond Classification and Prediction: The Promise of Physics-Informed Machine Learning in Astronomy and Cosmology. In: *Philosophy of Science for Machine Learning*. Springer Nature. [https://doi.org/10.1007/978-3-032-03083-2\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-032-03083-2_18)
- [56] J.Bloom, J.Richards, 2011. Data Mining and Machine-Learning in Time-Domain Discovery & Classification, arXiv:1104.3142
- [57] Villar, V. A., et al. (2021). A Deep Learning Approach for Active Anomaly Detection of Extragalactic Transients. *ApJS*, 255(2). arXiv:2103.12102
- [58] Muthukrishna, D., et al. (2022). Real-time detection of anomalies in large-scale transient surveys. *MNRAS*, 517(1), 393–411. <https://doi.org/10.1093/mnras/stac2582>
- [59] Ivezić Z, Everything I'd like to do with LSST data, but don't know (yet) how, *Astroinformatics* 2015
- [60] Muthukrishna, D., et al. (2019). RAPID: Early Classification of Explosive Transients using Deep Learning. *PASP*, 131(1005), 118002. arXiv:1904.00014
- [61] Shah, V., et al. (2025). ORACLE: A Real-Time, Hierarchical, Deep-Learning Photometric Classifier for the LSST. arXiv:2501.01496
- [62] LSST Science Collaboration (2009). LSST Science Book, Version 2.0. arXiv:0912.0201
- [63] Narayan, G., et al. (2018). Machine-learning-based Brokers for Real-time Classification of the LSST Alert Stream. *ApJS*, 236(1), 9. arXiv:1801.07323
- [64] Möller, A., et al. (2024). Transient classifiers for Fink – Benchmarks for LSST. *A&A*, 691, A262. <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202450370>
- [65] Bishop, C.M. and Nasrabadi, N.M., 2006. Pattern recognition and machine learning (Vol. 4, No. 4, p. 738). New York: springer.
- [66] Fawcett, T., 2006. An introduction to ROC analysis. *Pattern recognition letters*, 27(8), pp.861-874.



- [67] Zadrozny, B. and Elkan, C., 2002, July. Transforming classifier scores into accurate multiclass probability estimates. In Proceedings of the eighth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining (pp. 694-699).
- [68] Dubath, P., et al. (2011). Random Forest Automated Supervised Classification of Hipparcos Periodic Variable Stars. *MNRAS*, 414(3), 2602–2617. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2966.2011.18575.x>
- [69] Bassi, S., Sharma, K. and Gomekar, A., 2021. Classification of variable stars light curves using long short term memory network. *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*, 8, p.718139.
- [70] Debosscher, J., Sarro, L. M., Aerts, C., Cuypers, J., Vandenbussche, B., Garrido, R., & Solano, E. 2007, *A&A*, 475, 1159
- [71] J. W. Richards, D. L. Starr, N. R. Butler, J. S. Bloom, J. M. Brewer, A. Crellin-Quick, J. Higgins, R. Kennedy, and M. Rischard (2011). On machine-learned classification of variable stars with sparse and noisy time-series data. *ApJ arXiv:1101.1959*.
- [72] Kim, D.W. and Bailer-Jones, C.A., 2016. A package for the automated classification of periodic variable stars. *Astronomy & Astrophysics*, 587, p.A18.
- [73] Charnock, T., & Moss, A. (2017). Deep Recurrent Neural Networks for Supernovae Classification. *ApJL*, 837(2), L28.
- [74] Gupta, R., et al. (2025). Transfer Learning for Transient Classification: From Simulations to Real Data and ZTF to LSST. *MNRASL*, 542(1), L132. <https://doi.org/10.1093/mnrasl/slaf073>
- [75] Iskandarli, L., Lintott, C.J., Croft, S., Stevance, H. and Weston, J., 2026. Anomaly Hunter for Alerts (AHA): Anomaly Detection in the ZTF Transient Alert Stream. *arXiv preprint arXiv:2602.12955*.
- [76] Junell, A., Sasli, A., Nunes, F.F., Xu, M., Border, B., Rehemtulla, N., Rizhko, M., Qin, Y.J., Laz, T.J.D., Calloch, A.L. and Chaudhary, S.S., 2025. Applying multimodal learning to Classify transient Detections Early (AppleCiDER) I: Data set, methods, and infrastructure. *arXiv preprint arXiv:2507.16088*.
- [77] Zhang, G., Helfer, T., Gagliano, A.T., Mishra-Sharma, S. and Ashley Villar, V., 2024. Maven: a multimodal foundation model for supernova science. *Machine Learning: Science and Technology*, 5(4), p.045069.
- [78] Vujcic, V., Sreckovic, V.A., Babarogic, S. and Aleksic, J., 2025. An overview of astronomical transient brokers in Rubin era. *Contrib. Astron. Obs. Skalnate Pleso*, 55(2), pp.95-105.
- [79] Borne, K., A machine learning classification broker for the LSST transient database. 2008, *Astronomische Nachrichten: Astronomical Notes*, 329, 255, DOI:10.1002/asna.200710946
- [80] Förster, F., Cabrera-Vives, G., Castillo-Navarrete, E., et al., The Automatic Learning for the Rapid Classification of Events (ALeRCE) Alert Broker. 2021, *Astronomical Journal*, 161, 242, DOI:10.3847/1538-3881/abe9bc
- [81] Sánchez-Sáez, P., Reyes, I., Valenzuela, C., et al., Alert Classification for the ALeRCE Broker System: The Light Curve Classifier. 2021, *Astronomical Journal*, 161, 141, DOI:10.3847/1538-3881/abd5c1
- [82] Carrasco-Davis, R., Reyes, E., Valenzuela, C., et al., Alert Classification for the ALeRCE Broker System: The Real-time Stamp Classifier. 2021, *Astronomical Journal*, 162, 231, DOI:10.3847/1538-3881/ac0ef1
- [83] Cabrera-Vives, G., Moreno-Cartagena, D., Astorga, N., et al., ATAT: Astronomical Transformer for time series and Tabular data. 2024, *Astronomy and Astrophysics*, 689, A289, DOI:10.1051/0004-6361/202449475
- [84] Perez-Carrasco, M., Cabrera-Vives, G., Hernandez-García, L., et al., Alert classification for the alerce broker system: The anomaly detector. 2023, *The Astronomical Journal*, 166, 151, DOI:10.3847/1538-3881/ace0c1
- [85] Nordin, J., Brinnel, V., Van Santen, J., et al., Transient processing and analysis using AMPEL: alert management, photometry, and evaluation of light curves. 2019, *Astronomy & Astrophysics*, 631, A147, DOI:10.1051/0004-6361/201935634
- [86] Matheson, T., Saha, A., Snodgrass, R., & Kececioglu, J., ANTARES: A Prototype Transient Broker System. 2014, in *American Astronomical Society Meeting Abstracts*, Vol. 223, American Astronomical Society Meeting Abstracts #223, 343.02



- [87] Jegou du Laz, T., Coughlin, M.W., Bachant, P., Simones, J.E., Culino, T., Le Calloch, A., Sharma Chaudhary, S., Hall, X.J., Barna, T., Warshofsky, D. and Graham, M., 2025. BOOM and Babamul: a real-time, multi-survey, optical alert broker system operating at scale. arXiv e-prints, pp.arXiv-2511.
- [88] Möller, A., Peloton, J., Ishida, E. E., et al., FINK, a new generation of broker for the LSST community. 2021, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 501, 3272, DOI:10.1093/mnras/staa3602
- [89] Smith, K., Lasair: the transient alert broker for LSST: UK. 2019, The Extragalactic Explosive Universe: the New Era of Transient Surveys and Data-Driven Discovery, 51
- [90] Young, D. R. 2023, Sherlock. Contextual classification of astronomical transient sources, DOI:10.5281/zenodo.8038057
- [91] Wood-Vasey, W.M., 2024. The Pitt-Google LSST Community Alert Broker. What Was That?-Planning ESO Follow up for Transients, Variables, and Solar System Objects in the Era of LSST, p.13.
- [92] Tsimelzon, M. 2006, Complex Event Processing: Ten Design Patterns, [Online; accessed 12-2024]
- [93] Dijkstra, E.W. (1982). Selected Writings on Computing: A Personal Perspective. New York: Springer-Verlag.
- [94] Sommerville, I. (2011). Software Engineering. 9th edn. Boston: Addison-Wesley.
- [95] Martin, R.C. (2017). Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design. Boston: Prentice Hall.

### 3. Полазне хипотезе

На основу анализе доступне, релевантне литературе, и постављеног предмета и циља приступног рада могу се поставити опште и посебне хипотезе.

#### Опште хипотезе:

- X(0.1) Хетерогени токови или алати са специфичним функцијама се могу оркестрирати према потребама научних сценарија за откривање и сврставање променљивих астрономских објеката и феномена.
- X(0.2) Токови података који се емитују са савремених астрономских телескопа и алати за обраду токова су кључни чиниоци астрономског софтверског екосистема и допринеће не само великом квантитативном порасту открића научних феномена већ и квалитативним помацама у истраживачким методама као и демократизацији науке и ресурса.

#### Посебне хипотезе:

- X(0.1.1) Могуће је формирати онтологију генерализованих градивних блокова (нпр. крос-мечер каталога, фотометријска класификација итд) који се могу независно развијати, а затим оркестрирати у сложене токове прилагођене специфичним

научним случајевима (нпр. потрага за суперновама типа Ia, идентификација кандидата за праћење спектроскопијом).

- X(0.1.2) Оркестрирани системи могу динамички мењати ток обраде и укључивати додатне изворе података или алате на основу међурезултата, чиме се оптимизује коришћење ресурса и време реакције.
- X(0.1.3) Да би оркестрација хетерогених токова и алата била могућа у оквиру произвољних научних сценарија, неопходно је дефинисати заједнички семантички модел података и сервиса који успоставља везу између генерализованих концепата домена и конкретних имплементационих интерфејса.
- X(0.1.4) Потребно је увођење доменски-специфичног језика за декларативно дефинисање научних сценарија и извршавање оркестрационих токова, који би формализовао доменске концепте на вишем нивоу апстракције и смањио зависност од конкретних имплементација и технологија.
- X(0.2.1) Повећање обима и континуитета токова података из савремених телескопа доводи до значајног раста броја детектованих астрономских феномена, посебно у домену ретких и краткотрајних догађаја који морају бити приоритетно испитани у ограниченом временском року
- X(0.2.2) Доступност временски густих и дуготрајних низова фотометријских посматрања из више извора, уз додатне врсте података попут исечака слике и спектроскопије, омогућава мултимодалну карактеризацију астрономских објеката и феномена, чиме се знатно унапређује квалитет научних интерпретација.

#### 4. Научне методе истраживања

Основне методе које ће се користити за реализовање истраживања у приступном раду су:

- Прикупљање и систематизација података о доступним решењима на основу литературе, разменом информација и непосредним контактима са релевантним научним субјектима у земљи и свету
- Критичка анализа постојећих решења
- Постављање сопствене методологије за остваривање постављених циљева истраживања синтезом познатих и проверених елемената решења, или њиховом модификацијом, са оригиналним елементима решења
- Експериментална провера предложене методологије израдом прототипа
- Практична провера постављених хипотеза тестирањем реализованог прототипа

## 5. Очекивани научни допринос

Очекивани научни доприноси истраживања су:

- Преглед и компарација постојећих приступа за манипулацију и анализу токова података астрономије временског домена
- Дефинисање генерализованог хијерархијског семантичког модела домена астрономских транзијената
- Дефинисање онтолошког модела оркестрације алата и токова података
- Дефинисање DSL-а (доменски специфичног језика) за формулисање научних сценарија над овако дефинисаном архитектуром.
- Имплементација прототипа софтвера за оркестрацију хетерогених токова података у астрономији временског домена

## 6. План истраживања и структура рада

У циљу израде и одбране докторске дисертације, планиране су следеће активности:

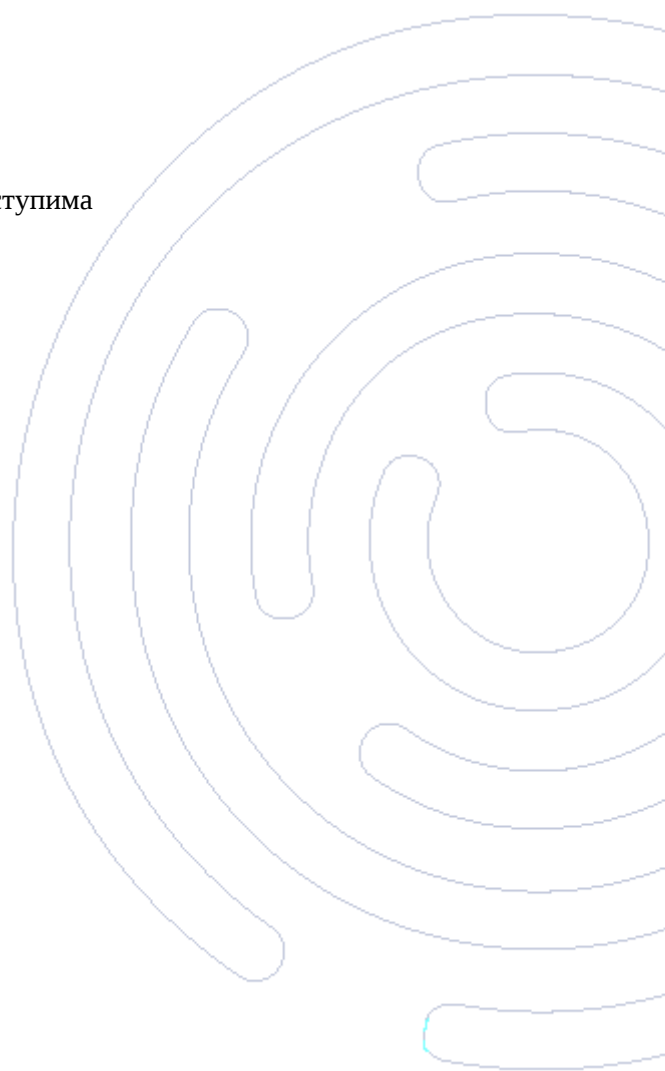
1. Прикупљање, анализа и систематизација постојећих научних резултата из области астрономије временског домена, обраде токова података и софтверских система за њихову анализу
2. Анализа постојећих приступа моделовању и интеграцији хетерогених токова астрономских података, са посебним освртом на ограничења у погледу интероперабилности и композиције
3. Формулисање проблема јединственог семантичког представљања података из различитих извора (телескопи, брокери, каталози) у контексту астрономских токова
4. Дефинисање семантичког модела података који омогућава унификацију кључних концепата (детекције, објекти, светлосне криве, крос-мечери) уз очување информација о пореклу и структури података
5. Дефинисање домен-специфичног језика (DSL) заснованог на семантичком моделу, намењеног декларативном опису упита и оркестрације над хетерогеним токовима података

6. Развој прототипа система који имплементира предложени семантички модел и DSL, укључујући подршку за интеграцију више извора података и алата
7. Валидација предложеног приступа кроз примену на репрезентативним научним сценаријима из астрономије временског домена (нпр. идентификација специфичних класа објеката или феномена)
8. Анализа резултата, провера постављених хипотеза и извођење закључака о ефикасности и применљивости предложеног приступа

Оквирно, структуру докторске дисертације сачињаваће следећа поглавља:

1. Увод
  - 1.1. Предмет и циљ истраживања
  - 1.2. Полазне хипотезе
  - 1.3. Структура докторске дисертације
2. Астрономија временског домена и токови података
  - 2.1. Карактеристике савремених астрономских токова података
  - 2.2. Системи за дистрибуцију и обраду астрономских нотификација
  - 2.3. Изазови хетерогености и скалабилности
3. Моделовање података у системима за обраду токова
  - 3.1. Постојећи приступи и стандарди
  - 3.2. Ограничења у интероперабилности и композицији
  - 3.3. Потреба за јединственим семантичким моделом
4. Хијерархијски семантички модел за репрезентацију података астрономије временског домена
  - 4.1. Анализа основних концепата
  - 4.2. Хијерархијска организација и нивои апстракције
  - 4.3. Моделовање семантичког каталога појмова, података и структура
5. TransientDSL - доменски-специфични језик за рад са токовима података
  - 5.1. Мотивација за увођење DSL-а
  - 5.2. Синтакса и семантика језика

- 5.3. Декларативно дефинисање упита и токова обраде
- 5.4. Повезаност DSL-а и семантичког модела
- 6. Архитектура система за оркестрацију токова података
  - 6.1. Интеграција хетерогених извора података
  - 6.2. Композиција и оркестрација обраде
  - 6.3. Управљање извршавањем и ресурсима
- 7. Имплементација прототипа
  - 7.1. Технолошки избори
  - 7.2. Формализована структура DSL-а и семантичког модела
  - 7.3. Имплементација Alertissimo - алата за оркестрацију хетерогених токова података у астрономији временског домена
- 8. Студија случаја и евалуација
  - 8.1. Дефинисање научних сценарија
  - 8.2. Примена система на реалним подацима
  - 8.3. Анализа резултата и поређење са постојећим приступима
- 9. Закључак
  - 9.1. Научни и стручни доприноси
  - 9.2. Ограничења и правци будућег развоја
- 10. Литература



## 7. Закључак и предлог

Из изложеног се може закључити да кандидат Вељко Вујчић испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању за одобрење израде докторске дисертације под насловом „*Оркесирација алаја и хејројених шокова погашака у асирномији временској домена*”.

Вељко Вујчић поседује неопходна знања из информационих система, управљања токовима података, архитектура базиране на догађајима и астроинформатике за успешан рад на докторској дисертацији.

Тема припада ужој научној области астроинформатика, мултидисциплинарна је и обухвата проблеме који су данас у активном фокусу најсавременијих истраживања. Истраживање кандидата се бави проблемима семантичког моделовања и оркестрације хетерогених токова података у астрономији временског домена. Добијени резултати могу допринети развоју јединственог оквира за представљање астрономских података заснованог на онтологији домена, чиме се унапређује разумевање и формализација кључних концепата. Увођењем доменски-специфичног језика и семантичког модела омогућава се формализација научних сценарија и ефикаснија анализа транзијентних феномена. Предложени приступ има потенцијал за практичну примену у савременим астрономским инфраструктурама и системима за обраду токова података.

На основу свега наведеног, комисија предлаже Наставно-научном већу да прихвати предложену тему и одобри израду пријављене докторске дисертације. За ментора докторске дисертације предлаже се др Слађан Бабарогић, редовни професор Факултета организационих наука, Универзитета у Београду.

### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

---

др Слађан Бабарогић, редовни професор  
Факултет организационих наука  
Универзитет у Београду

---

др Гордана Савић, редовни професор  
Факултет организационих наука  
Универзитет у Београду

---

др Владимир Срећковић, научни саветник  
Институт за физику  
Универзитет у Београду

Београд, 15.04.2026.