



**SLEZSKÁ  
UNIVERZITA**  
FYZIKÁLNÍ ÚSTAV  
V OPAVĚ

**Fyzikální ústav v Opavě Slezské univerzity v Opavě**  
**Zpráva o vědecké činnosti v roce 2021**

Schválena Vědeckou radou Fyzikálního ústavu v Opavě dne 22.6.2022

## I. Kvalifikační struktura

(stav ke dni 31. 12. 2021)

Fyzikální ústav v Opavě (dále též FÚ) se soustřeďuje na výzkumy v teoretické fyzice zaměřené především na relativistickou astrofyziku, částicovou fyziku a počítačovou fyziku. Tyto výzkumy jsou organizovány v rámci Výzkumného centra teoretické fyziky a astrofyziky (dále též VC TFA) a Výzkumného centra počítačové fyziky a zpracování dat (dále též VC PFZD). Výzkumy v oblasti aplikované fyziky a umělecká tvorba vázaná na studijní program Multimediální techniky jsou organizovány v rámci edukačních center Fyzikálního ústavu v Opavě. Výsledky výzkumů v oblasti aplikované fyziky jsou výrazně omezené ve srovnání s výsledky výzkumů v teoretické fyzice z hlediska kvantity i kvality.

### Výzkumné centrum teoretické fyziky a astrofyziky

Vedoucí centra:	prof. RNDr. Zdeněk Stuchlík, CSc.
Zástupce vedoucího centra:	doc. RNDr. Jan Schee, Ph.D.
Vedoucí výzkumní pracovníci:	prof. RNDr. Zdeněk Stuchlík, CSc. doc. RNDr. Jiří Kovář, Ph.D. doc. RNDr. Jan Schee, Ph.D. doc. RNDr. Petr Slaný, Ph.D. dr. Roman Konoplya dr. Jorge Ovalle
Výzkumní pracovníci:	RNDr. Filip Blaschke, Ph.D. RNDr. Jan Hladík, Ph.D. RNDr. Martin Kološ, Ph.D. RNDr. Jan Novotný, Ph.D. RNDr. Arman Tursunov, Ph.D. dr. Claudio Cremaschini dr. Camilo Posada dr. Daniela Pugliese
Postdoktorandi:	RNDr. Martin Blaschke, Ph.D. RNDr. Hana Kučáková, Ph.D. Mgr. Daniel Charbulák, Ph.D. Mgr. Jaroslav Vrba, Ph.D. dr. Thomas Pappas
Studenti doktorského studia:	Mgr. Evariste Boj* Mgr. Dilshodbek Bardiev Mgr. Iryna Bormotova Mgr. Sudipta Hensh* Mgr. Bakhtinur Juraev Mgr. Nikolas Ondřej Karpíšek*

Mgr. Dmitriy Ovchinnikov  
 Mgr. Radim Pánis  
 Mgr. Martin Petrásek\*  
 Mgr. Lukáš Rafaj  
 Mgr. Antonina Zinhailo

Hostující výzkumní pracovníci: prof. Massimo Tassarotto  
 dr. Mariia Churilova  
 dr. Elena Kopteva  
 dr. Bobir Toshmatov  
 dr. Olexander Zhidenko  
 Mgr. Bobur Turimov

### Výzkumné centrum počítačové fyziky a zpracování dat

Vedoucí centra: doc. RNDr. Gabriel Török, Ph.D.  
 Zástupce vedoucího centra: Mgr. Martin Urbanec, Ph.D.

Vedoucí výzkumní pracovníci: prof. Marek Abramowicz, Ph.D.  
 prof. Ing. Peter Lichard, DrSc.  
 doc. RNDr. Gabriel Török, Ph.D.

Výzkumní pracovníci: RNDr. Ing. Andrea Kotrlová, Ph.D.  
 RNDr. Eva Šrámková, Ph.D.  
 Mgr. Martin Urbanec, Ph.D.

Postdoktorandi: Mgr. Kateřina Klimovičová, Ph.D.  
 Mgr. Gabriela Urbancová, Ph.D.

Studenti doktorského studia: Mgr. Debora Lančová  
 Mgr. Adam Hofer  
 Mgr. Monika Matuszková  
 MSc. Santu Mondal\*  
 Mgr. Ivan Muzalevskii\*  
 Mgr. Karol Petřík\*

Hostující výzkumní pracovníci: Mgr. Tomáš Pecháček, Ph.D.  
 dr. Vittorio De Falco  
 dr. Odelle Straub  
 Ing. Mgr. Jakub Juryšek

**Fyzikální ústav (bez výzkumných center)**

Pracovníci:	prof. Ing. Ivan Hubač, DrSc. doc. Ing. Petr Habrman, CSc. doc. RNDr. Stanislav Hledík, Ph.D. doc. Ing. Miloš Zapletal, Dr. RNDr. Josef Juráň, Ph.D. RNDr. Hynek Sekanina, Ph.D. Ing. Vratislav Chudoba, Ph.D. Ing. Miroslav Vala, CSc. Ing. Tomáš Janečka Mgr. Jan Mudra Mgr. Martin Petrásek Mgr. Ondřej Smékal Ing. Jaroslav Zeman
-------------	--

\* Studenti dobíhajícího doktorského studijního programu akreditovaného na Filozoficko-přírodovědecké fakultě v Opavě; školení pracovníky FÚ.

**a) Počet vědecko-pedagogických pracovníků s plným úvazkem**

V roce 2021 pracovalo na FÚ celkem 30 vědecko-pedagogických pracovníků na plný úvazek.

**b) Počet vědecko-pedagogických pracovníků s částečným úvazkem**

V roce 2021 pracovalo na FÚ celkem 10 vědecko-pedagogických pracovníků na částečný úvazek.

**c) Počet externích pracovníků podílejících se na výuce**

Na výuce ve studijních programech, které se na FÚ realizují, se podílí rovněž externí pracovníci. Během celého roku 2021 pracovalo na FÚ 9 externistů.

**d) Kvalifikační postupy kmenových pracovníků**

V průběhu roku 2021 nedošlo k žádnému kvalifikačnímu postupu u kmenových pracovníků FÚ.

## e) Vědecká příprava

## Úspěšně ukončená doktorská studia studentů školených pracovníky FÚ (2)

## Školitel doc. Török

- Mgr. Kateřina Klimovičová, Ph.D.  
studijní obor: Teoretická fyzika a astrofyzika
- Mgr. Gabriela Urbancová, Ph.D.  
studijní obor: Teoretická fyzika a astrofyzika

## Probíhající doktorská studia studentů školených pracovníky FÚ (17)

## Školitel dr. Konoplyá

- Mgr. Antonina Zinhailo Teoretická fyzika a astrofyzika

## Školitel prof. Stuchlík

- Mgr. Evariste Boj Teoretická fyzika a astrofyzika
- Mgr. Iryna Bormotova Teoretická fyzika a astrofyzika
- MSc. Sudipta Hensh Teoretická fyzika a astrofyzika
- Mgr. Bakhtinur Juraev Teoretická fyzika a astrofyzika
- Mgr. Radim Pánis Teoretická fyzika a astrofyzika
- Mgr. Martin Petrásek Teoretická fyzika a astrofyzika

## Školitel doc. Schee

- Mgr. Dilshodbek Bardiev Teoretická fyzika a astrofyzika
- Mgr. Dmitriy Ovchinnikov Teoretická fyzika a astrofyzika

## Školitel prof. Hubač

- Mgr. Nikolas Ondřej Karpíšek Teoretická fyzika a astrofyzika
- Mgr. Lukáš Rafaj Teoretická fyzika a astrofyzika

## Školitel prof. Lichard

- Santu Mondal, MSc. Theoretical Physics and Astrophysics
- Mgr. Ivan Muzalevskii Teoretická fyzika a astrofyzika

## Školitel doc. Török

- Mgr. Debora Lančová Teoretická fyzika a astrofyzika
- Mgr. Monika Matuszková Teoretická fyzika a astrofyzika
- Mgr. Karol Petřík Teoretická fyzika a astrofyzika

## Školitel doc. Hledík

- Mgr. Adam Hofer Teoretická fyzika a astrofyzika

## II. Publikace pracovníků FÚ a studentů školených pracovníky FÚ

### a) Články v impaktovaných časopisech (59)

1. Adamek, K.; **Novotny, J.**; Thiyagalingam, J.; Armour, W., Efficiency near the Edge: Increasing the Energy Efficiency of FFTs on GPUs for Real-Time Edge Computing, IEEE ACCESS, 9, 2021 (IF: 3,367)
2. Arai, M.; **Blaschke, F.**; Eto, M.; Kawaguchi, M; Sakai, N., Standard model gauge fields localized on non-Abelian vortices in six dimensions, PROGRESS OF THEORETICAL AND EXPERIMENTAL PHYSICS, 2021, 123B07, 2021 (IF: 2,572)
3. Bhatta, G.; **Pánis, R.**; **Stuchlík, Z.**, Deterministic Aspect of the  $\gamma$ -Ray Variability in Blazars, ASTROPHYSICAL JOURNAL, 905, 160, 2021 (IF: 5 877)
4. **Bormotova, I.**; **Kopteva, E.**; **Stuchlik, Z.**, Geodesic Structure of the Accelerated Stephani Universe, SYMMETRY-BASEL, 13, 1001, 2021 (IF: 2,713)
5. Britzen S.; Zajaček M.; Popović L.Č.; Fendt C.; Tramacere A.; Pashchenko I.N.; Jaron F.; **Pánis R.**; Petrov L.; Aller M.F.; Aller H.D., A ring accelerator? Unusual jet dynamics in the IceCube candidate PKS 1502+106, MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY, 503, 2021 (IF: 5,287)
6. Bronnikov, K.A.; **Konoplya, R. A.**; **Pappas, T. D.**, General parametrization of wormhole spacetimes and its application to shadows and quasinormal modes, PHYSICAL REVIEW D, 103, 124062, 2021 (IF: 5,296)
7. Contreras, E.; **Ovalle, J.**; Casadio, R., Gravitational decoupling for axially symmetric systems and rotating black holes, PHYSICAL REVIEW D, 103, 044020, 2021 (IF: 5.296)
8. **Cremaschini, C.**; Kovar, J.; Stuchlik, Z.; Tessarotto, M., Variational theory of the Ricci curvature tensor dynamics, EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C, 81, 1030, 2021 (IF: 4,59)
9. **Cremaschini, C.**; Tessarotto, M., Coupling of quantum gravitational field with Riemann and Ricci curvature tensors, EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C, 81, 548, 2021 (IF: 4,59)
10. **Cremaschini, C.**; Tessarotto, M., Physical Properties of Schwarzschild-deSitter Event Horizon Induced by Stochastic Quantum Gravity, ENTROPY, 23, 511, 2021 (IF: 2,524)
11. Falanga M.; **Bakala P.**; Placa R.L.; De Falco V.; De Rosa A.; Stella L., Exploring higher order images with Fe K-alpha-lines from relativistic discs: black hole spin determination and bias, MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY, 504, 2021 (IF: 5,287)
12. Gialamas, I. D.; Karam, A.; **Pappas, T. D.**; Spanos, V.C., Scale-invariant quadratic gravity and inflation in the Palatini formalism, PHYSICAL REVIEW D, 104, 023521, 2021 (IF: 5,296)

13. **Habrman, P.**, Air equivalence of some solid fluoropolymers in photon beams, JOURNAL OF INSTRUMENTATION, 16, P06026, 2021 (IF: 1,415)
14. **Hensh, S.**; Liberati, S., Raychaudhuri equations and gravitational collapse in Einstein-Cartan theory, PHYSICAL REVIEW D, 104, 084073, 2021 (IF: 5,296)
15. **Churilova, M. S.**, Quasinormal modes of the Dirac field in the consistent 4D Einstein-Gauss-Bonnet gravity, PHYSICS OF THE DARK UNIVERSE, 31, 100748, 2021 (IF: 4,243)
16. **Churilova, M. S.**, Quasinormal modes of the test fields in the consistent 4D Einstein-Gauss-Bonnet-(anti) de Sitter gravity, ANNALS OF PHYSICS, 427, 168425, 2021 (IF: 2,668)
17. **Churilova, M. S.**; **Konoplya, R. A.**; **Stuchlik, Z.**; **Zhidenko, A.**, Wormholes without exotic matter: quasinormal modes, echoes and shadows, JOURNAL OF COSMOLOGY AND ASTROPARTICLE PHYSICS, 2021, 010, 2021 (IF: 5,839)
18. Kara, J.; Zharikov, S.; Wolf, M.; **Kucakova, H.**, et al., The period-gap cataclysmic variable CzeV404 Her: A link between SW Sex and SU UMa systems, ASTRONOMY & ASTROPHYSICS, 652, A49, 2021 (IF: 5,803)
19. **Kolos, M.**; **Tursunov, A.**; **Stuchlik, Z.**, Radiative Penrose process: Energy gain by a single radiating charged particle in the ergosphere of rotating black hole, PHYSICAL REVIEW D, 103, 024021, 2021 (IF: 5,296)
20. **Konoplya, R. A.**, Conformal Weyl gravity via two stages of quasinormal ringing and late-time behavior, PHYSICAL REVIEW D, 103, 044033, 2021 (IF: 5,296)
21. **Konoplya, R. A.**, Black holes in galactic centers: Quasinormal ringing, grey-body factors and Unruh temperature, PHYSICS LETTERS B, 823, 136734, 2021 (IF: 4,771)
22. **Konoplya, R. A.**; Kunz, J.; Zhidenko, A., Blandford-Znajek mechanism in the general stationary axially-symmetric black-hole spacetime, JOURNAL OF COSMOLOGY AND ASTROPARTICLE PHYSICS, 2021, 002, 2021 (IF: 5,839)
23. **Konoplya, R. A.**; Zhidenko, A., Shadows of parametrized axially symmetric black holes allowing for separation of variables, PHYSICAL REVIEW D, 103, 104033, 2021 (IF: 5,296)
24. **Konoplya, R. A.**; Zhidenko, A., Massive particles in the Einstein-Lovelock-anti-de Sitter black hole spacetime, CLASSICAL AND QUANTUM GRAVITY, 38, 045015, 2021 (IF: 3,528)
25. Liu, F. K.; Cao, C. Y.; **Abramowicz, M. A.**; Wielgus, et al., Elliptical Accretion Disk as a Model for Tidal Disruption Events, ASTROPHYSICAL JOURNAL, 908, 179, 2021 (IF: 5,877)

26. Mardor I.; S. Ayet San Andrés; T. Dickel; D. Amanbayev; S. Beck; J. Bergmann; H. Geissel; L. Gröf; E. Haettner; C. Hornung; N. Kalantar-Nayestanaki; G. Kripko-Koncz; I. Miskun; A. Mollaebrahimi; W. R. Plaß; C. Scheidenberger; H. Weick; Soumya Bagchi; D. L. Balabanski; A. A. Bezbakh; Z. Brencic; O. Charviakova; **Chudoba, V.**, et al., Mass measurements of As, Se, and Br nuclei, and their implication on the proton-neutron interaction strength toward the  $N = Z$  line, *PHYSICAL REVIEW C*, 103, 034319, 2021 (IF: 3,296)
27. **Muzalevskii, I. A.**; Bezbakh, A. A.; Nikolskii, E. Yu; **Chudoba, V.**, et al., Resonant states in H-7: Experimental studies of the H-2(He-8, He-3) reaction, *PHYSICAL REVIEW C*, 103, 044313, 2021 (IF: 3,296)
28. **Novotny, J.; Stuchlik, Z.; Hladik, J.**, Polytropic spheres modelling dark matter haloes of dwarf galaxies, *ASTRONOMY & ASTROPHYSICS*, 647, A29, 2021 (IF: 5,803)
29. **Ovalle, J.**; Contreras, E.; **Stuchlik, Z.**, Kerr-de Sitter black hole revisited, *PHYSICAL REVIEW D*, 103, 084016, 2021 (IF: 5,296)
30. **Ovalle, J.**; Casadio, R.; Contreras, E.; Sotomayor, A., Hairy black holes by gravitational decoupling, *PHYSICS OF THE DARK UNIVERSE*, 31, 100744, 2021 (IF: 4,243)
31. **Ovchinnikov D.**; Farooq M.U.; Hussain I.; Abdujabbarov A.; Ahmedov B.; **Stuchlik Z.**, Epicyclic oscillations of test particles near marginally stable circular orbits around charged Kiselev black holes, *PHYSICAL REVIEW D*, 104, 063027, 2021 (IF: 5,296)
32. Pechanec, V.; Cudlin, O.; **Zapletal, M.**; Purkyt, J., et al., Assessing Habitat Vulnerability and Loss of Naturalness: Applying the GLOBIO3 Model in the Czech Republic, *SUSTAINABILITY*, 13, 5355, 2021 (IF: 3,251)
33. **Posada, C.; Hladik, J.; Stuchlik, Z.**, Dynamical stability of the modified Tolman VII solution, *PHYSICAL REVIEW D*, 103, 104067, 2021 (IF: 5,296)
34. **Pugliese, D.; Stuchlik, Z.**, General relativistic rotational energy extraction from black holes-accretion disk systems, *CLASSICAL AND QUANTUM GRAVITY*, 38, 145014, 2021 (IF: 3,528)
35. **Pugliese, D.; Stuchlik, Z.**, Jet collision with accreting tori around SMBHs GRHD and light surface constraints in aggregates of misaligned tori, *PUBLICATIONS OF THE ASTRONOMICAL SOCIETY OF JAPAN*, 73, 2021 (IF: 5,071)
36. **Pugliese, D.; Stuchlik, Z.**, Dragged surfaces. On the accretion tori in the ergoregion, *PUBLICATIONS OF THE ASTRONOMICAL SOCIETY OF JAPAN*, 73, 2021 (IF: 5,071)
37. **Pugliese, D.**; Montani, G., Aspects of GRMHD in high-energy astrophysics: geometrically thick disks and tori agglomerates around spinning black holes, *GENERAL RELATIVITY AND GRAVITATION*, 53, 51, 2021 (IF: 2,513)



38. **Pugliese, D.;** Quevedo, H., Kerr metric Killing bundles Killing horizons confinement, light-surfaces and horizons replicas, EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C, 81, 258, 2021 (IF: 4,59)
39. **Pugliese, D.;** Quevedo, H., Extracting information on black hole horizons, NUCLEAR PHYSICS B, 972, 115544, 2021 (IF: 2,759)
40. **Pugliese, D.;** Quevedo, H., Repulsive gravity effects in horizon formation Horizon remnants in naked singularities, GENERAL RELATIVITY AND GRAVITATION, 53, 89, 2021 (IF: 2,513)
41. Shafter, A. W.; Hornoch, K.; Benacek, J.; Galad, A.; Janik, J.; Jurysek, J.; Kotkova, L.; Kurfurst, P.; **Kucakova, H.**, et al., Survey of Novae in M83, ASTROPHYSICAL JOURNAL, 923, 239, 2021 (IF: 5,877)
42. Shahzadi, M., **Kolos, M., Stuchlik, Z.**, Habib, Y., Epicyclic oscillations in spinning particle motion around Kerr black hole applied in models fitting the quasi-periodic oscillations observed in microquasars and AGNs, EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C, 12, 531, 2021 (IF: 4,59)
43. Scheirich, P.; Pravec, P.; Kusnirak, P.; Hornoch, K.; McMahan, J.; Scheeres, D. J.; Capek, D.; Pray, D. P.; **Kucakova, H.**, et al., A satellite orbit drift in binary near-Earth asteroids (66391) 1999 KW4 and (88710) 2001 SL9-Indication of the BYORP effect, ICARUS, 360, 114321, 2021 (IF: 3,508)
44. **Stuchlik, Z.; Klimovicova, K.; Schee, J.; Torok, G.; Kotrlova, A.**, Comparison of the Hartle-Thorne Model of Neutron Stars with its Kerr Approximation by using Resonant Switch Model ACTA ASTRONOMICA, 71, 2021 (IF: 2,447)
45. **Stuchlik, Z.; Vrba, J.**, Trapping of null geodesics in slowly rotating extremely compact Tolman VII spacetimes, EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL PLUS, 136, 977, 2021 (IF: 3,911)
46. **Stuchlik, Z.; Vrba, J.**, Supermassive black holes surrounded by dark matter modeled as anisotropic fluid: epicyclic oscillations and their fitting to observed QPOs, JOURNAL OF COSMOLOGY AND ASTROPARTICLE PHYSICS, 2021, 059, 2021 (IF: 5,839)
47. **Stuchlik, Z.; Kolos, M.; Tursunov, A.**, Penrose Process: Its Variants and Astrophysical Applications, UNIVERSE, 7, 416, 2021 (IF: 2,278)
48. **Stuchlik, Z.; Hladik, J.; Vrba, J.; Posada, C.**, Neutrino trapping in extremely compact Tolman VII spacetimes, EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C, 81, 529, 2021 (IF: 4,59)
49. **Stuchlik, Z.; Vrba, J.**, Epicyclic orbits in the field of Einstein-Dirac-Maxwell traversable wormholes applied to the quasiperiodic oscillations observed in microquasars and active galactic nuclei, EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL PLUS, 136, 1127, 2021 (IF: 3,911)
50. **Stuchlik, Z.; Vrba, J.**, Epicyclic Oscillations around Simpson-Visser Regular Black Holes and Wormholes, UNIVERSE, 7, 279, 2021 (IF: 2,278)

51. Tessarotto, M.; **Cremašchini, C.**, The Principle of Covariance and the Hamiltonian Formulation of General Relativity, *ENTROPY*, 23, 215, 2021 (IF: 2,524)
52. Tessarotto, M.; **Cremašchini, C.**, The Quantum Regularization of Singular Black-Hole Solutions in Covariant Quantum Gravity, *ENTROPY*, 23, 370, 2021 (IF: 2,524)
53. **Turimov, B.**; Rahimov, O.; Ahmedov, B.; **Stuchlik, Z.**; Boymurodova, K., Dynamical motion of matter around a charged black hole, *INTERNATIONAL JOURNAL OF MODERN PHYSICS D*, 30, 2150037, 2021 (IF: 2,461)
54. **Turimov, B.**; Ahmedov, B.; **Stuchlik, Z.**, On exact analytical solution of Einstein-Maxwell-scalar field equations, *PHYSICS OF THE DARK UNIVERSE*, 33, 100868, 2021 (IF: 4,243)
55. **Turimov, B.**; **Stuchlik, Z.**; Rayimbayev, J.; Abdujabbarov, A., General relativistic effects in neutron star electrodynamics, *PHYSICAL REVIEW D*, 103, 124039, 2021 (IF: 5,296)
56. **Tursunov, A.**; **Juraev, B.**; **Stuchlik, Z.**; **Kolos, M.**, Electric Penrose process: High-energy acceleration of ionized particles by nonrotating weakly charged black hole, *PHYSICAL REVIEW D*, 104, 084099, 2021 (IF: 5,296)
57. Vahedi, A.; Khodagholizadeh, J.; **Tursunov, A.**, Aschenbach effect for spinning particles in Kerr-(A)dS spacetime, *EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C*, 81, 280, 2021 (IF: 4,59)
58. Vincent, F. H.; Wielgus, M.; **Abramowicz, M. A.**; Gourgoulhon, E., et al., Geometric modeling of M87\* as a Kerr black hole or a non-Kerr compact object, *ASTRONOMY & ASTROPHYSICS*, 646, A37, 2021 (IF: 5,803)
59. Wolf, M.; **Kucakova, H.**; Zaslach, P.; Hornoch, K.; Kara, J.; Merc, J.; Zejda, M., Possible substellar companions in dwarf eclipsing binaries SDSS J143547.87+373338.5, NSVS 7826147, and NSVS 14256825, *ASTRONOMY & ASTROPHYSICS*, 647, A65, 2021 (IF: 5,803)

#### b) Články v neimpaktovaných časopisech (2)

1. **Turimov B.**; Ahmedov B., Zipoy-Voorhees Gravitational Object as a Source of High-Energy Relativistic Particles, *GALAXIES*, 9, 59, 2021 (IF: JCR Category)
2. Polášek, M., **Zapletal, M.**, Monitorování látek znečišťujících ovzduší v oblasti pevnostních objektů Slezského zemského muzea, *FÓRUM PRO KONZERVÁTORRY-RESTAURÁTORRY*, 150-155, 2021

**c) Příspěvky ve sbornících mezinárodních konferencí (11)**

1. Almeida Cheminant, K., Gora, D., Alvarez Castillo, D., Budnev, N., Gupta, A. Homola, P., Łozowski, B., Medvedev, M., Mozgova, A., Pawlik, M., Rzecki, K., Smolek, K., Stasielak, J., Sushchov, O., **Tursunov, A.**, Wibig, T. and Zamora-Saa, J., Event rates of UHE photons cascading in the geomagnetic field at CTA-North, Proceedings of 37th International Cosmic Ray Conference, Proceedings of Science 395, 726, 2021
2. Alvarez-Castillo, D., Sushchov, O., Homola, P., Beznosko, D., Budnev, N., Gora, D., Gupta, A., Hnatyk, B., Kasztelan, M., Kovacs, P., Lozowski, B., Medvedev, M., Miszczyk, J., Mozgova, A., Nazari, V., Niedzwiecki, M., Pawlik, M., Rosas, M., Rzecki, K., Smelcerz, K., Smolek, K., Stasielak, J., Stuglik, S., Svanidze, M., **Tursunov, A.**, Verbetsky, Y., Wibig, T., Zamora-Saa, J., Poncylyusz, B., Medrala, J., Opila, G., Bibrzycki L. and Piekarczyk, M. Simulations of Cosmic Ray Ensembles originated nearby the Sun, Proceedings of 37th International Cosmic Ray Conference, Proceedings of Science 395, 457, 2021
3. Bibrzycki, L., Alvarez-Castillo, D., Bar, O., Gora, O., Homola, P., Kovacs, P., Niedzwiecki, M., Piekarczyk, M., Rzecki, K., Stasielak, J., Stuglik, S., Sushchov, O. and **Tursunov, A.** Machine learning aided noise filtration and signal classification for CREDO experiment, Proceedings of 37th International Cosmic Ray Conference, Proceedings of Science 395, 227, 2021
4. Gintner, M., **Juráň, J.**, The mass exclusion limits for the BSM vector resonances with the direct couplings to the third quark generation, Proceedings of 40th International Conference on High Energy physics (ICHEP2020) - Parallel: Beyond the Standard Model, 40, 2021
5. Homola, P., Alvarez Castillo, D., Almeida Cheminant, K., Beznosko, D., Budnev, N., Gora, D., Gupta, A., Hnatyk, B., Kasztelan, M., Kovacs, P., Lozowski, B., Medvedev, M., Miszczyk, J., Mozgova, A., Nazari, V., Niedzwiecki, M., Pawlik, M., Rosas, M., Rzecki, K., Smelcerz, K., Smolek, K., Stasielak, J., Stuglik, S., Sushchov, O., Svanidze, M., **Tursunov, A.**, Vaquero, J.M., Verbetsky, Y., Wibig, T., Wozniak, K. and Zamora-Saa, Ja. Invitation to the Cosmic Ray Extremely Distributed Observatory, Proceedings of 37th International Cosmic Ray Conference, Proceedings of Science 395, 942, 2021
6. **Pugliese, D.**, **Stuchlík, Z.**, Limiting effects in tori clusters, Proceedings of 16th Marcel Grossmann meeting, 5-10 July, 2021
7. **Šrámková E.**, **Goluchová K.**, **Török G.**, **Abramowicz M. A.**, **Stuchlík Z.**, Horák J., Exploring the X-ray universe via timing: mass of the active galactic nucleus black hole XMMUJ134736.6+173403, Nuclear Activity in Galaxies Across Cosmic Time, 356, 348, 2021

8. **Tursunov, A.**, Alvarez-Castillo, D., Gupta, A., Hnatyk, B., Homola, P., Kasztelan, M., **Kološ, M.**, Kovacs, P., Łozowski, B., Medvedev, M., Mozgova, A., Niedzwiecki, M., Rosas, M., Rzecki, K., Smelcerz, K., Smolek, K., Stasielak, J., **Stuchlík, Z.**, Sushchov, O., Wibig T. and Zamora-Saa, Jc., Acceleration of ultra-high-energy cosmic rays by local supermassive black hole candidates, Proceedings of 37th International Cosmic Ray Conference, Proceedings of Science 395, 471, 2021
9. **Tursunov, T.**, Homola, P., Alvarez-Castillo, D., Budnev, N., Gupta, A., Hnatyk, B., Kasztelan, M., Kovacs, P., Łozowski, B., Medvedev, B., Mozgova, A., Niedzwiecki, M., Pawlik, M., Rosas, M., Rzecki, K., Smelcerz, K., Smolek, K., Stasielak, J., Stuglik, S., Svanidze, M., Sushchov, O., Verbetsky, Y., Wibig T. and Zamora-Saa J., Probing UHECR and cosmic ray ensemble scenarios with a global CREDO network, Proceedings of 37th International Cosmic Ray Conference, Proceedings of Science 395, 472, 2021
10. Wibig, T., Karbowski, M., Alvarez-Castillo, D., Bar, O., Bibrzycki, L., Gora, D., Homola, P., Kovacs, P., Piekarczyk, M., Stasielak, J., Stuglik, S., Sushchov, O. and **Tursunov, A.** Determination of Zenith Angle Dependence of Incoherent Cosmic Ray Muon Flux Using Smartphones of the CREDO Project, Proceedings of 37th International Cosmic Ray Conference, Proceedings of Science 395, 199, 2021
11. **Zapletal, M.**, Kašpar, V., Bílek, J., Samec, P., Víchová, P., Juráň, S., **Hladík, J.**, Kvantifikace záchytu ozonu městskou vegetací, In: Mačala, J. (eds.): Ochrana ovzdušia 2021, Air Protection 2021, Zborník medzinárodnej konferencie, Bratislava, Hotel Bratislava, Slovak Republic, 24.-26. november 2021, s. 100-106, 2021

#### d) Knihy, učební texty a sborníky z konferencí (3)

1. **Zapletal, M.**, Kašpar, V., Samec, P., Bílek, J., Doležal, K., Víchová, P., Balcar, T., Kalužová, G., Juráň, S., **Hladík, J.**, Buček, P., Martaus, A., Blahůšková, V., Vráblová, M., Maršolek, P., Zelená infrastruktura a její vliv na kvalitu ovzduší, Metodika výsadby zeleně v urbánním prostředí s ohledem na záchyt polutantů, Statutární město Ostrava, 102 s., 2021
2. **Zapletal, M.** Environmentální informatika, Slezská univerzita v Opavě, 99 s., 2021
3. **Zapletal, M.**, Kašpar, V., Samec, P., Bílek, J., Doležal, K., Víchová, P., Balcar, T., Kalužová, G., Juráň, S., **Hladík, J.**, Zelená infrastruktura pro města, Statutární město Ostrava, 66 s., 2021

#### e) Rigorózní, disertační a habilitační práce (2)

1. Klimovičová K., Theoretical and observational aspects of physical processes in the field of compact objects (disertační práce)
2. Urbancová G., X-ray binary systems and the internal structure of compact stars (disertační práce)

**f) Vybrané publikace (10)**

Některé publikace pracovníků FÚ dosahují dle metrik Web of Science (WoS) významného počtu citací již brzy po zveřejnění. Tímto se na WoS řadí mezi tzv. Highly Cited Paper a Hot Paper publikace. V roce 2021 byly mezi tyto publikace zařazeny následující:

1. Contreras, E., **Ovalle, J.**, Casadio, R., Gravitational decoupling for axially symmetric systems and rotating black holes, PHYSICAL REVIEW D, 103, 4, 044020, 2021
2. **Ovalle, J.**, Casadio, R., Contreras, E., et al., Hairy black holes by gravitational decoupling, PHYSICS OF THE DARK UNIVERSE, 31, 100744, 2021
3. **Konoplya, R., Zinhailo, A. F.**, Quasinormal modes, stability and shadows of a black hole in the 4D Einstein-Gauss-Bonnet gravity, EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C, 80, 11, 1049, 2020
4. **Konoplya, R.**, Zhidenko, A., Black holes in the four-dimensional Einstein-Lovelock gravity, PHYSICAL REVIEW D, 101, 8, 084038, 2020
5. **Stuchlik, Z.; Kolos, M.; Kovar J.**, et al., Influence of Cosmic Repulsion and Magnetic Fields on Accretion Disks Rotating around Kerr Black Holes, UNIVERSE, 6, 2, 26, 2020
6. **Konoplya, R.**, Shadow of a black hole surrounded by dark matter, PHYSICS LETTERS B, 795, pp 1-6, 2019
7. **Konoplya, R., Zhidenko, A., Zinhailo, A. F.**, Higher order WKB formula for quasinormal modes and grey-body factors: recipes for quick and accurate calculations, CLASSICAL AND QUANTUM GRAVITY, 36, 15, 155002, 2019
8. **Ovalle, J.**, Decoupling gravitational sources in general relativity: The extended case, PHYSICS LETTERS B, 788, pp 213-218, 2019
9. **Ovalle, J.**, Casadio, R., da Rocha, R., et al., Anisotropic solutions by gravitational decoupling, EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C, 78, 2, 122, 2018
10. **Konoplya, R., Stuchlik, Z.**, Are eikonal quasinormal modes linked to the unstable circular null geodesics?, PHYSICS LETTERS B, 771, pp 597-602, 2017

### III. Vědecké konference, workshopy a semináře

#### a) Organizované konference (1)

- RAGtime 23: Workshop on black holes and neutron stars, 6. – 10. září 2021, Opava (hybridní forma)

#### b) Organizované workshopy (8)

- Severo-Ochoa advanced (virtual) school: Planets, exoplanets and their systems in a broad and multidisciplinary context, 18. - 21. ledna 2021, (online)
- Workshop EXPRO, 5. března 2021, (online)
- Psaní odborných textů v rámci mezinárodní spolupráce v oblasti akreujících kompaktních objektů, 8. – 11. července 2021, Uherské Hradiště
- Workshop ESF I., 9. – 10. července 2021, Uherské Hradiště
- X-ray Data Modelling of Accreting Black Holes, 19. – 23. července 2021, Hotel Belária, Hradec nad Moravicí
- Workshop ESF II., 21. – 25. srpna 2021, Uherské Hradiště
- Strategie využití vysokoúrovňových programovacích jazyků a softwaru pro symbolické výpočty v kontextu transferu technologií, poznatků a dovedností při realizaci kosmického výzkumu, 3. - 4. listopadu 2021, Uherské Hradiště
- Vývoj, životní cyklus a efektivní přenositelnost programových knihoven v rámci kooperace subjektů zapojených do kosmických misí, 5. – 6. listopadu 2021, Uherské Hradiště

#### c) Vystoupení na mezinárodních konferencích (20)

- Bardiev, D., Numerical simulations of double tori around black hole, RAGtime 23: Workshop on black holes and neutron stars, 6. – 10. září, Opava, 2021
- Juraev, B., Particle ionization near a weakly charged black hole, RAGtime 23: Workshop on black holes and neutron stars, 6. – 10. září, Opava, 2021
- Klimovičová, K., Oscillations of thick accretion discs in the Hartle-Thorne geometry, RAGtime 23: Workshop on black holes and neutron stars, 6. – 10. září, Opava, 2021
- Kološ, M., Charged particle motion in black hole magnetosphere, International Online Workshop on Relativistic Astrophysics and Gravitation, IWRAg-2021, 12. -14. květen, 2021

- Kološ, M., Resonances around black hole, RAGtime 23: Workshop on black holes and neutron stars, 6. – 10. září, Opava, 2021
- Lančová, D., Puffy Accretion Disk: Observational Properties and Inner Structure, RAGtime 23: Workshop on black holes and neutron stars, 6. – 10. září, Opava, 2021
- Lančová, D., Puffy Accretion Disk: Sub-eddington, Optically Thick, and Stable, 9th Microquasar Workshop, 20. – 24. září, Itálie, 2021
- Ovchinnikov, D., Light curves of the hot spots on the circular orbits around Generic Regular Black Hole Related to Nonlinear Electrodynamics with Maxwellian Weak-field Limit, IWRAg-2021 online workshop in Ulugh Beg Astronomical Institute in Tashkent, 2021
- Pánis, R., Detection of chaotic behaviour in time series generated by charged particle motion around magnetized Schwarzschild black hole, CHAOS 2021, Atény, Řecko, 2021
- Pappas, T., General parametrization of wormhole spacetimes, RAGtime 23: Workshop on black holes and neutron stars, 6. – 10. září, Opava, 2021
- Posada, C., Where is Love: tidal deformability in the black hole compactness limit, RAGtime 23: Workshop on black holes and neutron stars, 6. – 10. září, Opava, 2021
- Pugliese, D., Limiting effects in tori clusters, Sixteenth Marcel Grossmann Meeting, 5. – 10. července, Itálie (online), 2021
- Stuchlík, Z., Ionized accretion disks orbiting magnetized black holes, 16th Marcel Grossmann Meeting - MG16, 5. -10. července, Itálie (online), 2021
- Tursunov, A., Acceleration of UHECR by local supermassive black hole candidates, 37th International Cosmic Ray Conference (ICRC 2021), Německo, 12 – 23. července 2021
- Tursunov, A., Cosmic ray acceleration capabilities of Galactic and extragalactic black hole candidates, EuCAPT Astroneutrino Theory Workshop 2021, Česká republika, 20. září – 1. října 2021
- Tursunov, A., Exploring high-energy cosmic ray scenarios with global CREDO network of detectors, New Trends in Nuclear Physics Detectors (NTNPD-2021), Varšava, Polsko, 25. – 27. října 2021
- Vrba, J., Neutrino trapping in rotating and non-rotating compact objects, Astroneutrino Theory Workshop 2021, 30. září, Praha, 2021
- Zapletal, M.: Application drone-based remote sensing in modelling ozone removal by urban greenery in the city Ostrava, International Conference Air Pollution Threats to Plant Ecosystems, 11. – 15. října, Paphos, Kypr, 2021

- Zapletal, M.: Kvantifikace záchytu ozonu městskou vegetací, Medzinárodná konferencia Ochrana ovzdušia 2021, Air Protection 2021, 24. – 26. listopadu, Bratislava, Slovensko, 2021
- Zhidenko A., Description of the black-hole geometry in alternative theories of gravity, XX Meeting of Physics 2021i, 12. – 14. srpna, Lima, Peru, 2021

#### **d) Vystoupení na seminářích vědeckých pracovišť (9)**

- Lančová, D., Puffy Accretion Disks: new results and plans, Nordic Institute for Theoretical Physics, Stockholm, Švédsko, 3. listopadu 2021
- Lančová, D., Global GRRMHD simulation of stable, optically thick sub-Eddington accretion disc – the Puffy disc, University of Cambridge, Velká Británie, 16. listopadu 2021
- Tursunov, A., Freaky accelerators of particles at the centres of galaxies, Slezská univerzita v Opavě, 18. června, 2021
- Zapletal, M., Zelená infrastruktura ve městě a záchyt škodlivin z ovzduší, Vysoká škola báňská – Technická univerzita v Ostravě, 26. října 2021

Zapletal, M.: Výsadba městské zeleně pro dosažení maximálního záchytu škodlivin. Univerzita Palackého v Olomouci, 29. listopadu 2021

#### **Zvaná vystoupení na seminářích vědeckých pracovišť**

- Hensh, S., Observational imprint of reflective firewall around Kerr black holes, Northwestern University, Evanston, USA, 2021, (online)
- Ovalle, J., Kerr de Sitter Black Hole Revisited, Department of Physics and Astronomy, University of Bologna, Itálie, seminář, 2021, (online)
- Posada, C., Ultracompact Schwarzschild star: an exotic ECO, Latin American Webinar on Physics, 8. prosince 2021, (online)
- Tursunov, A., Efficient energy extraction from astrophysical black holes, Invited talk at the Doppler Institute Seminar, The Václav Votruba Prize Laureate lecture, Husinec, Česká republika, 23. března 2021 (online)



**e) Semináře zahraničních hostů na FÚ (8)**

- Wielgus, M., Polarized emission around the M87 supermassive black hole (online), 29. dubna 2021
- Mishra, B., Global numerical simulations of accretion flow in the vicinity of Black Hole (online), 13. května 2021
- Gelles, Z., Gravitational Lensing in Simulated Images of Black Holes (online), 10. června
- Smolek, K., S3 detector of reactor antineutrinos, 17. července 2021
- Calderon, D., Moving-mesh radiation hydrodynamics and application to wind-reprocessed transients, 7. října 2021
- Contreras, E., Gravitational cracking for relativistic polytropes: a novel scheme, 8. října 2021
- Cemeljic, M., Numerical simulations of star-disk magnetospheric interaction, 14. října 2021
- Kopteva, E., Luminosity distance within inhomogeneous cosmological models, 2. prosince 2021

**f) Semináře hostů z ČR na FÚ (2)**

- Bureš, M., Quantum computing: geometry of finite-dimensional quantum systems, Bures metric, indicators of quantumness, 11. listopadu 2021
- Juryšek, J., Full reconstruction of LST data with convolutional neural networks, 18. listopadu 2021

## IV. Pracovní pobyty

### Zahraníční pracovní pobyty (6)

Jméno	Datum	Místo pobytu
Lančová, D.	1.8. - 13.8.2021	CAMK, Varšava (Polsko)
Lančová, D.	25.10. - 12.11.2021	CAMK, Varšava (Polsko) seminář Nordita Stockholm (Švédsko)
Abramowicz, M.	25.10. - 13.11.2021	Puffy workshop – Varšava (Polsko) seminář Nordita – Stockholm (Švédsko)
Chudoba, V.	21.11. - 29.11.2021	Varšavská univerzita, Varšava (Polsko)
Horálek, P.	29.11. - 6.12.2021	výzkum – zatmění Slunce, Puntas Arenas (Chile)
Chudoba, V.	16.12. - 18.12.2021	Instytut Fizyki Jadrowej, Krakov (Polsko)

### Krátkodobé (do 1 měsíce) pracovní pobyty zahraničních hostů na FÚ a stáže (28)

Jméno	Datum	Domovské pracoviště
Churilova, M.	6.2. – 17.2.2021	Dnipro (Ukrajina)
Churilova, M.	3.3. – 14.3.2021	Dnipro (Ukrajina)
Abarca, D.	7.7. – 16.7.2021	CAMK, Varšava (Polsko)
Kluzniak, W.	7.7. – 16.7.2021	CAMK, Varšava (Polsko)
Wielgus, M.	7.7. – 16.7.2021	Harvard University (USA)
Falanga, M.	19.7. – 31.7.2021	ISSI, Bern (Švýcarsko)
Kammoun, E.	19.7. – 23.7.2021	IRAP, Toulouse (Francie)
Matt, G.	19.7. – 23.7.2021	Roma Tre University, Řím (Itálie)
Mikušincová, R.	19.7. – 23.7.2021	Roma Tre University, Řím (Itálie)
Śniegowska, M.	19.7. – 23.7.2021	CAMK, Varšava (Polsko)
Wielgus, M.	19.7. – 23.7.2021	Harvard University (USA)
Wielgus, M.	26.7. – 8.8.2021	Harvard University (USA)
Abarca, D.	6.9. – 10.9.2021	CAMK, Varšava (Polsko)
Alvarez-Castillo, D.	6.9. – 10.9.2021	Instytut Fizyki Jadrowej, Krakov (Polsko)
Dimitropoulos, I.	6.9. – 10.9.2021	National and Kapodistrian University, Athény (Řecko)
Falanga, M.	6.9. – 10.9.2021	ISSI, Bern (Švýcarsko)
Gronkiewicz, D.	6.9. – 10.9.2021	CAMK, Varšava (Polsko)
Kayanikhoo, F.	6.9. – 10.9.2021	CAMK, Varšava (Polsko)
Mishra, R.	6.9. – 10.9.2021	CAMK, Varšava (Polsko)
Rueda, J.	6.9. – 8.9.2021	ICRANET, Pescara (Itálie)
Ruffini, R.	6.9. – 9.9.2021	ICRANET, Pescara (Itálie)
Cemeljič, M.	1.10. – 11.10.2021	CAMK, Varšava (Polsko)
Karakonstantakis, A.	4.10. – 14.10.2021	CAMK, Varšava (Polsko)
Contreras, E.	2.10. - 15.10.2021	Universidad de San Francisco de Quito (Ekvádor)
Koptieva, O.	18.10. – 7.11.2021	Dnipro (Ukrajina)
Abarca, D.	1.11. – 11.11.2021	CAMK, Varšava (Polsko)
Juryšek, J.	10.11.– 12.11.2021	University of Geneva (Švýcarsko)
Koptieva, O.	24.11. – 30.11.2021	Dnipro (Ukrajina)

## V. Další informace k mezinárodní a tuzemské vědecké spolupráci

### Mezinárodní spolupráce (41)

Spolupráce s mezinárodními institucemi v roce 2021	Země
CERN	Švýcarsko
SISSA	Itálie
Albert Einstein Center, Institute of Theoretical Physics, University of Bern	Švýcarsko
Carl von Ossietzky Universität	Německo
Center for Gravitation and Fundamental Metrology	Rusko
Centro de Estudios Científicos	Chile
Dnipro National University	Ukrajina
Eberhard Karls Universität Tübingen	Německo
ENEA (Fusion and Nuclear Safety Department, C. R. Frascati)	Itálie
Fudan University	Čína
Harvard Smithsonian Center for Astrophysics	USA
Hiroshima University	Japonsko
Hungary Sopron University of West-Hungary	Maďarsko
Chalmers University	Švédsko
Institute of Gravitation and Cosmology, Peoples' Friendship University of Russia	Rusko
Institute of Nuclear Physics Polish Academy of Sciences	Polsko
Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México	Mexiko
National Institute of Chemical Physics and Biophysics	Estonsko
LPTHE, Sorbonne Université	Francie
LTF SÚJV Dubna	Rusko
MPI Bonn	Německo
National and Kapodistrian University of Athens	Řecko
National Research Nuclear University "MEPhI" (Moscow Engineering Physics Institute)	Rusko
Queen Mary University of London	Velká Británie
Tashkent University of Uzbekistan	Uzbekistán
Ulugh Beg Astronomical Institute	Uzbekistán
Universidad de Quito	Ekvádor
Universidade Federal do ABC	Brazílie
Università degli Studi di Roma "La Sapienza"	Itálie
Università di Bologna	Itálie
University of Bremen	Německo
University of Cologne	Německo
University of Genova	Itálie
University of Ioannina	Řecko
University of Oxford	Velká Británie
University of the Punjab	Pakistán
University of Trieste	Itálie
Univerzita Mateja Bela v Banské Bystrici	Slovensko
Ústav jaderných výzkumů Ruské akademie věd a Moskevský fyzikálně-technický institut	Rusko
Yamagata University	Japonsko
Žilinská univerzita v Žilině	Slovensko

**a) Smlouvy o mezinárodní spolupráci (15)**

V roce 2021 byly některé z výše uvedených spoluprací upevněny prostřednictvím nově uzavřených mezinárodních smluv o spolupráci mezi FÚ a zahraničními institucemi, které doplnily podobné platné smlouvy uzavřené v minulých letech.

<b>Přehled platných bilaterálních smluv v roce 2021</b>	<b>Země</b>	<b>Platná od</b>
Observatorio Astronomico di Roma	Itálie	2018
Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati	Itálie	2019
ICRANet (International Center for Relativistic Astrophysics Network)	Itálie	2019
Institute for Space Astrophysics and Planetology, National Institute for Astrophysics	Itálie	2020
Nicolaus Copernicus Astronomical Centre of the Polish Academy of Sciences	Polsko	2021
Centre for Theoretical Physics, Polish Academy of Science	Polsko	2021
Harvard University	USA	2021
Institute of Nuclear Physics, Polish Academy of Sciences	Polsko	2021
International Space Science Institute	Švýcarsko	2021
Astrophysics and Planetology Research Institute	Francie	2021
National and Kapodistrian University of Athens	Řecko	2021
National Institute for Astrophysics	Itálie	2021
NSF s NOIRLab	USA	2021
Roma Tre University	Itálie	2021
Universidad San Francisco de Auito USFQ	Ekvádor	2021

**b) Zapojení do mezinárodních vědecko-výzkumných programů (7)**

FÚ byl stejně jako v minulých letech zapojen do několika mezinárodních vědecko-výzkumných programů:

- Mise rentgenovské astronomie: XIPE, eXTP, dále ATHENA a IXPE (připravovány v rámci celoevropských projektů ESA)
- projekt CREDO
- projekt FAIR-CZ-OPII
- Program vývoje vědeckých experimentů (PRODEX)

**VI. Významná ocenění**

- Ovalle, J., Proyecto Regular Fondecyt 2021, Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, Ministry of Science, Government of Chile

## VII. Grantová a rozvojová úspěšnost

### a) Projekty, ve kterých byl FÚ hlavním řešitelským pracovištěm (9)

- Číslo projektu: 19-03950S (projekt GA ČR)  
 Název projektu: Testování silné gravitace prostřednictvím černých děr  
 Řešitel projektu: dr. Roman Konoplya  
 Doba řešení projektu: 2019-2021 (projekt byl prodloužen o 6 měsíců do června 2022)  
 Čerpání finančních prostředků v roce 2021: 2 777 tis. Kč.
- Číslo projektu: 21920298 (projekt International Visegrad Fund)  
 Název projektu: Cosmic Ray Extremely Distributed Observatory (CREDO) - Innovation & Education  
 Řešitel projektu: RNDr. Arman Tursunov, Ph.D.  
 Doba řešení projektu: 2019-2021  
 Čerpání finančních prostředků v roce 2021: 394 tis. Kč
- Číslo projektu: LTC18058, INTER-COST (projekt MŠMT)  
 Název projektu: Neutronové hvězdy a pulsary  
 Řešitel projektu: Mgr. Martin Urbanec, Ph.D.  
 Doba řešení projektu: 2018-2021  
 Čerpání finančních prostředků v roce 2021: 1009 tis. Kč
- Číslo projektu: UIAO3-123 (projekt EU, SMO a MSK)  
 Název projektu: CLAIRO (Clean Air and Climate Adaptation in Ostrava and Other cities)  
 Řešitel projektu: doc. Ing. Miloš Zapletal, Dr.  
 Doba řešení: 2018-2022  
 Čerpání finančních prostředků v roce 2021: 1 802 tis. Kč
- Číslo projektu: CZ.02.2.69/0.0/0.0/18\_058/0010238 (projekt OP VVV)  
 Název projektu: Zvýšení kvality vzdělávání na Slezské univerzitě v Opavě ve vazbě na potřeby Moravskoslezského kraje  
 Řešitel projektu: doc. RNDr. Gabriel Török, Ph.D.  
 Doba řešení projektu: 2018-2022  
 Čerpání finančních prostředků v roce 2021: 3 608 tis. Kč
- Číslo projektu: CZ.02.2.69/0.0/0.0/18\_056/0013364 (projekt OP VVV)  
 Název projektu: OPEN UNI – zlepšení otevřenosti a atraktivnosti studia na SU  
 Řešitel projektu: doc. RNDr. Gabriel Török, Ph.D.  
 Doba řešení projektu: 2019-2022  
 Čerpání finančních prostředků v roce 2021: 742 tis. Kč
- Číslo projektu: CZ.02.2.69/0.0/0.0/18\_054/0014696 (projekt OP VVV)  
 Název projektu: Rozvoj VaV kapacit Slezské univerzity v Opavě  
 Řešitel projektu: doc. RNDr. Gabriel Török, Ph.D.  
 Doba řešení projektu: 2020-2022  
 Čerpání finančních prostředků v roce 2021: 2 331 tis. Kč

Název projektu: Podpora zkvalitnění doktorského studia v rámci výzkumných center  
 Řešitel projektu: doc. RNDr. Gabriel Török, Ph.D.  
 Doba řešení projektu: 1. 1. 2021 – 31. 12. 2021  
 Čerpání finančních prostředků v roce 2021: 339 tis. Kč

Název projektu: Podpora internacionalizace studia v oblasti fyziky  
 Řešitel projektu: doc. RNDr. Gabriel Török, Ph.D.  
 Doba řešení projektu: 1. 1. 2021 – 31. 12. 2021  
 Čerpání finančních prostředků v roce 2021: 340 tis. Kč

#### **b) Projekty, ve kterých byl FÚ spoluřešitelským pracovištěm (5)**

- Číslo projektu: LM 2018112 (projekt MŠMT)  
 Název projektu: FAIR-CZ-OPII (Laboratoř pro výzkum s antiprotony a těžkými ionty – účast České republiky – OP II) reg. číslo CZ.02.1.01/0.0  
 Spoluřešitel projektu: Ing. Vratislav Chudoba, Ph.D.  
 Doba řešení projektu: 2020–2022  
 Čerpání finančních prostředků v roce 2021: 904 tis. Kč
- Číslo projektu: LTT 17003 (projekt MŠMT)  
 Název projektu: Studium baryonových systémů v mezinárodním výzkumném centru FAIR  
 Spoluřešitel projektu: Ing. Vratislav Chudoba, Ph.D.  
 Doba řešení projektu: 2017-2021  
 Čerpání finančních prostředků v roce 2021: 771 tis. Kč
- Číslo projektu: 4000132152 (ESA PRODEX)  
 Název projektu: eXTP – Vylepšené rentgenové časování a polarimetrie  
 Spoluřešitel projektu: doc. RNDr. Gabriel Török, Ph.D.  
 Doba řešení projektu: 1.7.2020 – 31.12.2022  
 Čerpání finančních prostředků v roce 2021: 101 tis. Kč
- Číslo projektu: 21-06825X  
 Název projektu: Akreující černé díry v nové éře polarizačních rentgenových misí  
 Hlavní řešitel projektu: RNDr. Michal Dovčiak, Ph.D. - Astronomický ústav AV ČR, v.v.i.  
 Spoluřešitel projektu za SU: prof. Marek Abramowicz, Ph.D.  
 Doba řešení projektu: 1. 1. 2021 - 31. 12. 2025  
 Čerpání finančních prostředků v roce 2021: 1 635 tis. Kč
- Číslo projektu: CZ.02.1.01/0.0/0.0/18\_046/0016060 (FAIR II CZ projekt OP VVV)  
 Název projektu: Laboratoře pro výzkum s antiprotony a těžkými ionty  
 Řešitel projektu: doc. RNDr. Gabriel Török, Ph.D.  
 Doba řešení projektu: 2020-2022  
 Čerpání finančních prostředků v roce 2021: 113 tis. Kč, investice 5 187 tis. Kč

## VIII. Institucionální výzkum

### a) Výzkumné centrum teoretické fyziky a astrofyziky

Vědecké aktivity centra byly zaměřeny do oblasti astrofyziky mnoha poslů, na teoretická studia založená na kombinaci analytických a výpočetních metody relativistické fyzice a astrofyzice ve vazbě k fyzice částic. Bylo prováděno testování výsledků teoretických předpovědí v obecné teorii relativity nebo alternativních teoriích gravitace srovnáním s pozorovanými daty z procesů probíhajících v prostředí silné gravitace v blízkosti kompaktních objektů ve vesmíru. Velká pozornost byla věnována výzkumům černých děr a různých modelů červích děr, se speciálním zaměřením na model založený na Einsteinově gravitaci kombinované s Diracovým a Maxwellovým elektromagnetickým polem, bez exotické hmoty. Centrum se významně podílelo na vytváření modelů fyzikálních procesů v okolí černých děr a jiných kompaktních objektů, ve složitých situacích s propojováním vlivů silné gravitace se silnými vlivy elektromagnetických procesů jsme objevili nové varianty účinného Penroseova procesu urychlování nabitých částic, jmenovitě jde o magnetickou, radiační a elektrickou variantu Penroseova procesu. Velká pozornost byla věnována chování komplexních akrečních struktur spojených s výtrysky hmoty. Model nabitých dielektrických torů, jež jsou komplementární ke standardním modelům torů předpokládajícím nekonečnou vodivost, byl rozšířen na astrofyzikálně důležité případy vnějších magnetických polí. Podrobně je modelován vliv astrofyzikálních procesů na optické efekty spojené s vysoce kompaktními zdroji, jež jsou klíčem při posuzování plauzibility kosmických misí, na jejichž přípravě se centrum rovněž podílí. Významnou aktivitou centra je i výzkum vztahu chaosu a regularity v astrofyzikálních procesech a jeho přenos do fyzikálně-informatických aplikací. Významných úspěchů bylo dosaženo ve studiu metody gravitačního oddělení jak při aplikaci na černoděrová řešení, tak při hledání struktury kompaktních objektů.

### b) Výzkumné centrum počítačové fyziky a zpracování dat

Vědecké aktivity centra byly zaměřeny na výzkum v oblasti komplexního modelování astrofyzikálních procesů a zpracování observačních dat vyžadující komplexní propojení analytických a numerických metod. Největší pozornost byla věnována vývoji a využití pokročilých externích i vlastních softwarových platforem využívajících vysoký výkon v současné době dostupných počítačů. Základní prioritou centra zůstávala interpretace stávajících družicových a pozemských pozorování záření kompaktních objektů a účast na přípravě budoucích astrofyzikálních družicových misí. Důležité je pokračování velice slibného výzkumu „puffy“ akrečních disků. Paralelně byl výzkum zaměřen také na aplikaci používaných metod v jiných oblastech fyziky a aplikované fyziky, například biofyzice.

## IX. Hodnocení publikačních výstupů

### a) Přehledy počtu publikací v impaktovaných časopisech zpracované dle Metodiky 17+, Modul 2 (časopisy zařazeny dle impaktových faktorů) za rok 2021

Pracovníci Výzkumného centra teoretické fyziky a astrofyziky (2021)						
	Q1	Q2	Q3	Q4	D1	Suma
Blaschke Filip		1,00				1,00
Blaschke Martin						0,00
Bormotova Iryna (doktorandka)		0,33				0,33
Cremaschini Claudio		2,33				2,33
Hensh Sudipta (doktorand)	1,00					1,00
Hladík Jan	0,67	0,25				0,92
Charbulák Daniel						0,00
Juraev Bakhtinur (doktorand)	0,25					0,25
Kološ Martin	0,58	0,50	0,33			1,42
Konoplya Roman	4,75	1,00				5,75
Kovář Jiří		0,33				0,33
Kučáková Hana	3,00	1,00				4,00
Novotný Jan	0,33	1,00				1,33
Ovalle Jorge	1,50	1,00				2,50
Ovchinnikov Dmitriy (doktorand)	0,50					0,50
Pánis Radim (doktorand)	1,50					1,50
Pappas Thomas	1,50					1,50
Posada Camilo	0,33	0,25				0,58
Pugliese Daniela	1,00	4,50				5,50
Schee Jan		0,20				0,20
Slaný Petr						0,00
Stuchlík Zdeněk	6,00	3,12	0,83			9,95
Tursunov Arman	0,58	1,00	0,33			1,92
Vrba Jaroslav	1,50	0,25	0,50			2,25
Zinhailo Antonina (doktorand)						0,00
Hostující pracovníci						
Churilova Mariia	0,25	2,00				2,25
Kopteva Elena		0,33				0,33
Turimov Bobur	0,50	1,00				1,50
Tessarotto Massimo		2,00				2,00
Zhidenko Alexander	0,25					0,25
<b>Celkem</b>	<b>26,00</b>	<b>23,40</b>	<b>2,00</b>			<b>51,40</b>



Pracovníci Výzkumného centra počítačové fyziky a zpracování dat (2021)						
	Q1	Q2	Q3	Q4	D1	Suma
Abramowicz Marek	2,00					2,00
Hledík Stanislav						0,00
Klimovičová Kateřina		0,20				0,20
Kotrlová Andrea		0,20				0,20
Lančová Debora						
Lichard Peter						
Muzalevskii Ivan (doktorand)		1,00				1,00
Šrámková Eva						
Török Gabriel		0,20				0,20
Urbanec Martin						
Urbancová Gabriela						
Hostující pracovníci						
Bakala Pavel	1,00					1,00
De Falco Vittorio						
Straub Odelle						
<b>Celkem</b>	<b>3,00</b>	<b>1,60</b>				<b>4,60</b>

Pracovníci FÚ nezařazení do výzkumných center (2021)						
	Q1	Q2	Q3	Q4	D1	Suma
Hubač Ivan						
Habrman Petr				1,00		1,00
Hledík Stanislav						
Chudoba Vratislav		1,00				1,00
Juráň Josef						
Zapletal Miloš		1,00				1,00
<b>Celkem</b>		<b>2,00</b>		<b>1,00</b>		<b>3,00</b>

Všichni pracovníci FÚ (2021)						
	Q1	Q2	Q3	Q4	D1	Suma
VC TFA	26,00	23,40	2,00			51,40
VC PFZD	3,00	1,60				4,60
Nezařazení		2,00		1,00		3,00
<b>Celkem</b>	<b>29,00</b>	<b>27,00</b>	<b>2,00</b>	<b>1,00</b>		<b>59,00</b>

## b) Bodové hodnocení publikací dle Metodiky 17+, Modul 2 za rok 2021

Pracovníci Výzkumného centra teoretické fyziky a astrofyziky (2021)						
	Q1	Q2	Q3	D1	Suma	H-index (WoS)
Blaschke Filip		3,00			3,00	5
Blaschke Martin						4
Bormotova Iryna		0,99			0,99	2
Creماشini Claudio		6,99			6,99	16
Hensh Sudipta (doktorand)	5,00				5,00	2
Hladík Jan	3,33	0,75			4,08	6
Charbulák Daniel						3
Juraev Bakhtinur	1,25				1,25	2
Kološ Martin	2,92	1,50	0,33		4,75	16
Konoplya Roman	23,75	3,00			26,75	42
Kovář Jiří		0,99			0,99	15
Kučáková Hana	15,00	3,00			18,00	13
Novotný Jan	1,67	3,00			4,67	4
Ovalle Jorge	7,50	3,00			10,50	24
Ovchinnikov Dimitriy	2,50				2,50	1
Pánis Radim	7,50				7,50	4
Pappas Thomas	7,50				7,50	11
Posada Camilo	1,67	0,75			2,42	6
Pugliese Daniela	5,00	13,50			18,50	15
Schee Jan		0,60			0,60	21
Slaný Petr						14
Stuchlík Zdeněk	30,00	9,36	0,83		40,19	53
Tursunov Arman	2,92	3,00	0,33		6,25	16
Vrba Jaroslav	7,50	0,75	0,50		8,75	4
Zinhailo Antonina						8
Hostující pracovníci						
Churilova Mariia	1,25	6,00			7,25	4
Kopteva Elena		1,00			1,00	2
Turimov Bobur	2,50	3,00			5,50	12
Tessarotto Massimo		6,00			6,00	16
Zhidenko Alexander	1,25				1,25	32
<b>Celkem</b>	<b>130,00</b>	<b>70,20</b>	<b>2,00</b>		<b>202,20</b>	

Pracovníci Výzkumného centra počítačové fyziky a zpracování dat (2021)						
	Q1	Q2	Q3	D1	Suma	H-index (WoS)
Abramowicz Marek	10,00				10,00	51
Hofer Adam						0
Klimovičová Kateřina		0,60			0,60	8
Kotrlová Andrea		0,60			0,60	9
Lančová Debora						4
Lichard Peter						22
Muzalevskii Ivan		3,00			3,00	2
Šrámková Eva						10
Török Gabriel		0,60			0,60	22
Urbanec Martin						12
Urbancová Gabriela						3
Hostující pracovníci						
Bakala Pavel	5,00				5,00	15
De Falco Vittorio						9
Straub Odelle						14
<b>Celkem</b>	<b>15,00</b>	<b>4,80</b>			<b>19,80</b>	

Pracovníci FÚ nezařazení do výzkumných center (2021)						
	Q1	Q2	Q3	D1	suma	H-index (WoS)
Hubač Ivan						27
Habrman Petr						1
Hledík Stanislav						13
Chudoba Vratislav		3,00			3,00	10
Juráň Josef						4
Zapletal Miloš		3,00			3,00	8
<b>Celkem</b>		<b>6,00</b>			<b>6,00</b>	

Všichni pracovníci FÚ (2021)						
	Q1	Q2	Q3	D1	Suma	
VC TFA	130,00	70,20	2,00		<b>202,20</b>	
VC PFZD	15,00	4,80			<b>19,80</b>	
Nezařazení		6,00			<b>6,00</b>	
<b>Celkem</b>	<b>145,00</b>	<b>81,00</b>	<b>2,00</b>		<b>228,00</b>	

## X. Závěr

Vědecká činnost Fyzikálního ústavu v Opavě byla v roce 2021, stejně jako v letech předchozích, realizována zejména v oblasti teoretické fyziky zaměřené především na relativistickou astrofyziku, částicovou fyziku a počítačovou fyziku. Obsah i úroveň této činnosti je reflektována zejména kvalitními publikacemi, ale také pořádáním a aktivní účastí na vědeckých konferencích, workshopech a seminářích, uzavíráním nových smluv o mezinárodních spoluprácích (vedle již dříve uzavřených, jako je například smlouva o spolupráci v rámci ICRANETu), zapojením do mezinárodních a tuzemských vědecko-výzkumných programů či řešením vědecko-výzkumných projektů (zejména projektů GA ČR). Úspěšně byla rozvíjena i popularizace získaných výsledků. Je jistě nutné také vyzdvihnout, že i přes veškerá pandemická omezení byla zachována intenzivní spolupráce pracovníků FÚ se zahraničními kolegy z předních světových pracovišť.

Z hodnocení počtu publikovaných prací podle Metodiky 17+, zejména článků v impaktovaných časopisech zařazených v kvartilech Q1 a Q2, je zřejmé, že úroveň vědecké činnosti akademických a vědeckých pracovníků Fyzikálního ústavu v Opavě je velmi vysoká. V roce 2021 bylo publikováno celkem 28 článků v časopisech zařazených v kvartilu Q1 a 23 článků v časopisech zařazených v kvartilu Q2. Publikační výstupy byly pro výzkumná centra i pro jednotlivé pracovníky zpracovány dle Metodiky 17+ používané MŠMT ČR. V roce 2021 připadlo na VC TFA 202,2 bodů a na VC PFZD 19,8 bodů; za celý FÚ 228 bodů. Potěšitelné také je, že se, stejně jako v roce 2020, objevují i články publikované v impaktovaných časopisech z oblasti aplikované fyziky, které jsou výsledkem práce pracovníků nezařazených do výzkumných center. Vysokou kvalitu vědecké činnosti akademických a vědeckých pracovníků Fyzikálního ústavu v Opavě odráží i velký počet článků v impaktovaných časopisech označovaných jako Highly cited papers a Hot papers. V roce 2021 bylo takto označeno celkem 10 článků; v roce 2020 bylo takto označeno celkem 12 článků.

Těžištěm výzkumných aktivit bylo a je VC TFA, což je dáno širokým záběrem výzkumů prováděných v tomto centru oproti VC PFZD, jež je zaměřeno především na zpracování observačních dat rentgenové astronomie a srovnání s teoretickými modely. V případě VC TFA vzniklo v letech 2017-2021 celkem 129 Q1 článků, v případě VC PFZD je to 28 Q1 článků, v součtu je to 157 Q1 článků, což představuje velice dobrý výsledek, přičemž je zde ještě potenciál k dalšímu růstu výkonnosti obou center FÚ.

Dynamický vývoj vědeckého výzkumu na FÚ byl zřejmě pozitivně ovlivněn i vyčleněním FÚ z Filozoficko-přírodovědecké fakulty v Opavě začátkem roku 2020, což jasně demonstruje vývoj bodového hodnocení výsledků FÚ v období 2018-2019 (celkem 339 bodů) a 2020-2021 (celkem 542 bodů).

Zpracovali:

doc. RNDr. Jiří Kovář, Ph.D.  
zástupce ředitele pro vědu a zahraniční styky

Mgr. Tereza Kapušová  
referentka pro vědu a zahraniční styky