

**Государственный научный центр РФ Институт медико-биологических проблем
Российской академии наук**

**7. О сотрудничестве с болгарскими и польскими учеными и
специалистами в области фундаментальных космических
исследований**

В рамках Соглашения между РАН и БАН о научном сотрудничестве в области фундаментальных космических исследований от 19 сентября 2002г. ГНЦ РФ ИМБП РАН проводил исследования по следующим российско-болгарским проектам:

- Проект «Люлин-5» (Исследования динамики дозы и потока космического излучения в тканево-эквивалентном фантоме на РС МКС с использованием прибора «Люлин-5» в рамках международного эксперимента «Матрешка-Р») с Институтом космических исследований и технологий Болгарской академии наук (ИКИТ БАН);
- Проект «Потенциал действия» (Центральные и периферические механизмы изменений функциональных свойств нервно-мышечного аппарата человека в невесомости» с ИКИТ БАН;
- Проект «Биодеградация» (Исследование возможностей анаэробной биодеградации органических отходов на борту международной космической станции) с Институтом микробиологии им. Ст. Ангелова БАН;
- Проект «Луна-ГЛОБ-РЗ» (Радиационное зондирование окололунного пространства в рамках проекта «Луна-ГЛОБ-РЗ») с ИКИТ БАН;
- Проект «РДЗ БЗ-Бион-М» (Исследование биологически значимых характеристик космического ионизирующего излучения с

использованием дозиметра «РДЗ БЗ» внутри спутника «Бион-М №1) с ИКИТ БАН;

- Проект «Фантом-Доза» (Исследование динамики распределения дозовых характеристик ионизирующего космического излучения в антропоморфном фантоме на МКС рамках международного эксперимента "Матрешка-Р") с ИКИТ БАН;
- Проект «ЭкзоМарс» (Исследование радиационных условий на трассе Земля-Марс, на околоземной орбите и на поверхности Марса в рамках проекта «ЭкзоМарс») с ИКИ РАН и ИКИТ БАН.

Работа выполнялась в рамках совместного российско-болгарского проектов в области фундаментальных космических исследований.

Проект «ЭкзоМарс»

За 2014 – 2015 годы в рамках проекта для европейско-российского проекта ЭкзоМарс разрабатывались 2 эксперимента и дозиметра:

- Дозиметрический телескоп и эксперимент Люлин-МО для исследования радиационной обстановки на борту КА TGO миссии ЭкзоМарс 2016 как часть прибора «Fine Resolution Epithermal Neutron Detector» (FRIEND), создаваемого в ИКИ РАН
- Люлин-МЛ - эксперимент и дозиметр для исследования радиационной обстановки на российской посадочной платформе ЭкзоМарс 2018, как часть активного детектора нейтронов и гамма лучей (ADRON) создаваемого в ИКИ РАН.

Основные научные задачи:

- Проведение исследований радиационных условий на трассе Земля-Марс, на околомарсианской орбите и на поверхности Марса в рамках проекта «ЭкзоМарс».

- Уточнение сведений о радиационной обстановке на основе полученной экспериментальной информации применительно к задаче оценки уровней облучения систем космического аппарата и обеспечения радиационной безопасности экипажей при проведении пилотируемых межпланетных экспедиций;
- Оценка радиационных параметров потоков заряженных частиц и нейтронов на основе сопоставления данных от дозиметров и нейтронных детекторов.
- Сравнение радиационных характеристик на орбите и поверхности Марса.
- Изучение суточных и сезонных вариаций радиационных характеристик на поверхности Марса.

В рамках первого направления была завершена разработка дозиметра Люлин-МО, разработана научно-методическая документация по проведению эксперимента, изготовлено три экземпляра прибора, проведены его конструкторско-доводочные испытания, калибровки на источниках ионизирующего излучения, отработано взаимодействие с прибором FRENД, в том числе программное обеспечение обоих блоков. Разработаны программные средства наземной обработки информации с прибора. На рисунке 1 представлен сертификат проведения калибровки дозиметра Люлин-МО, на рисунке 2 – вид дозиметра Люлин-МО в составе прибора FRENД.

радиационной обстановки на трассе перелёта к Марсу и начал передавать научную информацию, обработка которой проводится.

В рамках второго направления было разработано и согласовано Техническое задание на дозиметр Люлин-МЛ, согласованы вопросы взаимодействия дозиметра и прибора ADRON выполнена разработка эскизного проекта, ведется разработка прибора Люлин-МО.

В приложении представлен список публикаций по дозиметру Люлин-МО.

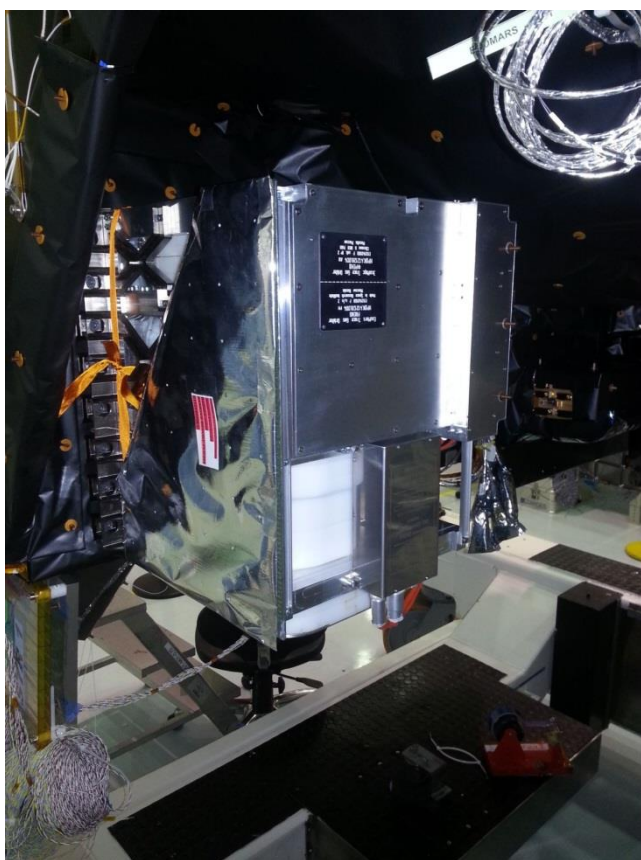


Рис. 3. Вид прибора FRENД с дозиметром Люлин-МО в составе КА TGO

<p>Руководитель проекта: От ИКИТ БАН Проф. Йорданка Семкова Проф. Цветан Дачев</p>	<p>Руководитель проекта: От ИКИ РАН: Зав. лаб. д.ф.м.н. Игорь Митрофанов От ГНЦ РФ - ИМБП РАН: В.н.с. к.ф.м.н. Виктор Бенгин</p>
<p>e-mail: jsemkova@stil.bas.bg, tdachev@bas.bg</p>	<p>e-mail v_benghin@mail.ru (ИМБП) info@L503.iki.rssi.ru (ИКИ)</p>

Публикации:J. Semkova, T. Dachev, St. Maltchev, B. Tomov, Yu. Matviichuk, P.

Dimitrov, R. Koleva, I. Mitrofanov, A. Malakhov, M. Mokrousov, A. Sanin, M. Litvak, A. Kozyrev, V. Tretyakov, D. Golovin, S. Nikiforov, A. Vostrukhin, F. Fedosov, N. Grebennikova, V. Benghin, V. Petrov ,V. Shurshakov, Radiation investigations for ExoMars 2016 and 2018 Missions, Paper #F2.3-31-14, COSPAR 2014, Moscow 1-10.08.2014..

2. Alexey Malakhov, Igor Mitrofanov, Anton Sanin, Maxim Litvak, Vladislav Tretyakov, Alexander Kozyrev, Dmitry Golovin, Maxim Mokrousov, Andrey Vostrukhin, Fedor Fedosov, Sergey Nikiforov, Vasiliy Prokhorov, Igor Nuzhdin, Denis Lisov, Jordanka Semkova, Tsvetan Dachev, Rositza Koleva, Stefan Malchev, Borislav Tomov, Yury Matviichuk, Plamen Dimitrov, FINE RESOLUTION NEUTRON DETECTOR FOR EXOMARS TRACE GAS ORBITER. INSTRUMENT AND SCIENCE GOALS Paper #B0.2-0019-14, COSPAR 2014, Moscow 1-10.08.2014.

3. J. Semkova, T. Dachev, St. Maltchev, B. Tomov, Yu. Matviichuk, P. Dimitrov, R. Koleva, I. Mitrofanov, A. Malakhov, M. Mokrousov, A. Sanin, M. Litvak, A. Kozyrev, V. Tretyakov, D. Golovin, S. Nikiforov, A. Vostrukhin, F. Fedosov, N. Grebennikova, V. Benghin#, V. Shurshakov#, RADIATION ENVIRONMENT

INVESTIGATIONS DURING EXOMARS MISSIONS TO MARS – OBJECTIVES, EXPERIMENTS AND INSTRUMENTATION, Comptes rendus de l'Academie bulgare des Sciences Tome 68, No 4, 2015, <http://www.proceedings.bas.bg>, ISSN 1310-1331 (Print), ISSN 2367-5535 (Online).

4. J. Semkova, T. Dachev, St. Maltchev, B. Tomov, Yu. Matviichuk, P. Dimitrov, R. Koleva, I. Mitrofanov, A. Malakhov, M. Mokrousov, A. Sanin, M. Litvak, A. Kozyrev, V. Tretyakov, D. Golovin, S. Nikiforov, A. Vostrukhin, F. Fedosov, N. Grebennikova, V. Benghin, V. Shurshakov, Instrumentation for monitoring the space radiation environment during ExoMars 2016 and 2018 interplanetary missions, Paper at the 7-th workshop “Solar Influences on the Magnetosphere, Ionosphere and Atmosphere”, 1-6 June 2015, Sunny Beach, Bulgaria.
5. Dachev, T.P., J.V. Semkova, B.T. Tomov, Yu.N. Matviichuk, Pl.G. S. Maltchev, R. Koleva, Pl., Dimitrov, N.G. Bankov, V.V., Shurshakov, V.V., Benghin, E.N., Yarmanova, O.A. Ivanova, D.-P. Häder, M.T. Schuster, G. Reitz, G. Horneck, Y. Uchihor, H. Kitamura, O. Ploc, J. Cubancak, I. Nikolaev, Overview of the Liulin type instruments for space radiation measurement and their scientific results, Journal Life Sciences in Space Research, 4, 2015, 92-114 [doi:10.1016/j.lssr.2015.01.005](https://doi.org/10.1016/j.lssr.2015.01.005)
6. J. Semkova¹, T. Dachev¹, St. Maltchev¹, B. Tomov¹, Yu. Matviichuk¹, P. Dimitrov¹, R. Koleva¹, I. Mitrofanov², A. Malakhov², M. Mokrousov², A. Sanin², M. Litvak², A. Kozyrev², V. Tretyakov², D. Golovin², S. Nikiforov², A. Vostrukhin², F. Fedosov², N. Grebennikova², V. Benghin³, V. Petrov³, V. Shurshakov³ Radiation investigations for ExoMars 2016 and 2018 interplanetary missions –objectives, experiments and instrumentation, Paper at the International Conference RAD2015, Budva, 6-12 June 2015.

7. J. Semkova R. Koleva, Scientific cooperation between Bulgaria and IKI-Moscow: from Bulgaria-1300 to ExoMars, Paper at the International Conference 50 Years of Space Research in IKI, Moscow 30.09-02.10, 2015.
8. J. Semkova, T. Dachev, St. Maltchev, B. Tomov, Yu. Matviichuk, P. Dimitrov, R. Koleva, I. Mitrofanov, A. Malakhov, M. Mokrousov, A. Sanin, M. Litvak, A. Kozyrev, V. Tretyakov, D. Golovin, S. Nikiforov, A. Vostrukhin, F. Fedosov, N. Grebennikova, V. Benghin, V. Petrov ,V. Shurshakov, Current status and calibration results of the instruments for radiation measurements onboard ExoMars 2016 and 2018 interplanetary missions, Paper at the Conference with International Participation SES 2015, Sofia, 4–5 November, 2015.