

УДК 551.5

М. Кулмала¹, Х.К. Лаппалайнен², Т. Петайя³, В.М. Керминен⁴, Ю. Виисанен⁵, В.Г. Бондур⁶,
Н.С. Касимов⁷, В.М. Котляков⁸, Г.Г. Матвиенко⁹, А.А. Бакланов¹⁰, С.С. Зилитинкевич¹¹,
Н.Е. Чубарова¹², П.И. Константинов¹³, В.С. Тикунов¹⁴

ПАН-ЕВРАЗИЙСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ (РЕЕХ) В РОССИИ: ПЕРСПЕКТИВЫ НАУЧНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА

Пан-Евразийский эксперимент (РЕЕХ) – это крупномасштабная междисциплинарная программа исследований, направленных на решение важнейших вопросов в системе наук о Земле и проблем глобальной стабильности в Северной Евразии (включая Арктику) и в Китае. В концептуальном плане РЕЕХ представляет собой воплощение научной инициативы нескольких европейских, российских и китайских научно-исследовательских организаций и институтов. В Финляндии это Университет Хельсинки и Финский метеорологический институт; в России – Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Научно-исследовательский институт аэрокосмического мониторинга АЭРОКОСМОС, Институт географии РАН и Институт атмосферной оптики Сибирского отделения РАН; и наконец в Китае – Институт дистанционных измерений и цифровой Земли (RADI), и Университет Нанкина. Основная дорожная карта проекта – так называемый «Научный План РЕЕХ» описывает цели и научную составляющую проекта на перспективу.

Ключевые слова: Пан-Евразийский эксперимент, глобальные проблемы, международное сотрудничество

Пан-Евразийский эксперимент (РЕЕХ) – это крупномасштабная междисциплинарная программа исследований, направленных на решение важнейших вопросов в системе наук о Земле и проблем глобальной стабильности в Северной Евразии (включая Арктику) и в Китае [Kulmala et. al, 2015; Bondur, 2015a, b, 2016; Lappalainen et al., 2016 a].

Основная миссия РЕЕХ (сформулирована в октябре 2012 г.) – построение принципиально новой научной структуры в Пан-Евразийском регионе. На практике это будет означать создание как измерительной инфраструктуры, так и средств обработки полученных данных (с использованием инструментов физико-математического моделирования для анализа и прогноза природных рисков).

В настоящее время РЕЕХ объединяет более 100 научно-исследовательских институтов и организаций в Европе, России и Китае. Основная цель РЕЕХ – решение взаимосвязанных глобальных проблем, таких как изменение климата, качество воздуха,

уменьшение видового разнообразия, загрязнение окружающей среды, нехватка продовольствия, производство энергии и поставка пресной воды. Обсуждая эти проблемы, РЕЕХ учитывает возрастающую роль экосистем субарктического и арктического поясов.

Основная дорожная карта проекта – так называемый «Научный План РЕЕХ» описывает цели и научную составляющую проекта с особым акцентом на планы исследований, научно-исследовательскую инфраструктуру, взаимодействие с общественностью и образовательные программы. В России настоящий документ предусматривает поддержку уже существующих измерительных сетей и развитие средств интерактивной коммуникации для обмена данными между научными сообществами.

План будет реализовываться по следующим направлениям: I – координация и поддержка уже существующих программ (исследования – научная инфраструктура – образование); II – создание новых

¹ Университет Хельсинки, департамент физики, отделение атмосферных наук, директор, проф.; *e-mail:* markku.kulmala@helsinki.fi

² Университет Хельсинки, департамент физики, отделение атмосферных наук, кандидат наук; *e-mail:* hanna.k.lappalainen@helsinki.fi

³ Университет Хельсинки, департамент физики, отделение атмосферных наук, проф.; *e-mail:* tuukka.petaja@helsinki.fi

⁴ Университет Хельсинки, департамент физики, отделение атмосферных наук, проф., *e-mail:* veli-matti.kerminen@helsinki.fi

⁵ Финский метеорологический институт, директор; *e-mail:* yrjo.viisanen@fmi.fi

⁶ Научно-исследовательский институт аэрокосмического мониторинга Аэрокосмос, научный руководитель, академик; *e-mail:* vgbondur@aerocosmos.info

⁷ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, президент, академик; *e-mail:* secretary@geogr.msu.ru

⁸ Институт географии РАН, научный руководитель, академик; *e-mail:* vladkot6@gmail.com

⁹ Институт атмосферной оптики СО РАН, директор, докт. физ.-мат. н.; *e-mail:* mgg@iao.ru

¹⁰ Всемирная метеорологическая организация, проф.; *e-mail:* abaklanov@wmo.int

¹¹ Финский метеорологический институт, проф.; *e-mail:* sergej.zilitinkevich@fmi.fi

¹² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, профессор, докт. геогр. н.; *e-mail:* natalia.chubarova@gmail.com

¹³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, ст. преп., канд. геогр. н.; *e-mail:* kostadini@mail.ru

¹⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, лаборатория комплексного картографирования, заведующий, докт. геогр. н., проф.; *e-mail:* tikunov@geogr.msu.ru

научно-исследовательских проектов или новых измерительных станций, ассоциированных с PEEEX; III – взаимодействие с международными организациями и сетями; IV – открытый диалог с заинтересованными сторонами и конечными пользователями.

За прошедшие 5 лет (2012–2016 гг.) учредителями проекта PEEEX были подробно разработаны собственный план научных исследований, внутренняя структура взаимодействия между входящими в консорциум организациями и реализована измерительная сеть [Hari et al., 2016; Kulmala et al., 2016; Lappalainen et al., 2014]. Также с 2012 г. ведется работа по объединению разноплановых измерительных комплексов на территории России в общую сеть [Alekseychik et al., 2016]. В настоящий момент их число уже превышает 170 единиц. В 2017 г. планируется провести более тщательное описание характеристик измерительных стационаров России для включения их как составной части в проект INTAROS арктической инфраструктуры EU Horizon 2020 [Lappalainen et al., 2016 b]. Кроме того, в России и в Китае планируется установка новых совре-

менных измерительных комплексов, согласно измерительным стандартам SMEAR (Stations measuring the Earth surface Atmosphere Relations – станций, измеряющих взаимное влияние земной поверхности и атмосферы) [Kaukolehto et al., 2016]. Научная информация, которую предполагается получать с вновь построенных и уже существующих связанных в сеть стационаров может быть представлена усилиями сообщества PEEEX в более наглядном виде с помощью утилиты PEEEX View Tool (http://www.atm.helsinki.fi/aapon_demo_php/test15_demo.html). Подобным же образом планируется визуализация и результатов физико-математического моделирования изучаемых природных процессов.

Предполагается, что создаваемая исследовательская структура PEEEX перейдет на оперативный режим работы уже в 2018 г. Этому будет способствовать, в том числе, председательство Финляндии в Арктическом Совете (в 2017 г.), в ходе которого планируется поднять вопрос о более активном вовлечении в существующую инфраструктуру измерительных сетей Канады и США.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

- Alekseychik P., Lappalainen H.K., Petäjä T., Zaitseva N., Heimann H., Laurila T., Lihavainen H., Asmi E., Arshinov M., Shevchenko V., Makshtas A., Dubtsov S., Mikhailov E., Lapshina E., Kirpotin S., Kurbatova Yu., Ding A., Guo H., Park S., Lavric J.V., Reum F., Panov A., Prokushkin A., Kulmala M.* Ground-based station network in Arctic and Subarctic Eurasia: an overview // *Geography Environment Sustainability*. 2016. № 2. P. 75–88.
- Bondur V.G., Vorobev V.E.* Satellite monitoring of impact Arctic regions // *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*. 2015 a. V. 51(9). P. 949–968.
- Bondur V.G.* Space-borne monitoring of trace gas and aerosol emissions during wildfires in Russia // *Issledovanie Zemli iz Kosmosa*. 2015 b. V. 6. P. 3–19.
- Bondur V.G., Ginsburg A.S.* Emissions of carbon-containing gases and aerosols resulted from wildfires in Russia according to space-borne monitoring data // *Doklady Akademii nauk*. 2016. V. 466(4). P. 473–477.
- Hari P., Petäjä T., Bäck J., Kerminen V.-M., Lappalainen H.K., Vihma T., Laurila T., Viisanen Y., Vesala T., Kulmala M.* Conceptual design of a measurement network of the global change // *Atmos. Chem. Phys*. 2016. V. 16. P. 1017–1028. doi:10.5194/acp-16-1017-2016.
- Kaukolehto M., Bäck J., Hari P., Kerminen V.-M., Kujansuu J., Lappalainen H.K., Levula J., Petäjä T., Vesala T., Kulmala M.* Towards global SMEAR network to provide comprehensive data for knowledge based decisions // *Proceedings of the 2-nd Pan-Eurasian experiment (PEEX) Conference and the 6th PEEEX Meeting / Eds: Lappalainen, Borisova, Liang, Enroth and Kulmala*, 2016. P. 225–228.
- Kulmala M., Lappalainen H.K., Petäjä T., Kurten T., Kerminen V.-M., Viisanen Y., Hari P., Sorvari S., Bäck J., Bondur V., Kasimov N., Kotlyakov V., Matvienko G., Baklanov A., Guo H.D., Ding A., Hansson H.-C., Zilitinkevich S.* Introduction: The Pan-Eurasian experiment (PEEX) – multidisciplinary, multiscale and multicomponent research and capacity-building initiative // *Atmos. Chem. Phys*. 2015. V. 15. P. 13085–13096. doi:10.5194/acp-15-13085-2015.
- Kulmala M., Lappalainen H.K., Petäjä T., Kerminen V.-M., Viisanen Y., Matvienko G., Melnikov V., Baklanov A., Bondur V., Kasimov N., Zilitinkevich S.* Pan-Eurasian experiment (PEEX) Program: Grant Challenges in the Arctic-boreal context // *Geography Environment Sustainability*. 2016. V. 2(09).
- Lappalainen H.K., Petäjä T., Kujansuu J., Kerminen V.-M., Shvidenko A., Bäck J., Vesala T., Vihma T., de Leeuw G., Lauri A., Ruuskanen T., Flint M., Zaitseva N., Arshinov M., Spracklen D., Arnold S., Juhola S., Lihavainen H., Viisanen Y., Chubarova N., Filatov N., Skorokhod A., Elansky N., Dyukarev E., Hari P., Kotlyakov V., Kasimov N., Bondur V., Matvienko G., Baklanov A., Guo H., Zilitinkevich S., Kulmala M.* Pan-Eurasian experiment (PEEX) – a research initiative meeting the grand challenges of the changing environment of the northern Pan-Eurasian arctic-boreal areas // *J. Geography Environment Sustainability*. 2014. V. 2. P. 13–48.
- Lappalainen H.K., Kerminen V.-M., Petäjä T., Kurten T., Baklanov A., Shvidenko A., Bäck J., Vihma T., Alekseychik P., Andreae A.O., Arnold S.R., Arshinov M., Asmi E., Belan B., Bobylev L., Chalov S., Cheng Y., Chubarova N., de Leeuw G., Ding A., Dobrolyubov S., Dubtsov S., Dyukarev E., Elansky N., Eleftheriadis K., Esau I., Filatov N., Flint M., Fu C., Glezer O., Gliko A., Heimann M., Holtslag A.A.M., Hörrak U., Janhunen J., Juhola S., Järvi L., Järvinen H., Kanukhina A., Konstantinov P., Kotlyakov V., Kieloaho A.-J., Komarov A.S., Kujansuu J., Kukkonen I., Duplissy E.-M., Laaksonen A., Laurila T., Lihavainen H., Lisitzin A., Mahura A., Makshtas A., Mareev E., Mazon S., Matishov D., Melnikov D., Mikhailov E., Moiseev D., Nigmatulin R., Noe S.M., Ojala A., Pihlatie M., Popovicheva O., Pumpanen J., Regerand T., Repina I., Shcherbinin A., Shevchenko V., Sipilä M., Skorokhod A., Spracklen D.V., Su H., Subetto D.A., Sun J., Terzhevik A.Yu., Timofeyev Yu., Troitskaya Yu., Tynkkynen V.-P., Kharuk V.I., Zaytseva N., Zhang J., Viisane Y., Vesala T., Hari P., Hansson H.-C., Matvienko G.G., Kasimov N.S., Guo H., Bondur V., Zilitinkevich S., Kulmala M.* Pan-Eurasian Experiment (PEEX): System understanding of the Arctic-boreal regions for constructing scenarios and assessments of the future development of the

Northern Pan-Eurasian environments and societies // Atmos. Chem Phys. 2016 a. V. 16. P. 1–41.

Lappalainen H.K., Petäjä T., Kerminen V.-M., Makkonen R., Malkamäki A., Alekseychik P., Zaitseva N., Kujansuu J., Ruuskanen T., Lauri A., Kyrö E., Mazon S., Scherbinin A., Konstantinov P., Kaukolehto M., Chubarova N., Laurila T., Asmi E., Juhola S., Bäck J., Vesala T., Hari P., Arshinov M., Mahura A.,

Arnold S., Spracklen D., Ding A., Fu C., Hansson H.-C., Melnikov V., Matvienko G., Baklanov A., Viisanen Y., Kasimov N., Guo H., Bondur V., Zilitinkevich S., Kulmala M. Pan-Eurasian experiment (PEEX) program overview – activities in 2012–2015 and future prospects // Proceedings of the 2nd Pan-Eurasian experiment (PEEX) Conference and the 6th PEEX Meeting, editors Lappalainen, Borisova, Liang, Enroth and Kulmala. 2016 b. P. 270–274.

Поступила в редакцию 23.09.2016
Принята к публикации 27.09.2016

**M. Kulmala¹, H. K. Lappalainen², T. Petäjä³, V. M. Kerminen⁴, Y. Viisanen⁵, V.G. Bondur⁶,
N.S. Kasimov⁷, V. M. Kotlyakov⁸, G.G. Matvienko⁹, A.A. Baklanov¹⁰, S.S. Zilitinkevich¹¹,
N.E. Chubarova¹², P.I. Konstantinov¹³, V.S. Tikunov¹⁴**

PAN-EURASIAN EXPERIMENT (PEEX) IN RUSSIA: PROSPECTS OF SCIENTIFIC COOPERATION

The Pan-Eurasian experiment (PEEX) is a multidisciplinary, multi scale research program aiming at resolving the major uncertainties in Earth System and Global Sustainability Science concerning the Arctic and boreal Pan Eurasian regions including the impact and influence of China. Conceptually PEEX is a scientific initiative by several European, Russian and Chinese research organizations and institutes. The promoter institutes of this initiative are the University of Helsinki and the Finnish Meteorological Institute in Finland; Lomonosov Moscow State University, Scientific Research Institute of Aerospace Monitoring AEROCOSMOS, and the Institute of Atmospheric Optics (Siberian branch) of the Russian Academy of Sciences (RAS) in Russia; the Institute of Remote Sensing and Digital Earth (RADI) of the Chinese Academy of Sciences (CAS) and the Institute for Climate and Global Change Research of Nanjing University in China. The basic road map of the project – the so-called «Scientific PEEX Plan» – describes the program objectives and science for the future.

Key words: Pan-Eurasian experiment, global issues, international cooperation.

¹ University of Helsinki, Department of Physics, Division of Atmospheric Sciences, Director, Professor; *e-mail:* markku.kulmala@helsinki.fi

² University of Helsinki, Department of Physics, Division of Atmospheric Sciences, PhD.; *e-mail:* hanna.k.lappalainen@helsinki.fi

³ University of Helsinki, Department of Physics, Division of Atmospheric Sciences, Professor; *e-mail:* tuukka.petaja@helsinki.fi

⁴ University of Helsinki, Department of Physics, Division of Atmospheric Sciences, Professor; *e-mail:* veli-matti.kerminen@helsinki.fi

⁵ Finnish Meteorological Institute, Director of Research and Development; *e-mail:* yrjo.viisanen@fmi.fi

⁶ Aerocosmos Research Institute of Aerospace Monitoring, Director, Academician; *e-mail:* vgbondur@aerocosmos.info

⁷ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, President, Academician; *e-mail:* secretary@geogr.msu.ru

⁸ Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Scientific Supervisor, Academician; *e-mail:* vladkot6@gmail.com

⁹ V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics, SB of RAS, Director, D.Sc. in Physics and Mathematics; *e-mail:* mgg@iao.ru

¹⁰ World Meteorological Organization, Professor; *e-mail:* abaklanov@wmo.int

¹¹ Finnish Meteorological Institute, Professor; *e-mail:* sergej.zilitinkevich@fmi.fi

¹² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Professor, D.Sc. in Geography; *e-mail:* natalia.chubarova@gmail.com

¹³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Senior Lecturer, PhD. in Geography; *e-mail:* kostadini@mail.ru

¹⁴ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Integrated Mapping Laboratory, Head of the Laboratory, D.Sc. in Geography; *e-mail:* tikunov@geogr.msu.ru