

*М. Фронтасьева, Н. Кутовский,
А. Нечаевский, Г. Ососков, А. Ужинский*

«Экологическое» сотрудничество ЛНФ и ЛИТ

14–17 февраля в Университете наук о жизни в Познани (Польша) состоялось 30-е рабочее совещание Комиссии ООН по воздуху Европы, в котором приняли участие сотрудники Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка и Лаборатории информационных технологий ОИЯИ. Такой необычный тандем объясняется совместной работой по созданию системы управления данными по атмосферным выпадениям тяжелых металлов, азота, стойких органических загрязнителей (СОЗ) и радионуклидов, полученными на основе анализа мхов-биомониторов, собираемых одновременно по единой методике каждые пять лет. Полученные данные передаются в ОИЯИ, который с 2014 г. является координатором этой программы в рамках Конвенции ООН по дальнейшему переносу воздушных загрязнений (CLRTAP). На сегодня это 40 стран, среди которых не только государства Западной и Восточной Европы, но и страны Кавказского региона (Армения, Азербайджан и Грузия), а также ряд стран Азии (Казахстан, Таджикистан, Монголия и Вьетнам) и весьма далекие от материковой Европы Исландия, Канада и ЮАР. Как собрать всю эту огромную информацию в единый массив

*М. Frontasyeva, N. Kutovskiy, A. Nechaevskiy,
G. Ososkov, A. Uzhinskiy*

Environmental Cooperation of FLNP and LIT

On 14–17 February, the 30th Task Force Meeting of the UNECE ICP Vegetation on Air Pollution in Europe was held in Poland, at the University of Life Sciences, Poznan. It was attended by specialists of the Frank Laboratory of Neutron Physics and the Laboratory of Information Technologies of JINR. Such an unusual tandem is explained by the joint work on the creation of a data management system for the atmospheric deposition of heavy metals, nitrogen, persistent organic pollutants, and radionuclides derived from the analysis of moss biomonitors collected in accordance with common guidelines during the moss surveys held every five years. The results obtained are sent to JINR which since 2014 has been the coordinator of the Programme in the framework of the UN Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP). The Programme comprises 40 countries which include not only the states of Western and Eastern Europe, but the countries of the Caucasus Region (Armenia,

данных для последующего статистического анализа и построения карт распределений элементов, радионуклидов и СОЗ?

Год назад координатор программы М. В. Фронтасьева, руководитель сектора нейтронного активационного анализа и прикладных исследований ЛНФ, обратилась в дирекцию ЛИТ с просьбой рассмотреть возможность создания информационной системы на сервере ОИЯИ, используя опыт ЛИТ по сбору и хранению информации, получаемой в экспериментах в ЦЕРН. До настоящего времени в России не существовало программного обеспечения такого рода для больших массивов данных в экологических исследованиях при очевидной потребности хранения информации о состоянии различных экосистем на уровне Министерства природных ресурсов и экологии РФ. За создание такой базы данных взялась группа молодых специалистов из различных подразделений ЛИТ под идейным руководством доктора физико-математических наук профессора Г. А. Ососкова.

Было решено создать на облачной инфраструктуре ОИЯИ (<http://cloud.jinr.ru>) платформу для управления данными глобальных сетей биологического мониторинга, анализа и прогнозирования состояния окружающей среды, которая предоставит эффективные,

надежные и удобные механизмы для решения задачи управления данными биологического мониторинга, а также средства для интеллектуального анализа данных, прогнозирования и представления информации о состоянии окружающей среды. В качестве пилотного проекта на базе этой платформы был реализован сбор и анализ данных биологического мониторинга атмосферных выпадений тяжелых металлов, проводимый в рамках международной программы UNECE ICP Vegetation (<http://icpvegetation.ceh.ac.uk/>). Информация о состоянии окружающей среды из 40 участвующих стран будет аккумулироваться и обрабатываться в едином координационном центре и предоставляться в электронном и печатном виде широкой общественности. Такие издания атласов атмосферных выпадений тяжелых металлов существуют с 1990 г. и издаются под эгидой ООН.

Несмотря на огромную значимость международной координационной программы по воздуху Европы, до настоящего времени инструменты, используемые ее участниками, были недостаточно формализованы и не соответствовали современным требованиям. Отсутствовали единые подходы к хранению и передаче данных, многие работы с данными производились вручную, что, естественно, сказывалось на качестве

Azerbaijan, and Georgia), as well as several countries in Asia (Kazakhstan, Tajikistan, Mongolia, and Vietnam), and those quite distant from mainland Europe: Iceland, Canada, and South Africa. How to collect this huge information into a single array of data followed by statistical analyses and creation of distribution map of elements, radionuclides and POPs?

A year ago, the coordinator of the Programme M. V. Frontasyeva, head of the Sector of Neutron Activation Analysis and Applied Research of FLNP, appealed to the LIT Directorate to consider the possibility of creating an information system on JINR server using the experience of LIT to collect and store the information obtained in the experiments at CERN. In Russia, until recently, the software of this kind did not exist for large data sets in the environmental studies in spite of the obvious need for the storage of information on the status of the various ecosystems at the level of the Ministry of Natural Resources of RF. A group of young professionals from different departments of LIT under the guidance of the Doctor of Physics and Mathematics Professor G. A. Ososkov was formed.

It was decided to create a platform at a cloud infrastructure of JINR (<http://cloud.jinr.ru>) for data manage-

ment of global biological monitoring networks, analyses and forecasting of the state of the environment, which will provide effective, reliable and convenient mechanisms to address biological monitoring data management tasks, as well as means for intellectual data treatment, forecasting and reporting information on the state of the environment. As a pilot project, the data collection and analyses of biological monitoring data on atmospheric deposition of heavy metals, held in the framework of the international programme UNECE ICP Vegetation (<http://icpvegetation.ceh.ac.uk/>) were implemented on the basis of this cloud platform. Information about the state of the environment of the 40 participating countries is going to be accumulated and processed in a single focal point and finally be available in both electronic and printed form for the general public. Such issues of Atlases of the atmospheric deposition of heavy metals have existed since 1990 and are published under the auspices of the UN.

Despite the enormous importance of international cooperative programme on air pollution in Europe, to date, the tools used by its participants were insufficiently formalized and did not meet modern requirements. There were no common approaches to storage and data transfer;

и скорости получения результатов и являлось серьезным препятствием для эффективного взаимодействия рабочих групп проекта. Подобное положение вещей характерно не только для данной Программы ООН по воздуху Европы, но и для многих других программ биологического мониторинга различных экосистем.

К концу 2016 г. был создан прототип такой системы управления данными биологического мониторинга благодаря энтузиазму сотрудников обеих лабораторий ОИЯИ. Информация об этой системе была доложена на двух международных конференциях: в Ершово (<http://damdid2016.frccsc.ru/>) и Дубне (<http://grid2016.jinr.ru/>), а также на объединенном семинаре ЛИТ–ЛНФ 7 февраля 2017 г., в котором приняли участие заинтересованные в развитии работ по биомониторингу и

моделированию процессов загрязнения окружающей среды чешские сотрудники ЛИТ и ЛНФ. 15 февраля система была представлена ее потенциальным пользователям на 30-м рабочем совещании Комиссии ООН по воздуху Европы, состоявшемся в Польше. Апробация программного обеспечения началась!

Концепция и технологии платформы (см. рисунок) вызвали живой интерес участников программы, был отмечен эстетический дизайн программного обеспечения, конфиденциальность хранения информации. Совершенствование разработанной платформы затронет аспекты IT-сопровождения всех этапов биологического мониторинга, начиная с выбора места сбора и параметров описания образцов и заканчивая созданием карт загрязнения конкретной области или

Группа сотрудников ЛНФ и ЛИТ — участников работ по созданию системы управления данными биологического мониторинга



A team of FLNP and LIT staff members involved in work to develop a system for management of biological monitoring data

many stages of work with the data were done manually, which naturally affected the quality and speed of production of results and were a major obstacle to the effective interaction of the working groups of the project. This situation is typical not only for the particular UN Programme on Air Pollution in Europe, but also for many other programmes of biological monitoring of various ecosystems.

By the end of 2016, the prototype of a biological monitoring data management system was created thanks to the enthusiasm of the staff of both laboratories. Information about this system was presented at two international conferences: in Ershovo (<http://damdid2016.frccsc.ru/>) and Dubna (<http://grid2016.jinr.ru/>), as well as at the joint LIT–FLNP seminar on 7 February 2017 in which Czech researchers of LIT and FLNP interested in the develop-

ment of biomonitoring investigations and modeling pollution of the environment participated. On 15 February 2017, the created system was presented to its potential users at the 30th Task Force Meeting of the UNECE on Air Pollution in Europe that was held in Poland. Software testing has already begun!

The concept and technologies of the platform (see figure) aroused a great interest among the participants of the programme; the aesthetic design of the software was appreciated as was the confidentiality of the information storage. Updating the developed platform will touch all the aspects of the IT-support in all the phases of biological monitoring, starting with the selection of sampling sites and description of the sampling sites parameters and ending with the creation of pollution maps in a particular area

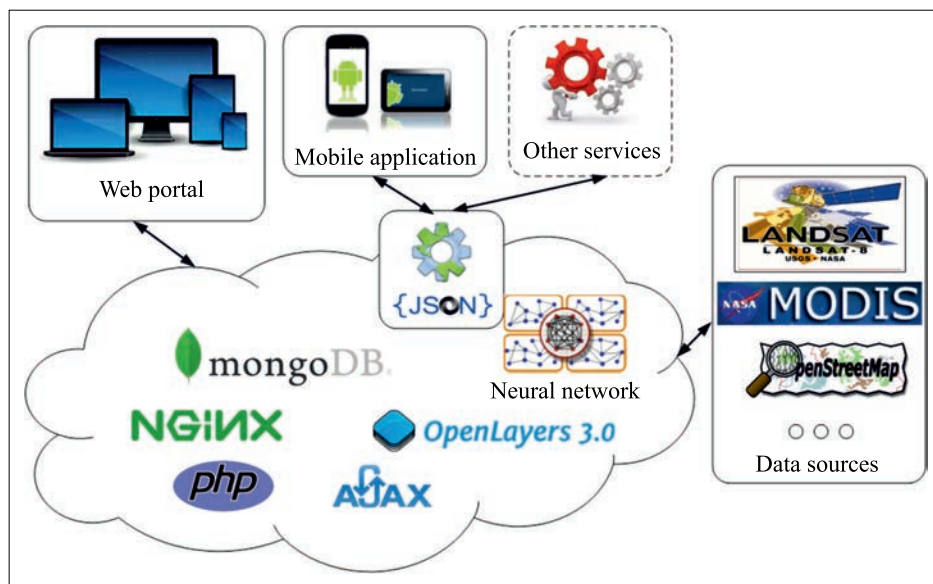
прогнозом изменений состояния окружающей среды в долгосрочной перспективе. Уже были апробированы нейросетевые методы выделения нескольких главных компонентов из большого количества параметров, потенциально влияющих на распределения загрязнений, а также способы построения карт этих распределений при помощи нейронных сетей. Для построения карт распределения загрязнений, а также анализа и прогнозирования состояния окружающей среды планируется использовать алгоритмы глубинного обучения, а программы, реализующие данные алгоритмы, предполагается выполнять на высокопроизводительных кластерах, создаваемых на ресурсах облачной инфраструктуры ОИЯИ (<http://cloud.jinr.ru>) с поддержкой гибридных вычислений. Такая платформа предоставляет не только современные методы управления и анализа данных, но и средства для объединения участников гетерогенных сетей биологического мониторинга с целью верифика-

ции полученных результатов и оптимизации исследований. В рамках открытой части платформы будет реализовано информирование органов государственной власти, местного самоуправления, юридических и физических лиц об изменениях состояния окружающей среды.

На заключительной сессии совещания рабочей группы Комиссии ООН по воздуху Европы, подводя итоги проведенной работы, М. В. Фронтасьева в своем докладе «Состояние дел в проекте по одновременному сбору мхов-биомониторов в 2015–2016 гг. и планы на 2018–2019 гг.» подчеркнула, что реализация полнофункциональной платформы будет иметь большое практическое значение для международного сообщества, будет способствовать улучшению экологической ситуации, а также оптимизации вложений в предотвращение и устранение реальных причин загрязнения окружающей среды.

Общая архитектура используемых платформ и технологий

General architecture of the platform and technologies used



and/or forecast of changes of the state of the environment in the long term. Neural network methods of selection of several main components potentially affecting the distribution of contaminants have already been approbated. The methods for constructing maps of these distributions by means of neural networks were tested, too. To construct distribution maps of pollution, as well as analyses and forecasting of the state of the environment, it is planned to use algorithms of deep learning and programs realizing these algorithms. This procedure is expected to be performed in the high clusters created at JINR cloud infrastructure resources (<http://cloud.jinr.ru>) based on hybrid supporting computations. Such a platform not only provides modern methods of data management and analysis, but also serves for the purpose of bringing together participants of heterogeneous networks of biological monitoring in order to

verify the results obtained and optimization of research. In the framework of the open part of the platform, information about the changes of the state of the environment will be distributed to public authorities, local state governments, legal entities and individuals.

At the closing session of the Task Force Meeting of the UNECE ICP Vegetation, summing up the work done during the meeting, M. V. Frontasyeva in her report “The current status of the moss survey in 2015–2016 and plans for 2018–2019” emphasized that the implementation of a fully functional platform would be of great practical importance for the international community; it would help to improve the environmental situation in general as well as to optimize the investments in the prevention and elimination of real causes of the environmental pollution.