

*А. С. Багинян, Н. А. Балашов, А. В. Баранов, С. Д. Белов,
Д. В. Беляков, Ю. А. Бутенко, А. Г. Долбилов, А. О. Голунов,
И. С. Кадочников, И. А. Кашунин, В. В. Кореньков,
Н. А. Кутовский, А. В. Майоров, В. В. Мицын, И. С. Пелеванюк,
Р. Н. Семенов, Т. А. Стриж, В. В. Трофимов, М. Вала*

Многоуровневая система мониторинга Многофункционального информационно- вычислительного комплекса ОИЯИ

Многофункциональный информационно-вычислительный комплекс (МИВК) — одна из базовых установок ОИЯИ. Она обеспечивает в режиме 24×7 выполнение целого спектра конкурентоспособных исследований, ведущихся на мировом уровне [1]. МИВК состоит из четырех ключевых компонентов: грид-инфраструктуры [2], центрального вычислительного комплекса, вычислительного облака ОИЯИ [3] и высокопроизводительного кластера HybriLIT [4]. Все компоненты опираются на общую сеть и инженерную инфраструктуру. Крайне важно производить мониторинг

всех компонентов на трех уровнях: аппаратном, сетевом и на уровне сервисов. Разные компоненты требуют разного подхода к мониторингу, и едва ли найдется такая система мониторинга, которая способна не только удовлетворять всем требованиям, но и оставаться гибкой для изменений.

Многоуровневая система мониторинга была создана для МИВК ОИЯИ. В ней использованы разные технологии: Nagios, Icinga2, Grafana, а также системы, разработанные в ОИЯИ. Программный продукт Nagios/Icinga2 показал себя надежным и полезным

*A. S. Baginyan, N. A. Balashov, A. V. Baranov, S. D. Belov, D. V. Belyakov,
Yu. A. Butenko, A. G. Dolbilov, A. O. Golunov, I. S. Kadochnikov,
I. A. Kashunin, V. V. Korenkov, N. A. Kutovskiy, A. V. Mayorov, V. V. Mitsyn,
I. S. Pelevanyuk, R. N. Semenov, T. A. Strizh, V. V. Trofimov, M. Vala*

Multilevel Monitoring System for Multifunctional Information and Computing Complex at JINR

Multifunctional Information and Computing Complex (MICC) is one of the basic scientific facilities of the Joint Institute for Nuclear Research (JINR). It provides a 24×7 fulfilment of a vast range of competitive research conducted at JINR at a global level [1]. MICC consists of four major components: grid-infrastructure [2], central computing complex, JINR private cloud [3], and high-performance heterogeneous cluster HybriLIT [4]. All major components rely on the network and engineering infrastructure.

It is important to monitor all of the components at three levels: hardware level, network level, and service level. Different components require different monitoring approaches, and one can hardly find a system which would satisfy all requirements and would be flexible enough to follow the changes.

The multilevel monitoring system was created for JINR MICC. It is based on different technologies: Nagios, Icinga2, Grafana and the systems developed at JINR.

при мониторинге аппаратной части всех компонентов МИВК. Grafana, как средство визуализации, используется на данный момент только в вычислительном облаке ОИЯИ, но может быть принята и для других компонентов. Мониторинг сервисов Tier-1 и мониторинг HybriLIT были специально разработаны в ОИЯИ.

Одним из ключевых требований к любой системе мониторинга является ее надежность, что обеспечивается самой системой мониторинга. Но есть и другое важное требование — доступность, а также специальные меры, чтобы гарантировать стабильный доступ к системам мониторинга и управления во время отключения электричества, неполадок в сети или чрезвычайных ситуаций. В целях предоставления надежного доступа ко всем упомянутым системам мониторинга

и системам управления был тщательно спланирован и организован центр управления МИВК. Центр управления предоставляет операторам помещение, оборудованное большими мониторами для отображения мониторинговой информации о работе всех компонентов МИВК: сервисов Tier-1, аппаратного уровня Tier-1, аппаратного уровня Tier-2, загрузки HybriLIT, Google Earth WLCG Dashboard, загрузки облака ОИЯИ (см. рисунок). Центр управления оснащен всем необходимым для устойчивой связи с МИВК, что делает его надежным инструментом для управления всеми компонентами МИВК во время разных критических ситуаций.

Наш опыт показал, что такие современные системы мониторинга с открытым исходным кодом, как

Пример отображения данных на мониторах центра управления МИВК



An example of data shown on the displays of the MICC Operational Center

Software Nagios/Icinga2 has proved to be a suitable and reliable tool for hardware monitoring all the MICC components. Grafana as a visualization tool is used only by the JINR Cloud team, but it could be useful for other components. The Tier-1 service monitoring system and the HybriLIT monitoring system were developed at JINR.

One of the key requirements to any monitoring or control system is its reliability. This could be satisfied by the monitoring system itself. However, there is another important requirement — its availability and special measures are required to ensure a stable access to the monitoring and control systems during power cuts, network failures or some other emergencies. The MICC Operational Center has been launched to provide a 24×7 availability of the MICC systems. The MICC Operational Center is located in a room dedicated for the MICC operators. It is equipped with big screens for the monitoring infor-

mation display (see the figure). Normally, these screens show information about all MICC components: Tier-1 services, Tier-1 hardware, Tier-2 hardware, HybriLIT load, WLCG Google Earth Dashboard, JINR Cloud load. The Operational Center is fully equipped to provide a reliable access to the MICC, so it allows a reliable control over all the MICC components under different critical conditions.

Our experience shows that modern open-source monitoring systems such as Nagios are reliable and useful. These systems can look after critical metrics, reliably provide notifications and dashboards for administrators. That is why they could be used for the monitoring the whole hardware. However, sometimes they are not flexible enough to be suitable for all groups of monitoring consumers, especially when complex visualization is required. That causes new software developments which allow as complex system as required.

Nagios, способны следить за критическими показателями, предоставлять визуализацию и оповещать администраторов. Благодаря этому они могут использоваться для мониторинга всего аппаратного уровня. Однако иногда они недостаточно гибкие, чтобы удовлетворять нуждам всех групп потребителей мониторинговой информации, особенно когда необходима сложная визуализация.

Таким образом, разработка новых программных компонентов мониторинга позволяет предоставить настолько сложную систему, насколько это требуется.

Список литературы / References

1. *Голунов А. О. и др.* Центр управления Многофункционального информационно-вычислительного комплекса ОИЯИ // CEUR Workshop Proc. (CEUR-WS.org). RWTH Aachen Univ. 2016. V.1787. P.235–240.

Golunov A. O. et al. Operational Center of the JINR Multifunctional Information and Computing Complex // CEUR Workshop Proc. (CEUR-WS.org). RWTH Aachen Univ. 2016. V.1787. P.235–240.

2. *Astakhov N.S., Baginyan A.S., Be-
lov S.D. et al.* JINR Tier-1 Centre for the CMS Experiment at LHC // Phys. Part. Nucl. Lett. 2016. V.13, No.5. P.714–717.

3. *Baranov A.V. et al.* JINR Cloud Infrastructure Evolution // Phys. Part. Nucl. Lett. 2016. V.13, No.5. P.672–675.

4. *Alexandrov E.I. et al.* Research of Acceleration of Calculation in Solving Scientific Problems on the Heterogeneous Cluster HybriLIT // Bull. of PFUR. Ser.: Math. Inform. Sci. Phys. 2015. No.4. P.20–27.

47-я сессия Программно-консультативного комитета по ядерной физике состоялась 17–18 января под председательством профессора М. Левитовича.

Председатель ПКК представил краткое сообщение о выполнении рекомендаций предыдущей сессии. Вице-директор ОИЯИ М.Г.Иткис проинформировал ПКК о резолюции 122-й сессии Ученого совета Института (сентябрь 2017 г.) и решениях Комитета полномочных представителей (ноябрь 2017 г.).

ПКК заслушал отчеты по проектам, выполняемым в рамках темы «Неускорительная нейтринная физика и астрофизика», и предложения по их продлению. Тема включает шесть проектов, направленных на изучение редких явлений, связанных со слабым взаимодействием, в которых применяются методы современной ядерной спектроскопии.

Проект GERDA (G&M) посвящен поиску двойного безнейтринного бета-распада ^{76}Ge с открытыми Ge-детекторами в жидком аргоне. Результаты анализа данных позволили установить предел на период полураспада двойного безнейтринного бета-распада ^{76}Ge более $8,0 \cdot 10^{25}$ лет. Начата подготовка нового крупномасштабного германиевого эксперимента LEGEND (до 1 тонны ^{76}Ge), расчетная чувствительность которого составит 10^{28} лет.

Многолетнее участие ОИЯИ в эксперименте NEMO привело к получению фундаментальных результатов мирового уровня для двухнейтринного и безнейтринного двойного бета-распада обогащенных изотопов ^{48}Ca , ^{82}Se , ^{96}Zr , ^{100}Mo , ^{116}Cd , ^{130}Te и ^{150}Nd . Детектор нового поколения SuperNEMO будет иметь модульный дизайн с возможностью одновременного измерения нескольких изотопов на уровне чувствительности к периоду полураспада $T_{1/2}(2\beta_{0\nu}) \geq 10^{26}$ лет. ОИЯИ играет ключевую роль в проекте, особенно в создании калориметра, системы

The 47th meeting of the Programme Advisory Committee for Nuclear Physics was held on 17–18 January. It was chaired by Professor M. Lewitowicz.

The Chairman of the PAC presented an overview of the implementation of the recommendations taken at the previous meeting. JINR Vice-Director M. Itkis informed the PAC about the Resolution of the 122nd session of the Scientific Council (September 2017) and about the decisions of the Committee of Plenipotentiaries (November 2017).

The PAC heard reports on the projects implemented within the theme “Non-Accelerator Neutrino Physics and Astrophysics” and proposals for their extension. The theme consists of six projects which are devoted to the studies of rare phenomena associated with the weak interaction by methods of modern nuclear spectroscopy.

The GERDA (G&M) project is dedicated to search for the neutrinoless double-beta decay of ^{76}Ge with open Ge-detectors directly immersed in liquid argon. The analysis of data allowed setting a new half-life limit on the neutrinoless double-beta decay of ^{76}Ge of more than $8.0 \cdot 10^{25}$ yr. The new-generation ton-scale ^{76}Ge experiment LEGEND has been recently started. In this experiment, it is planned to achieve an ultimate sensitivity of 10^{28} yr.

The long-term successful participation of JINR in the NEMO experiment has led to the obtaining of fundamental world-level results for the two-neutrino and neutrinoless double-beta decay of enriched isotopes ^{48}Ca , ^{82}Se , ^{96}Zr , ^{100}Mo , ^{116}Cd , ^{130}Te , and ^{150}Nd . The new-generation SuperNEMO detector will have a modular design with the ability to simultaneously measure several isotopes at a sensitivity level to the half-life $T_{1/2}(2\beta_{0\nu}) \geq 10^{26}$ yr. JINR plays