

Система ведения электронных журналов

Д. А. Шпотя^{1,2}, Н. А. Балашов^{1*}

¹ Международная межправительственная организация Объединенный институт ядерных исследований, г. Дубна, Российская Федерация

Адрес: 141980, Российская Федерация, Московская область, г. Дубна, ул. Жолио-Кюри, д. 6

* balashov@jinr.ru

² ГБОУ ВО Московской области «Университет «Дубна», г. Дубна, Российская Федерация

Адрес: 141982, Российская Федерация, Московская область, г. Дубна, ул. Университетская, д. 19

Аннотация

Современные научные исследования, проводящиеся на сложных технических экспериментальных установках, зачастую требуют использования вспомогательных информационно-вычислительных систем для эффективного решения исследовательских задач. Одним из таких инструментов являются журналы событий и действий персонала. Помимо научных исследований практика ведения журналов широко распространена во многих других отраслях и сферах деятельности и является неотъемлемой частью хода эксплуатации большинства современных сложных технических установок. В том числе такие журналы ведутся и в Объединенном институте ядерных исследований (ОИЯИ). В данной статье рассматривается новая система ведения электронных журналов, разрабатываемая в Лаборатории информационных технологий им. М.Г. Мещерякова ОИЯИ для ускорительного комплекса Лаборатории физики высоких энергий ОИЯИ. Разрабатываемая система реализована в виде веб-приложения с использованием классического стека технологий LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP) и основана на системе управления контентом (Content Management System, CMS) Wordpress. Использование CMS Wordpress в качестве основы системы делает ее более гибкой и расширяемой за счет большого количества доступных плагинов. В работе рассматриваются основные функциональные возможности представленной системы, отличающие ее от других систем подобного класса, кратко описывается ее структура и использованные технологии. Представленная в работе система является свободно распространяемой системой с открытым исходным кодом, что делает возможным ее применение и в других проектах различной направленности.

Ключевые слова: электронный журнал, веб-приложения, Wordpress

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Шпотя Д. А., Балашов Н. А. Система ведения электронных журналов // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2024. Т. 20, № 1. С. 207-214. <https://doi.org/10.25559/SITITO.020.202401.207-214>

© Шпотя Д. А., Балашов Н. А., 2024



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.



Electronic Logbook System

D. A. Shpotya^{a, b}, N. A. Balashov^{a*}

^a Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russian Federation

Address: 6 Joliot-Curie St., Dubna 141980, Moscow region, Russian Federation

* balashov@jinr.ru

^b Dubna State University, Dubna, Russian Federation

Address: 19 Universitetskaya St., Dubna 141980, Moscow Region, Russian Federation

Abstract

Modern scientific research, conducted on technically complex facilities, often requires auxiliary information and computing systems to support effective resolution of research tasks. Among these tools are logbooks for tracking operation events and personnel actions. Beyond scientific research, the practice of keeping logs of events is widespread in many other areas and is an integral part of the operation of most modern technically complex facilities. Such logs are also kept at the Joint Institute for Nuclear Research (JINR). This article describes a new electronic logging system currently being developed at the JINR Mescheryakov Laboratory of Information Technologies for the accelerator complex of the JINR Laboratory of High Energy Physics. The developed system is implemented as a web application using the classic LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP) technology stack and is based on the WordPress Content Management System (CMS). Using WordPress CMS as the foundation of the developed system enhances its flexibility and extensibility, thanks to the extensive availability of plugins. This work provides a brief overview of the system's structure, the employed technologies, and its distinctive core functionality that sets it apart from other systems in this class. The system presented in this paper is a freely distributable open-source system and can find application in other projects of diverse focus.

Keywords: electronic logbook, web applications, Wordpress

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interest.

For citation: Shpotya D.A., Balashov N.A. Electronic Logbook System. *Modern Information Technologies and IT-Education*. 2024;20(1):207-214. <https://doi.org/10.25559/SITITO.020.202401.207-214>



Введение

Практика ведения журналов событий и действий персонала широко распространена во многих отраслях и сферах деятельности, таких как медицина [1-3], космические исследования [4], рыболовная отрасль [5], образование [6, 7], нефтегазовая отрасль [8], судоходная отрасль [9], также широкое распространение журналы получили в компьютерных системах, где они часто ведутся в автоматическом режиме [10]. Подобная практика является неотъемлемой частью хода эксплуатации большинства современных технических сложных установок. С развитием современных компьютерных технологий появилась возможность цифровизации журналов, что может ускорить процесс анализа и обработки информации по сравнению со временем обработки их бумажных версий¹ [11]. Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ) обладает рядом действующих и строящихся установок², на которых также ведется большое количество журналов, как в электронном, так и в бумажном виде. Например, оперативный журнал пульта управления ускорительным комплексом, журнал отчетов смен операторов ускорительного комплекса, журнал операторов пульта управления Многофункционального информационно-вычислительного комплекса (МИВК)³ [12-14], журнал приема-сдачи смен инженеров по электрике и охлаждению комплекса МИВК, электронный журнал для эксперимента VM@N. Несмотря на то, что в ОИЯИ некоторые журналы на установках уже ведутся в цифровом формате, тем не менее все они построены на базе разных систем, а единое решение, которое могло бы использоваться для создания и ведения электронных журналов, на данный момент отсутствует. Используемые системы электронных журналов во многих случаях являются узкоспециализированными, что ограничивает их общую применимость. В данной статье рассматривается разработка новой системы ведения электронных журналов общего назначения⁴.

Разработка системы

При разработке системы в первую очередь учитывались требования представителей ускорительного комплекса Лаборатории физики высоких энергий (ЛФВЭ) ОИЯИ [15], но при этом также были учтены некоторые функциональные возможности других существующих систем подобного класса. Основной функцией журнала является сохранение данных о ходе эксплуатации какой-либо установки для их последующего анализа. Пользователями журнала является персонал, задействованный в эксплуатации ускорительного комплекса, включая руководителей работ, получающих из него информацию о происходящих событиях.

Отличительной особенностью разрабатываемой системы является возможность создания произвольных типов записей и

шаблонов форм для их заполнения. Такой подход делает систему более гибкой и универсальной, что позволяет расширить область ее применения.

Базовые требования к системе были сформулированы исходя из специфики работы ускорительного комплекса и информационно-вычислительной среды ОИЯИ, они включают:

- наличие в системе механизма встроенной аутентификации и авторизации, а также возможность интеграции ее с другими популярными системами единого входа (в том числе JINR ID);
- наличие механизма защиты от фальсификации данных;
- реализация в виде веб-приложения;
- возможность установки системы в Unix-окружении;
- расширяемость функциональных возможностей системы с помощью плагинов;
- использование свободно распространяемых компонентов с открытым исходным кодом [16, 17].

Возможные технические решения

Существует множество различных реализаций систем ведения электронных журналов [18-25], однако большинство из них либо являются системами с закрытым исходным кодом, либо спроектированы для определенных проектов и имеют ограниченные возможности для расширения на момент написания данной статьи.

При планировании проекта было рассмотрено несколько альтернативных подходов по разработке системы:

1. Разработка системы с нуля. Этот подход является наиболее длительным и трудоемким среди рассмотренных вариантов, но при этом наиболее гибким решением, так как не накладывает технических и архитектурных ограничений;
2. Разработка системы на основе какого-либо фреймворка. Фреймворк является программным каркасом, использование которого может упростить процесс разработки, однако его применение сопровождается введением архитектурных ограничений, поскольку необходимо соблюдать правила, предусмотренные данным фреймворком.
3. Разработка системы на основе системы управления контентом (Content Management System, CMS). Этот вариант является наиболее быстрым и простым, поскольку в CMS уже реализован базовый функционал, однако при этом возникают еще более существенные, по сравнению с фреймворком, ограничения гибкости в процессе разработки и использовании системы.

В процессе анализа CMS-систем было установлено, что существуют системы, на базе которых возможна разработка системы ведения журналов с учетом всех базовых требований. Учитывая имеющиеся временные ограничения на разработку системы, было принято решение выбрать третий вариант.

¹ McAlpine H. C. Improving the management of informal engineering information through electronic logbooks : dissertation. University of Bath, 2010. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/161919309.pdf> (дата обращения: 15.12.2023).

² Стратегический план долгосрочного развития ОИЯИ на период до 2030 года и далее / В. Матвеев [и др.]. Дубна : ОИЯИ, 2021. URL: https://www.jinr.ru/wp-content/uploads/JINR_Docs/JINR_Strategy_2030_rus.pdf (дата обращения: 15.12.2023).

³ Центр управления многофункциональным информационно-вычислительным комплексом ОИЯИ / А. О. Голунова [и др.] // CEUR Workshop Proceedings. 2016. Т. 1787. С. 235-240. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-1787/235-240-paper-39.pdf> (дата обращения: 15.12.2023).

⁴ Balashov N. Operations Logbook [Электронный ресурс] // GitLab Community Edition, JINR, 2023. URL: <https://git.jinr.ru/operations-logbook/operations-logbook> (дата обращения: 15.12.2023).



Из всех CMS-систем те, которые предназначены для ведения блогов, наиболее похожи по модели данных на журналы. За основу была выбрана система Wordpress⁵ как одна из наиболее популярных и распространенных систем. Идея о разработке журнала на основе Wordpress не нова: еще 2009 году была представлена разработка системы ведения электронных журналов на основе Wordpress для Гейдельбергского центра ионно-лучевой терапии [26].

Архитектура системы

Разрабатываемая система построена на базе клиент-серверной архитектуры. В основе ее лежит модель распределенной системы, в которой система разделена на две основные части: клиент, который инициирует запросы к серверу, и сервер, который обрабатывает эти запросы.

Основными частями разрабатываемой системы ведения электронных журналов являются:

- клиентская часть - пользовательский интерфейс, который обеспечивает взаимодействие пользователей с системой через веб-интерфейс;
- серверная часть - обеспечивает обработку логики прило-

жения, включая обработку запросов от пользовательского интерфейса, взаимодействие с базой данных;

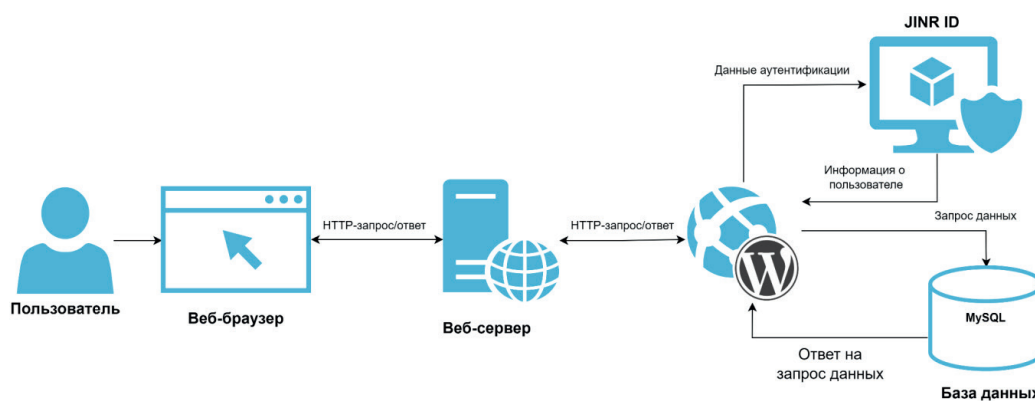
- база данных - предназначена для хранения данных о пользователях, записях, комментариях и других сущностях системы.

В системе используется классический стек технологий LAMP+Wordpress:

1. Linux - любой современный дистрибутив Linux;
2. Apache - веб-сервер (может использоваться любой современный веб-сервер, который поддерживает Wordpress, например, nginx);
3. MariaDB/MySQL - система управления базами данных (СУБД);
4. PHP - серверный язык программирования;
5. Wordpress - CMS-система.

Взаимосвязи основных компонентов системы схематично представлены на рис. 1.

Стандартная модель данных Wordpress была расширена для реализации ведения истории изменения записей и функционала блокирующих событий. Добавленные части модели данных показаны на рис. 2.

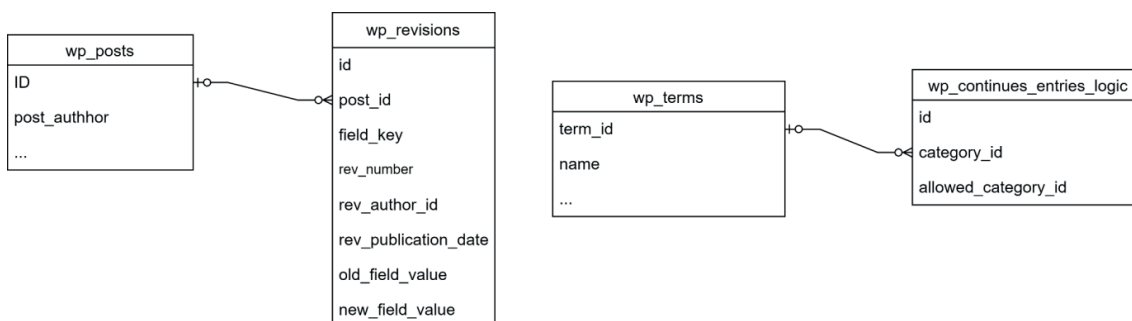


Р и с. 1. Схематичное представление архитектуры системы

F i g. 1. Schematic representation of the system architecture

Источник: здесь и далее в статье все таблицы и рисунки составлены авторами.

Source: Hereinafter in this article all tables and figures were made by the authors.



Р и с. 2. Добавленные части модели базы данных

F i g. 2. Added parts of the database model

⁵ WordPress : сайт [Электронный ресурс]. URL: <https://wordpress.org/> (дата обращения: 15.12.2023).



Функциональные возможности

Разработанная система включает в себя множество функциональных возможностей, таких как создание и редактирование записей, вывод записей в табличном виде, поиск по ключевому слову, сортировка записей, комментирование записей, реализована поддержка многоязычности.

12/01/2024 12:45 admin 04 Регламентные работы

Entry type: Регламентные работы

Entry title: Настройка ускорения в бустере

Выбор установки: бустер

Выбор системы: диагностика пучка

Ответственный: Иванов

Факт время: ПНР

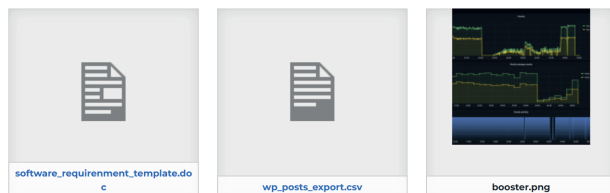
Ф.ПОЛЕ: 17100

Частота: 124Хе28+

Интенсивность: 1

Дежурная смена: Иванов, Петров

Attached files



Edit

Р и с. 3. Пример записи в развернутом виде
F i g. 3. An example of a record in expanded form

History

Change date

15/01/2024 15:35

Information about changed fields

admin added new files with ids 393



15/01/2024 15:35

admin deleted file fileid_390_revnumber_6_buster.png

12/01/2024 13:13

admin changed field Ф.ПОЛЕ from 17000 to 17100

12/01/2024 13:13

admin changed field Ответственный from Иванов to Петров

12/01/2024 12:55

admin added new files with ids 392

wp_posts_export.csv

12/01/2024 12:49

admin added new files with ids 391

software_requirement_template.doc

12/01/2024 12:48

admin added new files with ids 390

software_requirement_template.doc

Р и с. 4. История изменения записей

F i g. 4. Record changes history

Одним из требований к системе является возможность сопровождения записей в журнале произвольными файлами, для чего была реализована возможность добавления к запи-

си прикрепленных файлов. При отображении прикрепленных файлов в интерфейсе системы автоматически определяется тип файла и отображается соответствующая иконка (рис. 3). При прикреплении изображения, вместо отображения иконки, выводится его миниатюра, которую можно раскрыть в полном размере во всплывающем окне.

В качестве одного из механизмов защиты от фальсификации данных отключена возможность удаления записей и реализована история их изменений (рис. 4). В истории сохраняется информация о том кто, что и когда изменил.

В системе была предусмотрена возможность создания произвольных шаблонов форм записей через административный веб-интерфейс (рис. 5), что является отличительной особенностью разрабатываемой системы. Данная функция позволяет администратору создавать шаблоны форм из полей различных типов (например, числовое поле, поле с выбором, текстовое поле, поле с визуальным редактором и т.д.) и добавлять информационные текстовые поля. Также система позволяет разделять поля на поля, отображаемые в таблице записей, и поля, отображаемые только при развернутом просмотре конкретной записи. Данное разделение предназначено для повышения компактности таблицы записей, а также визуального выделения наиболее важной информации.

Sub Fields

#	Label	Name	Type
1	Выбор установки	выбор_установки	Select
2	Выбор системы	выбор_системы	Select
3	Ответственный	ответственный	Text
4	Факт время	описание_проблемы	Number
5	Ф.ПОЛЕ	описание_решения	Text Area
6	Описание проблемы	описание_решения_copy	Wysiwyg Editor
7	Частота	частота	Text
8	Интенсивность	интенсивность	Text
9	Дежурная смена	дежурная_смена	Text

Р и с. 5. Пример интерфейса создания шаблона формы записи в административном веб-интерфейсе

F i g. 5. An example of the interface for developing a template for a registration form in the administrative web interface

Еще одной отличительной особенностью является реализация длящихся блокирующих событий. Под такими событиями подразумеваются те события, которые длятся некоторое время и приводят к блокировке возможности создания других типов событий. Правила блокирования регулируются таблицей истинности в административном веб-интерфейсе (рис. 6). Например, при созданном событии “настройка ускорительного комплекса” пользователю блокируется возможность создания события “запуск ускорительного комплекса”.



Category	Физическая программа	Ускорительная физика	Настройка ускорительного комплекса	Запуск ускорительного комплекса
Физическая программа	+	+		
Ускорительная физика	+	+		
Настройка ускорительного комплекса			+	
Запуск ускорительного комплекса				+

Р и с. 6. Пример таблицы истинности в административном веб-интерфейсе
F i g. 6. An example of a truth table in the administrative web interface

Типы пользователей

В текущей версии системы управление доступом к объектам системы реализовано на основе встроенной в Wordpress подсистемы управления доступом на основе ролей пользователей. Изначально Wordpress предоставляет 6 ролей пользователей: суперадминистратор, администратор, редактор, автор, участник и подписчик, функциональные возможности которых подробно изложены на официальном сайте Wordpress⁶. Из этих

стандартных ролей без изменений остались только роли администратора и суперадминистратора, остальные роли были заменены на роли гостя, читателя, оператора и менеджера. На данный момент роль суперадминистратора не используется, поскольку предназначена для управления сетями сайтов, однако в будущем может быть задействована для одновременного управления несколькими журналами. Используемые в настоящий момент роли и их возможности представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1. Таблица возможностей ролей пользователей
T a b l e 1. User Role Capabilities Table

	Гость	Читатель	Оператор	Менеджер	Администратор
Просмотр записей		+	+	+	+
Заполнение журнала			+	+	+
Удаление записей				+	+
Управление настройками журнала				+	+
Управление пользователями				+	+
Управление плагинами системы					+
Доступ к исходному коду системы					+

Роль гостя требуется для создания локальной учетной записи при использовании сторонних систем единого входа. После первого входа через такие системы формируется локальная учетная запись без функциональных возможностей, которой затем менеджер системы может присвоить необходимую роль.

Заключение

В данной статье была рассмотрена новая реализация системы ведения электронных журналов на основе Wordpress. Несмотря

на то, что проект реализуется в первую очередь с учетом требований ускорительного комплекса ЛФВЭ ОИЯИ, система настраиваемая и достаточно универсальная, поэтому может быть использована и в других проектах. Например, на момент написания статьи, система внедрялась также для операторов пульта управления МИВК ОИЯИ. На текущий момент в системе уже реализован базовый функционал, но все еще есть важный нереализованный функционал, который планируется реализовать в дальнейшем: метки записей, фильтрация записей, сохранение прикрепленных файлов во внешнем облачном хранилище и т.д.

References

- [1] Karimialavijeh E., et al. The Efficacy of a Web-Based Logbook in the Monitoring of Educational Activities of Emergency Medicine Residents. *Journal of Medical Education*. 2020;19(2):e103399. <https://doi.org/10.5812/jme.103399>
- [2] Achuthan R., Grover K., MacFie J. A critical evaluation of the electronic surgical logbook. *BMC medical education*. 2006;6(1):1-5. <https://doi.org/10.1186/1472-6920-6-15>
- [3] Tamblin R., et al. The Effects of Introducing a Mobile App-Based Procedural Logbook on Trainee Compliance to a Central Venous Catheter Insertion Accreditation Program: Before-and-After Study. *JMIR human factors*. 2022;9(1):e35199. <https://doi.org/10.2196/35199>

⁶ Roles and Capabilities [Электронный ресурс] // WordPress, 2023. URL: <https://wordpress.org/documentation/article/roles-and-capabilities/> (дата обращения: 15.12.2023).



- [4] Kavelaars A.T., et al. Electronic logbook for space system integration & test operations. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*. 2009;45(1):167-178. <https://doi.org/10.1109/TAES.2009.4805271>
- [5] Hintzen N.T., et al. VMStools: open-source software for the processing, analysis and visualisation of fisheries logbook and VMS data. *Fisheries Research*. 2012;115:31-43. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2011.11.007>
- [6] Ericsson E. Digital logbook for producing real-time longitudinal data. *INTED2022 Proceedings*. IATED, 2022. p. 7747-7756. <https://doi.org/10.21125/inted.2022.1961>
- [7] Viseskul N., et al. Developing an electronic logbook to monitor progress for international doctoral students in Thailand: a pilot study. *Walailak Journal of Science and Technology (WJST)*. 2019;16(1):47-54. <https://doi.org/10.48048/wjst.2019.3749>
- [8] Rachman F., Cahyadi A., Afriyanto R. Development of The E-Personal Safety Logbook (e-PSLB) Optimization Registration Process of Personnel Onboard FSRU. *IPTEK Journal of Proceedings Series*. 2020;(4):15-18. <https://doi.org/10.12962/j23546026.y2020i4.7939>
- [9] Ayre M., et al. Ships' logbooks from the Arctic in the pre-instrumental period. *Geoscience Data Journal*. 2015;2(2):53-62. <https://doi.org/10.1002/gdj3.27>
- [10] Balashov N.A., Balashova M.V., Knigin S.R., Kutovskiy N.A. Using ELK Stack for Event Log Acquisition and Analysis. *Modern Information Technologies and IT-Education*. 2021;17(1):61-68. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.25559/SITI-TO.17.202101.731>
- [11] Balashov N.A., Baranov A.V., Kutovskiy N.A., Makhalkin A.N., Mazhitova Ye.M., Pelevanyuk I.S., Semenov R.N. Present Status and Main Directions of the JINR Cloud Development. *CEUR Workshop Proceedings*. 2019;2507:185-189. Available at: <http://ceur-ws.org/Vol-2507/185-189-paper-32.pdf> (accessed 15.12.2023).
- [12] Baranov A.V., et al. JINR cloud infrastructure evolution. *Physics of Particles and Nuclei Letters*. 2016;13:672-675. <https://doi.org/10.1134/S1547477116050071>
- [13] Korenkov V.V., et al. JINR cloud infrastructure. *Procedia Computer Science*. 2015;66:574-583. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.11.065>
- [14] Alexandrov E.I., et al. Research of acceleration calculations in solving scientific problems on the heterogeneous cluster HybriLIT. *Discrete and Continuous Models and Applied Computational Science*. 2015;(4):30-37. Available at: <https://journals.rudn.ru/miph/article/view/8218> (accessed 15.12.2023).
- [15] Trubnikov G., et al. NICA heavy-ion collider at JINR (Dubna). Status of accelerator complex and first physics at NICA. *Journal of Physics: Conference Series*. 2023;2586(1):012013. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2586/1/012013>
- [16] Heron M., Hanson V.L., Ricketts I. Open source and accessibility: advantages and limitations. *Journal of Interaction Science*. 2013;1(1):1-10. <https://doi.org/10.1186/2194-0827-1-2>
- [17] Prokakis E. Free and Open-Source Software: Freedom, Transparency and Efficiency in the Digitalization Era. *Journal of Politics and Ethics in New Technologies and AI*. 2022;1(1):e31230-e31230. <https://doi.org/10.12681/jpentai.31230>
- [18] Wang L., et al. Compact electronic logbook system. In: 17th International Conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems (ICALPEPCS2019). JACoW Publishing, Geneva, Switzerland; 2019. p. 611-613. <https://doi.org/10.18429/JACoW-ICALPEPCS2019-MOPHA158>
- [19] Chebotov A.I., et al. Electronic Logbook platform for NICA experiment. *AIP Conference Proceedings*. 2021;2377(1):040003. <https://doi.org/10.1063/5.0063399>
- [20] Xiaohai W., Yang Z., Chao J. Design of Electronic Logbook Based on Finite State Machine. In: 2023 IEEE 3rd International Conference on Electronic Technology, Communication and Information (ICETCI). IEEE Press; 2023. p. 1794-1797. <https://doi.org/10.1109/ICETCI57876.2023.10176477>
- [21] Altini V., et al. The ALICE electronic logbook. *Journal of Physics: Conference Series*. 2010;219(2):022027. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/219/2/022027>
- [22] Gysin S., et al. Electronic collaboration logbook. *Journal of Physics: Conference Series*. 2012;396(6):062014. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/396/6/062014>
- [23] Roderick C., et al. Accelerator fault tracking at CERN. In: Proc. ICALPEPCS'17. JACoW, Geneva, Switzerland; 2017. p. 397-400. <https://doi.org/10.18429/JACoW-ICALPEPCS2017-TUPHA013>
- [24] Corso-Radu A., Avolio G. ELISA: the ATLAS logbook facility extensions. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020;1525(1):012029. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1525/1/012029>
- [25] Roderick C., Burdzanowski L., Kruk G. The CERN Accelerator Logging Service- 10 Years in Operation: A Look at the Past, Present and Future. In: Proceedings of ICALPEPCS2013 (TUPPC028). San Francisco, CA, USA; 2013. p. 612-614. Available at: <https://accelconf.web.cern.ch/ICALPEPCS2013/papers/tuppc028.pdf> (accessed 15.12.2023).
- [26] Mosthaf J., et al. Using Wordpress as a Simple and Reliable Electronic logbook for the Heidelberg Ion Therapy Center (HIT). In: Proceedings of ICALPEPCS2009. Kobe, Japan; 2009. p. 892-894. Available at: <https://accelconf.web.cern.ch/icalpecs2009/papers/thp111.pdf> (accessed 15.12.2023).

Поступила 15.12.2023; одобрена после рецензирования 11.02.2024; принята к публикации 17.03.2024.

Submitted 15.12.2023; approved after reviewing 11.02.2024; accepted for publication 17.03.2024.



Об авторах:

Шпотя Дмитрий Александрович, лаборант, Международная межправительственная организация Объединенный институт ядерных исследований (141980, Российская Федерация, Московская область, г. Дубна, ул. Жолио-Кюри, д. 6); студент Института системного анализа и управления, ГБОУ ВО Московской области «Университет «Дубна» (141982, Российская Федерация, Московская область, г. Дубна, ул. Университетская, д. 19), **ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6570-3051>**, shpotya@jinr.ru

Балашов Никита Александрович, инженер-программист Лаборатории информационных технологий имени М.Г. Мещерякова, Международная межправительственная организация Объединенный институт ядерных исследований (141980, Российская Федерация, Московская область, г. Дубна, ул. Жолио-Кюри, д. 6), **ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3646-0522>**, balashov@jinr.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the authors:

Dmitrii A. Shpotya, Laboratory assistant, Joint Institute for Nuclear Research (6 Joliot-Curie St., Dubna 141980, Moscow region, Russian Federation); Student of the System Analysis and Management Institute, Dubna State University (19 Universitetskaya St., Dubna 141980, Moscow Region, Russian Federation), **ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6570-3051>**, shpotya@jinr.ru

Nikita A. Balashov, Software engineer of the Mescheryakov Laboratory of Information Technologies, Joint Institute for Nuclear Research (6 Joliot-Curie St., Dubna 141980, Moscow region, Russian Federation), **ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3646-0522>**, balashov@jinr.ru

All authors have read and approved the final manuscript.

