

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФРАГМЕНТОВ КОНТЕНТА ЕДИНОГО ЦИФРОВОГО ПРОСТРАНСТВА НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ

С. А. Власова¹ [0000-0003-1533-5850], Н. Е. Каленов² [0000-0001-5269-0988],

А. Н. Сотников³ [0000-0002-0137-1255]

¹⁻³Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»,
г. Москва, Россия

¹vlas.svetlana2013@yandex.ru, ²nekalenov@mail.ru, ³asotnikov@jscs.ru

Аннотация

Представлены новые результаты исследований, связанных с формированием Единого цифрового пространства научных знаний (ЕЦПНЗ). Работы в этом направлении ведутся с 2019 г. в ряде академических организаций, в том числе в Межведомственном суперкомпьютерном центре Российской академии наук (ныне Отделение суперкомпьютерных систем и параллельных вычислений Научно-исследовательского центра «Курчатовский институт»). В рамках этих исследований предложены структура онтологии ЕЦПНЗ и язык для ее описания, а также разработан ряд унифицированных программных средств, обеспечивающих формирование онтологии отдельных подпространств и ввод в ЕЦПНЗ различных типов и видов атрибутов объектов и именованных связей. В настоящее время проводится моделирование формирования контента ЕЦПНЗ на примере универсального и ряда тематических подпространств. В работе представлены результаты этого моделирования. Приведены атрибуты и связи объектов класса «Административные единицы», относящихся к подпространству «География», классов «Организации и их подразделения» и «Классификационные системы» универсального подпространства. Продемонстрирована возможность навигации по загруженным реальным ресурсам.

Ключевые слова: пространство научных знаний, онтология, именованные связи, загрузка данных, российские административные единицы, гербы городов.

ВВЕДЕНИЕ

Исследования в области формирования Единого цифрового пространства научных знаний (ЕЦПНЗ) проводятся начиная с 2019 г. [1–3]. При этом значительная часть работ, в которых используется термин «пространство знаний», относится к отдельным тематическим направлениям, в частности к геологии [4, 5] и математике [6–9]. Исследования в области развития ЕЦПНЗ как основы информационных сервисов в последние годы активно ведутся в центральных библиотеках Уральского отделения РАН [10, 11] и Сибирского отделения РАН [12].

Общесистемные работы, связанные с проектированием ЕЦПНЗ, активно выполняются в Межведомственном суперкомпьютерном центре Российской академии наук (ныне Отделение суперкомпьютерных систем и параллельных вычислений Научно-исследовательского центра «Курчатовский институт») [13, 14]. Одним из основных направлений этих работ в последние годы является разработка унифицированных программных средств, обеспечивающих наполнение ЕЦПНЗ, поиск и навигацию по его ресурсам. В 2024 г. был разработан диалоговый программный комплекс для формирования онтологии ЕЦПНЗ [15], а в 2025 г. – программный комплекс, обеспечивающий формирование контента пространства [16], базирующийся на сформированной онтологии.

ВЫБОР ПОДПРОСТРАНСТВ И КЛАССОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Для практической оценки работоспособности обоих комплексов, отмеченных выше, было проведено моделирование формирования ряда реальных классов объектов и разнородных связей между ними. Для моделирования был выбран класс «Административные единицы» подпространства «География» и связанные с ним классы универсального подпространства. В подпространство «География» была загружена информация о странах Европы и административных единицах (до городов включительно), в универсальное подпространство – Государственный рубрикатор научно-технической информации (ГРНТИ).

Информация о странах Европы была взята с ряда соответствующих страниц сайта <https://ru.wikipedia.org/> и объединена в единую таблицу *.csv. В эту же таблицу были включены ссылки на изображения флагов стран. Аналогично

были сформированы файлы, содержащие информацию об административных единицах Российской Федерации (РФ) и гербах городов. Рубрикатор ГРНТИ был экспортирован из электронной библиотеки «Научное наследие России» также в формате *.csv. С помощью программного комплекса [15] были составлены справочники атрибутов объектов и связей между ними. Словари, составляющие контент формируемых элементов ЕЦПНЗ, частично были сформированы специальной программой пакетной загрузки, частично – в диалоговом режиме с применением унифицированной программы [16].

Далее дано подробное описание сформированных элементов ЕЦПНЗ и показана возможность просмотра атрибутов объектов и разнородных именованных связей между ними.

ПОДПРОСТРАНСТВО «ГЕОГРАФИЯ»

В созданном подпространстве «География» были сформированы классы «Административные единицы» и «Мультимедиа».

Класс «Административные единицы» имеет следующие атрибуты:

- ✓ наименование объекта;
- ✓ вид объекта;
- ✓ конкретная дата основания;
- ✓ примерная дата основания;
- ✓ дата присвоения статуса;
- ✓ количество населения; дата (атрибут второго уровня);
- ✓ площадь; дата (атрибут второго уровня);
- ✓ географические координаты (северная точка);
- ✓ географические координаты (южная точка);
- ✓ географические координаты (восточная точка);
- ✓ географические координаты (западная точка);
- ✓ географические координаты центра.

Словарь атрибута «вид объекта» содержит следующие параметры: город, область, округ, район, страна, часть света.

Для объектов класса «Административные единицы» использованы следующие связи.

«Является частью» – универсальная простая связь. Используется для указания на связь вхождения одного объекта в другой без указания конкретной роли (город по отношению к стране).

«Входит в состав (именная связь)» – универсальная составная связь первого рода. Эта связь используется при описании административных единиц для указания столиц стран, областей, штатов и т. п. Атрибут данной связи – «статус вхождения в состав».

«Эквивалентность (другой язык)» – универсальная составная связь первого рода между значениями атрибутов. Связываются значения атрибутов одного словаря, представленные на различных языках. Атрибут связи – «наименование языка».

«Переименование объектов» – универсальная составная связь второго рода между значениями атрибутов конкретного объекта. Связь используется в случаях изменения названий административных единиц. Атрибут связи верхнего уровня – «другое название». Атрибуты второго уровня – «с» (дата начала действия данного названия), «до» (дата окончания действия данного названия).

Загрузка названий городов была осуществлена в пакетном режиме из файла формата *.csv, содержащего следующие поля:

- ✓ наименование;
- ✓ область;
- ✓ округ;
- ✓ количество населения;
- ✓ дата основания;
- ✓ дата присвоения статуса «город»;
- ✓ предыдущие названия с указанием дат.

В подпространство «География» в класс «Административные единицы» были загружены следующие объекты.

Части света – 7 объектов. Использована связь «эквивалентность (другой язык)».

Страны – 44 страны Европы. Используются связи «эквивалентность (другой язык)» и «является частью» (части света).

Округа – 8 округов РФ с использованием связи «является частью» (страны).

Области – 83 области РФ с использованием связи «является частью» (округа).

Города – 1160 городов РФ и столицы стран Европы. Используются связи «является частью» (области), «входит в состав (именная связь)» (страны, статус – «столица»), «переименование объектов» с указанием дат.

На рис. 1 представлен пример просмотра объекта класса «Административные единицы» – город Армавир. Связь в этом объекте показывает, что Армавир «является частью» Краснодарского края.

Просмотр объекта

Подпространство: **География** Класс: **Административные единицы**

наименование объекта: **Армавир**

вид объекта: **город**

конкретная дата основания: **1839**

дата присвоения статуса : **1914**

количество населения: **чел., 187177**

дата: **2023**

Связи:

является частью: **[Краснодарский край](#)**

переименование объектов: **Армянский аул** другое название до: 1848

переименование объектов: **Армавирский аул** другое название с: 1876 до: 1876

Рис. 1. Пример объекта класса «Административные единицы» – город Армавир.

Перейдя по ссылке «Краснодарский край», получим информацию о данной области со списком городов, которые в нее входят, а также связь «является частью» Южного округа (см. рис. 2).

наименование объекта: **Краснодарский край**
вид объекта: **область**

Связи:

является частью: **Южный округ**

Абинск является частью: **Краснодарский край**

Анапа является частью: **Краснодарский край**

Апшеронск является частью: **Краснодарский край**

Армавир является частью: **Краснодарский край**

Белореченск является частью: **Краснодарский край**

Геленджик является частью: **Краснодарский край**

Горячий Ключ является частью: **Краснодарский край**

Гулькевичи является частью: **Краснодарский край**

Ейск является частью: **Краснодарский край**

Кореновск является частью: **Краснодарский край**

Краснодар является частью: **Краснодарский край**

Кропоткин является частью: **Краснодарский край**

Крымск является частью: **Краснодарский край**

Курганинск является частью: **Краснодарский край**

Лабинск является частью: **Краснодарский край**

Новокубанск является частью: **Краснодарский край**

Новороссийск является частью: **Краснодарский край**

Приморско-Ахтарск является частью: **Краснодарский край**

Славянск-на-Кубани является частью: **Краснодарский край**

Сочи является частью: **Краснодарский край**

Темрюк является частью: **Краснодарский край**

Тимашёвск является частью: **Краснодарский край**

Тихорецк является частью: **Краснодарский край**

Туапсе является частью: **Краснодарский край**

Усть-Лабинск является частью: **Краснодарский край**

Хадыженск является частью: **Краснодарский край**

Рис. 2. Просмотр объекта «Краснодарский край»

Перейдя по ссылке «Южный округ», получим перечень входящих в него областей, а также связь «является частью» России (см. рис. 3).

Подпространство: **География** Класс: **Административные единицы**

наименование объекта: **Южный округ**

вид объекта: **округ**

Связи:

является частью: **Россия**

Краснодарский край является частью: **Южный округ**

Адыгея является частью: **Южный округ**

Ростовская область является частью: **Южный округ**

Крым является частью: **Южный округ**

Астраханская область является частью: **Южный округ**

Волгоградская область является частью: **Южный округ**

Калмыкия является частью: **Южный округ**

Рис. 3. Просмотр объекта «Южный округ»

Перейдя по ссылке «Россия», получим данные о РФ, список округов, которые в нее входят, а также связи «является частью» с объектами «Европа» и «Азия», в том числе связь со столицей «Москва» (см. рис. 4).

Подпространство: **География** Класс: **Административные единицы**

наименование объекта: **Россия; РФ; Российская федерация**

вид объекта: **страна**

количество населения: **чел., 146150789**

дата: **2024**

географические координаты центра: **66.25 с.ш., 94.15 в.д.**

площадь: **кв. км., 17125191**

Связи:

является частью: **Европа**

является частью: **Азия**

Сибирский округ является частью: **Россия**

Приволжский округ является частью: **Россия**

Южный округ является частью: **Россия**

Северо-Кавказский округ является частью: **Россия**

Уральский округ является частью: **Россия**

Дальневосточный округ является частью: **Россия**

Центральный округ является частью: **Россия**

Северо-Западный округ является частью: **Россия**

Москва входит в состав (именная связь): **Россия** статус вхождения в состав: **столица**

изображение флага: **Флаг России**

эквивалентность (другой язык): **Россия - Russia** английский

Рис. 4. Просмотр объекта «Россия»

Класс «Мультимедиа» содержит следующие атрибуты:

- ✓ название;
- ✓ тип данных;
- ✓ содержимое файла.

Словарь атрибута «тип данных» содержит следующие значения: 3D-модель, аудиозапись, видеозапись, изображение. Значениями атрибута «содержимое файла» являются адреса расположенных на сервере файлов мультимедиа.

На сервер были загружены файлы *.png – изображения 39 флагов стран Европы и 193 гербов городов России, с которыми были созданы соответствующие объекты класса «Мультимедиа». Названия флагов и гербов были загружены в пакетном режиме из файла формата *.csv. На рис. 5 и 6 показаны объекты класса «Мультимедиа» – герб Армавира и флаг Сербии.

Подпространство: **География** Класс: **Мультимедиа**

название: **Герб Армавира**

тип данных: **изображение**



Рис. 5. Пример объекта класса «Мультимедиа» – герб города Армавир

Подпространство: **География** Класс: **Мультимедиа**

название: **Флаг России**

тип данных: **изображение**

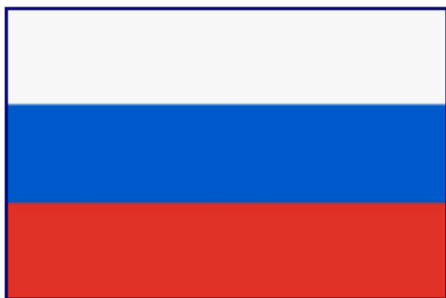


Рис. 6. Пример объекта класса «Мультимедиа» – флаг России

Для связи объектов класса «Административные единицы» с объектами класса «Мультимедиа» использованы специфические простые связи «изображение флага» и «изображение герба». На рис. 4 показано, что объект класса «Административные единицы» «Россия» связан с объектом класса «Мультимедиа» «Флаг России». Переход по ссылке «Флаг России» обеспечит просмотр изображения флага (рис. 6).

КЛАССИФИКАТОРЫ ГРНТИ И УДК

Загружены классификаторы ГРНТИ и УДК в подпространство «Универсальное», класс «Тезаурусы».

Атрибуты класса «Тезаурусы»:

- ✓ индекс;
- ✓ наименование раздела;
- ✓ наименование классификатора.

На рис. 7 представлен фрагмент загруженного тезауруса ГРНТИ.

Просмотр объектов

Подпространство: Универсальное Класс: Тезаурусы ГРНТИ

Введите начальный фрагмент индекса

00 ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ В ЦЕЛОМ

00.08 Общественные науки и идеология

00.09 История общественных наук

00.11 Современное состояние общественных наук

00.13 Научные общества, съезды, конгрессы, конференции, симпозиумы по общественным наукам

00.17 Международное сотрудничество в области общественных наук

00.21 Организация научно-исследовательской работы в области общественных наук

00.29 Информационная деятельность в общественных науках

00.33 Терминология общественных наук

00.39 Пропаганда и популяризация общественных наук

00.45 Преподавание общественных наук

00.77 Математическое моделирование в общественных и гуманитарных науках

00.79 Кадры обществоведов

Рис. 7. Фрагмент тезауруса ГРНТИ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное моделирование подтвердило работоспособность созданных программных средств и позволило оценить трудозатраты при формировании отдельных составляющих ЕЦПНЗ. Созданные в рамках моделирования информационные ресурсы являются основой для следующих этапов исследований, связанных с разработкой интерфейсов, обеспечивающих формирование запросов, поиск и навигацию по связанным ресурсам ЕЦПНЗ.

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания НИЦ «Курчатовский институт».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антопольский А.Б., Каленов Н.Е., Серебряков В.А., Сотников А.Н. О едином цифровом пространстве научных знаний // Вестник Российской академии наук. 2019. Т. 89. № 7. С. 728–735.

<https://doi.org/10.31857/S0869-5873897728-735>

2. Антопольский А.Б. Научная информация и цифровое пространство знаний: постановка задачи для России // Наука и научная информация. 2020. Т. 3. № 1. С. 8–17.

3. *Атаева О.М., Каленов Н.Е., Серебряков В.А., Сотников А.Н.* О функциональности единого цифрового пространства научных знаний // Единое цифровое пространство научных знаний: проблемы и решения : сборник научных трудов. Москва; Берлин: Директмедиа Паблишинг. 2021. С. 88–107.

4. *Наумова В.В., Еременко В.С., Еременко А.С., Загуменнов А.А., Патук М.И.* От информационно-аналитической среды для поддержки научных исследований в геологии к единому цифровому пространству геологических научных знаний // Электронные библиотеки. 2022. Т. 25. № 1. С. 15–41.

5. *Наумова В.В., Еременко В.С., Патук М.И.* Разработка единого цифрового пространства геологических научных знаний // Геоинформатика. 2022. № 4. С. 8–13.

6. *Елизаров А.М., Липачев Е.К.* Цифровая библиотека Lobachevskii-dml в научном пространстве математических знаний // Научно-техническая информация. Серия 1. 2023. № 1. С. 32–37.

7. *Гурьянов В.И., Елизаров А.М.* Программный модуль формирования цифрового математического пространства на основе графов знаний // Электронные библиотеки. 2025. Т. 28. № 3. С. 622–639.

8. *Серебряков В.А., Атаева О.М., Тучкова Н.П.* Интеграция подпространства предметной области в семантическое пространство «Математика» // Программные продукты и системы. 2023. № 1. С. 83–96.

9. *Ataeva O.M., Tuchkova N.P.* Adaptation of the language model for mathematical texts in the semantic library // System Informatics. 2025. No. 27. P. 59–76.

10. *Герасименко А.Ю.* Научно-образовательная инфосфера Уральского региона в едином цифровом пространстве научных знаний // Труды ГПНТБ СО РАН. 2023. № 3. С. 58–66.

11. *Герасименко А.Ю.* Навигатор по цифровому пространству научных знаний Уральского региона: концепция и структура // Библиосфера. 2024. № 4. С. 32–42.

12. *Куулар М.Ч., Подкорытова Н.И.* Научная библиотека в едином пространстве научных знаний // Труды ГПНТБ СО РАН. 2024. № 3 (23). С. 20–28.

13. *Каленов Н.Е., Сотников А.Н.* Структура онтологии единого цифрового пространства научных знаний // Научно-техническая информация. Серия 2. 2023. № 7. С. 20–26. <https://doi.org/10.36535/0548-0027-2023-07-3>

14. *Каленов Н.Е., Сотников А.Н.* Единое цифровое пространство научных знаний как интегратор политематических информационных ресурсов // Доклады Российской академии наук. Математика, информатика, процессы управления. 2024. Т. 515. С. 114–123.
<https://doi.org/10.31857/S2686954324010177>

15. *Власова С.А., Каленов Н.Е.* Диалоговый программный комплекс формирования онтологии Единого цифрового пространства научных знаний // Программные продукты и системы, 2024. Т. 37. № 4. С. 514–523.
<https://doi.org/10.15827/0236-235X.148.514-523>

16. *Власова С.А., Каленов Н.Е., Сотников А.Н.* Формирование контента единого цифрового пространства научных знаний на базе web-ориентированного программного комплекса // Программные продукты и системы. 2025. Т. 38. № 4. С. 197–206.
<https://doi.org/10.15827/0236-235X.152.197-206>

COMMON DIGITAL SPACE OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE CONTENT FRAGMENTS MODELING

S. A. Vlasova¹ [0000-0003-1533-5850], N. E. Kalenov² [0000-0001-5269-0988],

A. N. Sotnikov³ [0000-0002-0137-1255]

¹⁻³National Research Center "Kurchatov Institute", Moscow, Russia

¹vlas.svetlana2013@yandex.ru, ²nekalenov@mail.ru, ³asotnikov@jscs.ru

Abstract

The article reflects the new results of research related to the formation of the Common Digital Space of Scientific Knowledge (CDSSK). This work has been carried out since 2019 in a number of academic organizations, including the Interdepartmental Supercomputer Center of the Russian Academy of Sciences (now the Department of Supercomputer Systems and Parallel Computing at the National Research Center "Kurchatov Institute"). As part of these studies, the structure of the CDSSK ontology, a language for its description, and a number of unified software tools have been developed to ensure the formation of the ontology of individual subspaces and the input of various types and kinds of object attributes and named relationships into the CDSSK. Currently, the formation of the CDSSK content is being modeled using the example of a universal and a number of thematic subspaces. The results of this modeling are presented below. The attributes and relationships of the "Administrative Units" class objects belonging to the "Geography" subspace, the "Organizations and Their Subdivisions" class, and the "Classification Systems" class belonging to the universal subspace are presented. The ability to navigate through the loaded real resources is demonstrated.

Keywords: *scientific knowledge space, ontology, named relationships, data loading, Russian administrative units, city coats of arms.*

REFERENCES

1. Antopol'skij A.B., Kalenov N.E., Serebryakov V.A., Sotnikov A.N. O edinom cifrovom prostranstve nauchnyh znaniy // Vestnik Rossijskoj akademii nauk. 2019. V. 89. № 7. P. 728–735. <https://doi.org/10.31857/S0869-5873897728-735>.

2. *Antopol'skij A.B.* Nauchnaya informaciya i cifrovoe prostranstvo znanij: postanovka zadachi dlya Rossii // *Nauka i nauchnaya informaciya*. 2020. V. 3. № 1. P. 8–17.
3. *Ataeva O.M., Kalenov N.E., Serebryakov V.A., Sotnikov A.N.* O funkcion- al'nosti edinogo cifrovogo prostranstva nauchnyh znanij // *Edinoe cifrovoe pros- transtvo nauchnyh znanij: problemy i resheniya: sbornik nauchnyh trudov*. Moskva; Berlin: Direktmedia Publishing. 2021. P. 88–107.
4. *Naumova V.V., Eryomenko V.S., Eremenko A.S., Zagumyonnov A.A., Patuk M.I.* Ot informacionno-analiticheskoy sredy dlya podderzhki nauchnyh issledovanij v geologii k edinomu cifrovomu prostranstvu geologicheskikh nauchnyh znanij // *Elektronnye biblioteki*. 2022. V. 25. № 1. S. 15–41.
5. *Naumova V.V., Eryomenko V.S., Patuk M.I.* Razrabotka edinogo cifrovogo prostranstva geologicheskikh nauchnyh znanij // *Geoinformatika*. 2022. № 4. S. 8–13.
6. *Elizarov A.M., Lipachev E.K.* Cifrovaya biblioteka Lobachevskii-dml v nauchnom prostranstve matematicheskikh znanij // *Nauchno-tehnicheskaya infor- maciya. Seriya 1*. 2023. № 1. S. 32–37.
7. *Gur'yanov V.I., Elizarov A.M.* Programmnyj modul' formirovaniya cifrovogo matematicheskogo prostranstva na osnove grafov znanij // *Elektronnye biblioteki*. 2025. V. 28. № 3. S. 622–639.
8. *Serebryakov V.A., Ataeva O.M., Tuchkova N.P.* Integraciya podpros- transtva predmetnoj oblasti v semanticheskoe prostranstvo "Matematika" // *Pro- grammnye produkty i sistemy*. 2023. № 1. P. 83–96.
9. *Ataeva O.M., Tuchkova N.P.* Adaptation of the language model for mathematical texts in the semantic library // *System Informatics*. 2025. No. 27. P. 59–76.
10. *Gerasimenko A.Yu.* Nauchno-obrazovatel'naya infosfera Ural'skogo re- giona v edinom cifrovom prostranstve nauchnyh znanij // *Trudy GPNTB SO RAN*. 2023. № 3. S. 58–66.
11. *Gerasimenko A.Yu.* Navigator po cifrovomu prostranstvu nauchnyh znanij Ural'skogo regiona: koncepciya i struktura // *Bibliosfera*. 2024. № 4. S. 32–42.

12. *Kuular M.Ch., Podkorytova N.I.* Nauchnaya biblioteka v edinom prostranstve nauchnyh znaniy // Trudy GPNTB SO RAN. 2024. № 3 (23). P. 20–28.

13. *Kalenov N.E., Sotnikov A.N.* Struktura ontologii edinogo cifrovogo prostranstva nauchnyh znaniy // Nauchno-tehnicheskaya informaciya. Seriya 2. 2023. № 7. S. 20–26. <https://doi.org/10.36535/0548-0027-2023-07-3>

14. *Kalenov N.E., Sotnikov A.N.* Edinoe cifrovoe prostranstvo nauchnyh znaniy kak integrator politematicheskikh informacionnyh resursov // Doklady Rossijskoj akademii nauk. Matematika, informatika, processy upravleniya. 2024. V. 515. S. 114–123. <https://doi.org/10.31857/S2686954324010177>

15. *Vlasova S.A., Kalenov N.E.* Dialogovyj programmnyj kompleks formirovaniya ontologii Edinogo cifrovogo prostranstva nauchnyh znaniy // Programmnye produkty i sistemy, 2024. V. 37. № 4. S. 514–523. <https://doi.org/10.15827/0236-235X.148.514-523>.

16. *Vlasova S.A., Kalenov N.E., Sotnikov A.N.* Formirovanie kontenta edinogo cifrovogo prostranstva nauchnyh znaniy na baze web-orientirovannogo programmno kompleksa // Programmnye produkty i sistemy. 2025. V. 38. № 4. S. 197–206. <https://doi.org/10.15827/0236-235X.152.197-206>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ



ВЛАСОВА Светлана Александровна – ведущий научный сотрудник отделения суперкомпьютерных систем и параллельных вычислений Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», кандидат технических наук.

Svetlana Aleksandrovna VLASOVA – leading researcher at the Department of Supercomputer Systems and Parallel Computing at the National Research Center "Kurchatov Institute", Candidate of Technical Sciences.

email: vlas.svetlana2013@yandex.ru

ORCID: 0000-0003-1533-5850



КАЛЕНОВ Николай Евгеньевич – главный научный сотрудник отделения суперкомпьютерных систем и параллельных вычислений Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», доктор технических наук, профессор.

Nikolay Evgenievich KALENOV – chief researcher at the Department of Supercomputer Systems and Parallel Computing at the National Research Center "Kurchatov Institute", Doctor of Technical Sciences, Professor.

email: nekalenov@mail.ru

ORCID: 0000-0001-5269-0988



СОТНИКОВ Александр Николаевич – главный научный сотрудник отделения суперкомпьютерных систем и параллельных вычислений Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», доктор физико-математических наук, профессор.

Alexander Nikolaevich SOTNIKOV – chief researcher at the Department of Supercomputer Systems and Parallel Computing at the National Research Center "Kurchatov Institute", Doctor of Physico-Mathematical Sciences, Professor.

email: asotnikov@jssc.ru

ORCID: 0000-0002-0137-1255

Материал поступил в редакцию 31 января 2026 г.
