

ПОЛОЖЕННЯ
про Центр колективного користування
«Спеціалізований інформаційно-обчислювальний комплекс
всесвітньої грид-мережі обробки даних»
Національного наукового центру
«Харківський фізико-технічний інститут»

1. Загальні положення

1.1. Центр колективного користування «Спеціалізований інформаційно-обчислювальний комплекс всесвітньої грид-мережі обробки даних» Національного наукового центру «Харківський фізико-технічний інститут» (далі — ЦКК) створено з метою забезпечення широкого доступу наукових установ, закладів вищої освіти та інших організацій України та світу до високопродуктивних обчислювальних ресурсів для проведення фундаментальних наукових досліджень, пов'язаних, перш за все, з обробкою даних та комп'ютерним моделюванням експериментів у фізиці високих енергій та ядерній фізиці.

ЦКК створено на базі спеціалізованого обчислювального комплексу для участі в обробці даних з Великого адронного колайдера (LHC), що споруджено в Європейській організації ядерних досліджень (CERN). Цей комплекс став першим українським обчислювальним ресурсом, зареєстрованим (під назвою Kharkov-KIPT-LCG2) у Всесвітній грид-інфраструктурі обробки даних з колайдера LHC, WLCG, (2005 р.), та (з ім'ям T2_UA_KIPT) у грид-інфраструктурі CMS — одного з двох найбільших багатоцільових експериментів на LHC (2008 рік). У 2009 році комплекс T2_UA_KIPT пройшов комісію в CMS як саме центр 2-го (T2) ярусу грид-інфраструктури цього експерименту. З моменту запуску LHC наприкінці 2009 року T2-центр T2_UA_KIPT бере активну участь в обробці даних, накопичених в експерименті “Compact Muon Solenoid” (CMS). На цей час ЦКК функціонує як складова Української національної грид-мережі (УНГ) і є єдиним в Україні активним центром 2-го (T2) ярусу грид-інфраструктури WLCG/CMS, в якому в цілодобовому (24/7) режимі проводиться обробка експериментальної інформації з LHC. При цьому забезпечується стабільна експлуатація відповідної інфраструктури, загальна надійність функціонування комплексу та практично безперервне надання ресурсів для виконання обчислень вченим України та світу.

1.2. Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут» (далі — ННЦ ХФТІ) має необхідну інфраструктуру, кваліфікований персонал та технічні можливості для організації безперебійної роботи ЦКК і надання послуг науковцям у сфері високопродуктивних обчислень, аналізу великих даних та інших наукомістких задач.

1.3. ЦКК функціонує відповідно до чинного законодавства України, нормативних актів НАН України, а також внутрішніх положень і регламентів ННЦ ХФТІ.

2. Головні завдання, структура і організація роботи ЦКК

2.1. ЦКК створено з метою забезпечення відкритого доступу наукових установ, закладів вищої освіти та інших організацій до високопродуктивних обчислювальних ресурсів для проведення фундаментальних та прикладних досліджень, зокрема для обробки експериментальних даних, отриманих в експерименті CMS на колайдері LHC.

Спеціалізований інформаційно-обчислювальний комплекс всесвітньої грид-мережі обробки даних» Національного наукового центру «Харківський фізико-технічний інститут» (далі — СІОК ННЦ ХФТІ) є одним з найбільш

активних та стабільних центрів Української грид-інфраструктури (УНГ), створеної в рамках виконання Державної цільової науково-технічної програми впровадження і застосування грид-технологій на 2009-2013 роки, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 23.09.2009 № 1020. УНГ є єдиною електронною інфраструктурою національного рівня, що об'єднує ресурси 12 центрів наукових установ України. Одночасно, УНГ (під назвою NGI-UA) є складовою частиною загальноєвропейської грид-інфраструктури EGI.

СІОК ННЦ ХФТІ зареєстрований в інфраструктурах WLCG та EGI під іменами T2-UA-KIPT та Kharkov-KIPT-LCG2 відповідно, є єдиним в Україні активним центром грид-інфраструктур CMS та WLCG, що бере безпосередню участь у обміні, зберіганні та обробці експериментальних даних, отриманих в експерименті CMS на LHC.

Грид-середовище WLCG/CMS історично слідує ієрархічній схемі створення мережі регіональних інформаційно-обчислювальних центрів. Зокрема, CMS має 7 центрів 1-го ярусу (T1-центрів), які приймають від центру «нульового» (T0) ярусу, що знаходиться в CERN, дані цього експерименту. T1-центри забезпечують відтворення подій і зберігання всіх типів вибірок – «сирих» (RAW) даних, відтворених подій (RECO), а також підготовлених для аналізу об'єктів (AOD). Другий (T2) ярус грид-інфраструктури WLCG/CMS одержує ці дані, забезпечує їх зберігання і несе головне обчислювальне навантаження з обробки та аналізу цих даних, а також з комп'ютерного моделювання експерименту (генерації подій). Обчислювальна інфраструктура CMS містить ~40 повністю сертифікованих та стабільно працюючих T2-сайтів, серед яких СІОК ННЦ ХФТІ. Грид-інфраструктура CMS налічує також ~40 сертифікованих центрів 3-го (T3) ярусу, які не беруть участь у розміщенні даних CMS і практично не виконують серверних функцій.

Інтеграція СІОК ННЦ ХФТІ до WLCG була здійснена у 2005 році, а у 2009 році, напередодні запуску LHC, він був офіційно сертифікований як саме повноцінний T2-центр CMS. З моменту запуску LHC, СІОК (центр T2-UA-KIPT) активно приймає експериментальну інформацію з колайдера і проводить її інтенсивну обробку. Станом на літо 2025 р. на комплекс передано для обробки понад 22 Петабайт експериментальної інформації, що здобуто в CMS, (це більш аніж в 20 разів перевищує місткість масової дискової пам'яті комплексу). При цьому підтримується високий якісний рівень роботи комплексу, що визначається долею часу, протягом якого T2-центр вважається готовим до участі в розподіленій обробці даних, згідно з прийнятою в грид-інфраструктурах CMS та WLCG метрикою. Типова інтенсивність використання обчислювальних ресурсів СІОК ННЦ ХФТІ завданнями, що надходять від користувачів світу і пов'язані з обробкою даних з колайдера LHC, складає 250 000 CPU-годин щомісячно. Таким чином, СІОК ННЦ ХФТІ впродовж багатьох років успішно виконує свої функції як саме ЦКК, а, завдяки своїй надійності та технічним можливостям, він є одним із провідних ресурсних центрів УНГ, що активно підтримує наукові дослідження як в межах України, так і на міжнародному рівні.

Поточний стан комплексу та інформацію про використання його ресурсів наведено на моніторингових сайтах інфраструктур EGI/WLCG та CMS, зокрема:

- <https://accounting.egi.eu>
- <https://cmsst.web.cern.ch/sitereadiness/report.html>

- <https://cmsst.web.cern.ch/ranking/>

Підтримка функціонування ЦКК СІОК ННЦ ХФТІ має критичне значення для участі українських вчених в обробці експериментальної інформації, що здобуто на колайдері LHC, та для збереження статусу України як активного партнера CERN.

2.2 Комплекс налічує близько 45 2-х процесорних обчислювальних серверів на базі наступних конфігурацій:

- 2 x Intel Xeon E5-2620 0 @ 2.00GHz, 6-cores, 32GB RAM, 400GB HDD;
- 2 x Intel Xeon E5-2620 v2 @ 2.10GHz, 6-cores, 32GB RAM, 400GB HDD;
- 2 x Intel Xeon E5-2630 v4 @ 2.20GHz, 10-cores, 64GB RAM, 400GB HDD;
- 2 x Intel Xeon E5620 @ 2.40GHz, 8-cores, 24GB RAM, 400GB HDD.

Станом на 2025 рік, сумарна обчислювальна потужність процесорів робочих вузлів складає 8.1 kHEPscore23 (одиниці виміру, прийняті в CERN). Місткість масової дискової пам'яті (МДП) системи зберігання даних, що поєднує в собі 8 високопродуктивних дискових серверів Supermicro, дорівнює 1090 Терабайт. Надійність зберігання даних забезпечуються використанням спеціалізованих серверних жорстких дисків з підвищеним ресурсом під керуванням апаратного контролера стандарту RAID-6. Дискові сервери, як і обчислювальні, мають декілька апаратних конфігурацій:

- 2 x Intel Xeon E5-2620 0 @ 2.00GHz, 6-cores, 32GB RAM, 400GB HDD + RAID-6;
- 2 x Intel Xeon E5-2620 v2 @ 2.10GHz, 6-cores, 32GB RAM, 400GB HDD + RAID-6;
- 2 x Intel Xeon E5-2620 v4 @ 2.10GHz, 6-cores, 32GB RAM, 400GB HDD + RAID-6;
- 2 x Intel Xeon E5504 @ 2.00GHz, 4-cores, 16GB RAM, 400GB HDD + RAID-6
- 2 x Intel Xeon E5620 @ 2.40GHz, 8-cores, 24GB RAM, 400GB HDD + RAID-6.

На СІОК ННЦ ХФТІ розгорнуто (і постійно оновлюється, дотримуючись вимог відповідних структур) проміжне грид-програмне забезпечення (ГПЗ) 'Unified Middleware Distribution' (UMD), оскільки воно активно використовується в інфраструктурі WLCG/EGI – зокрема, для обробки даних експерименту CMS. З офіціальних джерел ГПЗ UMD на комплексі інстальовані усі необхідні для роботи грид-сервіси – такі як збір інформації про ресурси 'Berkley Database Information Index' (BDII), система зберігання даних 'Storage Element' (SE) під управлінням системи dCache, що забезпечує роботу МДП, а також службу 'Computing Element' (CE), яка відповідає за прийом завдань із грид-середовища та їх виконання на базі системи обробки пакетних задач HTCondor. На робочих вузлах комплексу інстальований інструментарій Apptainer (у минулому – Singularity) який дозволяє запускати задачі у завчасно підготовленому, ізольованому програмному середовищі. На всіх серверах комплексу встановлена операційна система (ОС) AlmaLinux, що орієнтована на довгострокову експлуатацію та підтримку. СІОК ННЦ ХФТІ надає доступ до ресурсів обчислення та зберігання даних користувачам структур УНГ, EGI та WLCG згідно до умов віртуальних організацій, в яких вони зареєстровані.

2.3. ЦКК здійснює свою діяльність у складі Відділу експериментальних досліджень з фізики елементарних частинок і ядерної фізики високих енергій на прискорювачах ЛПЕ-2000 та 300 MeV (відділ 33-00) Інституту фізики високих

енергій та ядерної фізики (ІФВЕЯФ) ННЦ ХФТІ, без статусу юридичної особи. ЦКК має назву «Спеціалізований інформаційно-обчислювальний комплекс всесвітньої грид-мережі обробки даних» Національного наукового центру «Харківський фізико-технічний інститут». Всі дискові та обчислювальні сервери, внутрішня мережева інфраструктура та інше устаткування комплексу перебуває на балансі ННЦ ХФТІ.

2.4. Головним завданням ЦКК є надання науковцям НАН України можливості проводити наукові обчислення в ресурсному грид-центрі, який обслуговується кваліфікованим персоналом, здатним підтримувати його в режимі оптимального функціонування, та отримувати консультативні послуги.

2.5. ІФВЕЯФ не менше одного разу на рік звітує про роботу ЦКК перед ННЦ ХФТІ.

ННЦ ХФТІ не менше одного разу на рік звітує про роботу ЦКК перед Бюро Відділення ядерної фізики та енергетики НАН України, а також, у разі необхідності, перед Комісією. В загальному річному звіті дані про роботу ЦКК НАН України подаються ННЦ ХФТІ окремим розділом в паперовому та електронному вигляді до Президії НАН України, Бюро Відділення ядерної фізики та енергетики НАН України та до Комісії.

3. Умови роботи та відповідальні особи ЦКК

3.1. ЦКК розташований у приміщеннях №№ 328-328а будівлі № 5 промайданчику №2 ННЦ ХФТІ (м. Харків, вул. Академічна, буд. 1), яка обліковується на балансі ННЦ ХФТІ.

3.2. Приміщення обладнано:

- каналом зовнішнього зв'язку пропускнуою здатністю 10 Гбіт/с, який забезпечує стабільну високошвидкісну двосторонню передачу значних обсягів наукових даних між обчислювальним комплексом ННЦ ХФТІ та міжнародними центрами обробки інформації. Цей канал інтегровано до пан'європейської науково-освітньої мережевої інфраструктури GÉANT, а також до спеціалізованої мережі 'Large Hadron Collider Open Network Environment' (LHCONE). LHCONE охоплює мережеві ресурси на чотирьох континентах і призначена для ефективної, гарантованої та безпечної передачі великих масивів даних, що генеруються в рамках експериментів на LHC;
- системою електропостачання, що реалізована на основі двох незалежних введів живлення, кожен з яких підключений до окремої зовнішньої електромережі. Для забезпечення безперервної роботи критичних систем використовується автоматизована система керування джерелами живлення (автоматичне введення резерву, АВР), яка здійснює миттєве перемикання на резервну лінію у разі втрати основного живлення. Такий підхід відповідає сучасним вимогам до критичних ІТ-інфраструктур і сприяє досягненню високого рівня доступності сервісів протягом повного життєвого циклу експлуатації комплексу;
- системою безперебійного електроживлення, побудованою на базі кількох джерел безперебійного живлення моделей APC UPS RT5000 та RT8000, що працюють у паралельному режимі. Це гарантує стабільну подачу живлення та захист від короткочасних збоїв і відключень електроенергії;

- сучасною автоматизованою системою пожежної сигналізації, яка забезпечує своєчасне виявлення потенційних джерел загоряння та передає тривожні сигнали на пульт централізованого моніторингу. Усі зони комплексу оснащені двома типами пожежних датчиків — температурними та димовими, що забезпечують повний контроль за станом повітряного середовища у загальному просторі серверного залу та допоміжних приміщень. Така конфігурація системи дозволяє оперативно виявляти як повільне тління, так і різке підвищення температури, зводячи до мінімуму ризику пошкодження обладнання внаслідок пожежі;
- високопродуктивною системою кондиціонування повітря для підтримання стабільного температурного режиму, необхідного для безперебійної та ефективної роботи серверного обладнання. До складу системи входять два каналні кондиціонери промислового класу: Daikin FDQ200 з номінальною холодопродуктивністю 20 кВт та теплопродуктивністю 23 кВт, а також Mitsubishi Heavy FDU200, який забезпечує холодопродуктивність 22,4 кВт і теплопродуктивність 25 кВт. Кондиціонери працюють у автономному режимі, забезпечуючи як чергування навантаження, так і можливість аварійного дублювання, що гарантує надійне охолодження навіть у разі відмови одного з агрегатів. Забезпечується цілодобове регулювання мікроклімату відповідно до вимог експлуатації високо-навантаженого обчислювального обладнання;
- інтегрованою системою моніторингу критичних параметрів та реагування на інциденти, яка призначена для безперервного контролю стану інженерної інфраструктури та мікрокліматичних умов основного серверного приміщення. Система забезпечує оперативне виявлення відхилень від нормативних показників у роботі систем електроживлення, кондиціонування, пожежної безпеки та інших ключових підсистем, з можливістю автоматичного або ручного реагування з боку операторів.

3.3. Для супроводу процесів обчислень у ЦКК призначаються відповідальні особи, на яких покладаються наступні обов'язки:

- всебічне вивчення функціональних можливостей обчислювального комплексу та специфіки його експлуатації;
- надання повної, достовірної та своєчасної консультативної підтримки користувачам Центру;
- ознайомлення користувачів з правилами користування обчислювальним комплексом, викладеними на офіційному веб-ресурсі EGI (див. <https://www.egi.eu/intranet/> та <https://confluence.egi.eu/>), а також здійснення персонального контролю за дотриманням зазначених вимог;
- регулярне оновлення інформаційного ресурсу ЦКК (<https://scrc.kipt.kharkov.ua/>) з актуальними відомостями щодо встановленого програмного забезпечення, технічних характеристик і обчислювальних можливостей комплексу.

3.4. Режим роботи обчислювального та дискового обладнання ЦКК є безперервним – 24 години на добу, сім днів на тиждень, включно з вихідними та святковими днями. Всі обчислювальні вузли та сервери зберігання даних функціонують у постійному режимі та забезпечують безперешкодний віддалений доступ користувачам через глобальну мережу Інтернет. Такий режим експлуатації дозволяє виконувати обчислювальні задачі та здійснювати обробку

й збереження великих обсягів наукових даних у будь-який час, відповідно до потреб науково-дослідних проєктів та віртуальних організацій, підключених до інфраструктури ЦКК.

4. Порядок надання послуг

4.1. Інформація про ЦКК розміщується на офіційних веб-ресурсах ННЦ ХФТІ: <http://www.kipt.kharkov.ua>, <https://scrc.kipt.kharkov.ua>, Президії НАН України <http://www.nas.gov.ua>.

4.2. Наукові установи та організації Національної академії наук України, які потребують виконання наукових обчислень на ресурсах ЦКК, отримують доступ до цих ресурсів відповідно до встановлених у грид-інфраструктурах EGI та WLCG процедур автентифікації та авторизації. Доступ надається за наявності грид-сертифіката користувача, який може бути виданий Центром сертифікації Українського національного гриду (УНГ) за адресою <https://ca.ugrid.org> або відповідними національними центрами сертифікації інших країн.

4.3. Надання платних послуг з використання ресурсів ЦКК здійснюється відповідно до чинного законодавства України. Усі платні послуги надаються на договірній основі з дотриманням встановлених норм і процедур, що регламентують порядок укладання договорів, оплати, а також умови надання та використання обчислювальних і інформаційних ресурсів для потреб зовнішніх замовників.

4.4. ННЦ ХФТІ забезпечує всі витрати, пов'язані з використанням серверного обладнання ЦКК.

4.5. Користувачі наукових установ та організацій НАН України, які не є членами віртуальних організацій, зареєстрованих у грид-інфраструктурах УНГ, EGI або WLCG, не мають права доступу до обчислювальних ресурсів ЦКК.

5. Закриття ЦКК

5.1. У разі невиконання вимог цього Положення, неналежної організації роботи ЦКК з боку ННЦ ХФТІ щодо забезпечення доступу науковців НАН України та міжнародної наукової спільноти до обчислювальних і інформаційних ресурсів, або у разі виникнення інших форс-мажорних обставин, Бюро Відділення ядерної фізики та енергетики НАН України має право подати до Комісії з питань модернізації парку наукових приладів та обладнання Президії НАН України обґрунтовану пропозицію щодо передачі функцій ЦКК іншій науковій установі НАН України з відповідною зміною назви та місця його розташування.

5.2. Комісія з питань модернізації парку наукових приладів та обладнання Президії НАН України, розглянувши подані пропозиції, приймає рішення про закриття ЦКК та подає його на затвердження Президії НАН України.

В.о. генерального директора ННЦ ХФТІ
академік НАН України

Микола АЗАРЕНКОВ

