



# Грід – технології для розподілених обчислень та обробки даних

## Робоча програма навчальної дисципліни

### 1. Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерській)
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	122 Комп'ютерні науки
Освітня програма	Комп'ютерні науки
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	5 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів ЄКТС, 150 годин, 36 г. лекцій, 36 г. лабораторних робіт, 78 г. СРС, РГР.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	екзамен / модульна контрольна робота/ РГР
Розклад занять	<a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: ст. викладач.,к.т.н. Свістунов Сергій Якович, <a href="mailto:svistunov@bitp.kiev.ua">svistunov@bitp.kiev.ua</a> Лабораторні: ст. викладач.,к.т.н. Свістунов Сергій Якович, <a href="mailto:svistunov@bitp.kiev.ua">svistunov@bitp.kiev.ua</a>
Розміщення курсу	Кампус Платформа дистанційного навчання "Сікорський" <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=1824">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=1824</a>

### 2. Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дисципліна «Грід – технології для розподілених обчислень та обробки даних» є вибірковою навчальною дисципліною, що входить до переліку навчальних дисциплін професійної підготовки магістрів.

Дисципліна “ Грід – технології для розподілених обчислень та обробки даних ” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістра та спеціаліста «Інтелектуальні сервіс-орієнтовані розподілені обчислювання» Спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

Під час вивчення курсу студенти набувають знань та умінь фахівця використання Грід – технології для вирішення складних науково – практичних завдань.

Метою кредитного модуля є вивчення базових основ Грід – технологій, які використовуються для забезпечення наукових досліджень, та набуття практичних навичок використання Грід – технології для вирішення науково – практичних завдань.

Вивчення навчальної дисципліни націлено на доповнення та закріплення у здобувачів таких загальних та фахових компетентностей, а саме:

### **Загальні компетентності (ЗК):**

**ЗК 1** - Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

**ЗК 2** - Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

**ЗК 5** - Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.

**ЗК 7** - Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

### **Фахові компетентності спеціальності (ФК):**

**ФК 1** - Усвідомлення теоретичних засад комп'ютерних наук.

**ФК 3** – Здатність використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметів.

**ФК 5** – Здатність розробляти, описувати, аналізувати та оптимізувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення.

**ФК 7**– Здатність розробляти програмне забезпечення відповідно до сформульованих вимог з урахуванням наявних ресурсів та обмежень.

**ФК 8**– Здатність розробляти і реалізовувати проекти зі створення програмного забезпечення, у тому числі в непередбачуваних умовах, за нечітких вимог та необхідності застосовувати нові стратегічні підходи, використовувати програмні інструменти для організації командної роботи над проектом

**ФК 13** - Здатність провадити науково-педагогічну діяльність у закладах вищої освіти.

**ФК 16** - Здатність до створення і використання сучасних інформаційних систем та технологій різного призначення, сервіс-орієнтованих обчислень і архітектур, туманних обчислень, контекстно-керованих адаптивних обчислень, безсерверних обчислень.

### **Внаслідок вивчення курсу студент повинен бути здатний продемонструвати такі *програмні результати навчання ОПП*:**

**ПРН1** - Мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерних наук і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у сфері комп'ютерних наук та на межі галузей знань.

**ПРН2** – Мати спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем комп'ютерних наук, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур.

**ПРН6** – Розробляти концептуальну модель інформаційної або комп'ютерної системи.

**ПРН7** – Розробляти та застосовувати математичні методи для аналізу інформаційних моделей

**ПРН9** – Розробляти алгоритмічне та програмне забезпечення для аналізу даних (включно з великими).

**ПРН10** – Проектувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення.

**ПРН11**– Створювати нові алгоритми розв'язування задач у сфері комп'ютерних наук, оцінювати їх ефективність та обмеження на їх застосування.

**ПРН14**– Тестувати програмне забезпечення.

**ПРН18** – Збирати, формалізувати, систематизувати і аналізувати потреби та вимоги до інформаційної або комп'ютерної системи, що розробляється, експлуатується чи супроводжується.

**ПРН19** – Аналізувати сучасний стан і світові тенденції розвитку комп'ютерних наук та інформаційних технологій.

**ПРН22** - Володіти основами сертифікації об'єктів професійної діяльності, використовувати міжнародні стандарти, закони збереження інтелектуальної власності; забезпечувати захист і оцінку вартості об'єктів інтелектуальної діяльності

**ПРН23** – Підтримувати впровадження інноваційних та соціо-еколого-економічно ефективних рішень в організаційній, управлінській та виробничій діяльності для сталого зростання; орієнтуватися у підходах й ефективних заходах з підвищення сталості проєктів та діючих

об'єктів і систем; розробляти і використовувати індикаторні системи оцінювання сталості; орієнтуватися у сучасних моделях, методах та підходах оцінювання і прогнозування розвитку суспільства та його складників

Після засвоєння кредитного модуля студент має бути готовий до:

- до концептуального проектування інформаційних систем і технологій, до уніфікації і типізації проектних рішень на базі сервісного підходу, вибору і впровадження в практику засобів їх автоматизованого проектування;
- до створення і використання сучасних інформаційних систем та технологій різного призначення, базованих на використанні розподілених хмарних обчислень і хмарних сховищ даних, сервіс-орієнтованих обчислень і архітектур, туманних обчислень, контекстно-керованих адаптивних обчислень та безсерверних обчислень;
- до розроблення хмарного програмного забезпечення типу Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS), Software as a Service (SaaS), Data as a Service (DaaS), Knowledge as a Service (KaaS), Application as a Service (AaaS);
- до розв'язання комплексних проблем в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики;

## 2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліни, які передують даній:

- Основи сервіс-орієнтованих обчислень і архітектур

Дисципліни, які базуються на результатах навчання з даної дисципліни:

- Ризик-орієнтована інформаційна безпека розподілених комп'ютерних систем
- Наукова робота за темою магістерської дисертації.

## 3. Зміст навчальної дисципліни

### 3. Структура кредитного модуля

Назви розділів і тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Лабораторні	СРС
1	2	3	4	6
<b>РОЗДІЛ 1. Концепція Грід</b> (The concept of Grid)				
Тема 1.1. Введення в Грід - технології [Introduction to Grid - technology]	2.5	2		0.5
Тема 1.2 Архітектура Грід. Обчислювальні ресурси грід. [Grid architecture. Grid computing resources]	16.5	2	8	6.5
Тема 1.3 Інтернет як складова частина грід. Український національний грід. [Internet as part of the grid. Ukrainian national grid]	2.5	2		0.5
Тема 1.4 Забезпечення безпеки грід [Grid security ]	9.5	2	4	3.5
Разом за розділом 1	<b>31</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>10</b>

<b>РОЗДІЛ 2. Проміжне програмне забезпечення ґрід (Grid middleware)</b>				
Тема 2.1 <i>Загальна структура проміжного програмного забезпечення.</i> [General structure of middleware.]	2.5	2		0.5
Тема 2.2 <i>Користувацький сценарій роботи в ґрід.</i> [User interface in the grid].	2.5	2		0.5
Тема 2.3 <i>Структура та склад проміжного програмного забезпечення ARC</i> [The structure of the ARC middleware]	16.5	2	8	6.5
Тема 2.4 <i>Структура та склад проміжного програмного забезпечення gLite.</i> [The structure of the gLite middleware]	16.5	2	8	6.5
Тема 2.5 <i>Забезпечення функціональної сумісності та взаємодії ґрід – систем.</i> [Interoperability and Interoperation of grid]	2.5	2		0.5
Тема 2.6 <i>Інформаційна система ґрід. Моніторинг.</i> [Grid information system. Monitoring]	2.5	2		0.5
Тема 2.7 <i>Планування ресурсів в ґрід системах.</i> [Resource scheduling in grid systems]	2.5	2		0.5
Тема 2.8 <i>Портали та мета планувальники.</i> [Grid portals and meta-broker].	2.5	2		0.5
Тема 2.9 <i>Розробка сервісів ґрід</i> [Development of grid services]	2.5	2		0.5
Разом за розділом 2	<b>50.5</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>16.5</b>
<b>РОЗДІЛ 3 Хмарні – технології (Cloud – technology)</b>				
Тема 3.1 <i>Архітектура наукової хмари</i> [Architecture of the Scientific clouds]	2.5	2		0.5
Тема 3.2 <i>Програмне забезпечення керування хмарною інфраструктурою</i> [Cloud infrastructure management software]	5	4		1
Тема 3.3 <i>Користувацький інтерфейс доступу до хмарної інфраструктури</i> [Custom interface for accessing cloud]	19	4	8	7
Разом за розділом 3	<b>26.5</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>8.5</b>
<b>Підготовка до МКР з розділів 1 і 2</b>	4			4
<b>Написання РГР</b>	9			9
<b>Підготовка до екзамену</b>	30			30
<b>Всього годин</b>	<b>150</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>78</b>

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### **Основна література**

1. Петренко А.І., Свістунів С.Я., Кисельов Г.Д. «Практикум з ґрід-технологій».-/ Вид-во „Політехніка”-2011.- 446 с.
2. На шляху до європейського ґрід. Довідник для магістрів на пряму підготовки «Комп’ютерні науки» -/ за ред. А.Г. Загороднього, М.З. Згуровського -- К.: НТУУ «КПІ», 2012 г., 392с.
3. Шимчук Г.В., Маєвський О.В., Назаревич О.Б., Стадник М.А. «Грід-системи та технології хмарних обчислень» -/ Конспект лекцій – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2016 – 340 с.
4. В.Я.Юрчишин. «Хмарні та ґрід - технології» -/ Конспект лекцій, Київ, КПІ ім.Ігоря Сікорського, 2019.-264 с.

5. В.В. Шликов, В.А. Данілова «Високопродуктивні розподілені обчислювальні системи: Практикум» -/ навч. посіб. для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», – Київ: КП ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 108 с.
6. Altowaijri, Saleh (2013) Grid and cloud computing: Technologies, applications, market sectors, and workloads.. -/ Swansea University. - <https://core.ac.uk/download/pdf/161880917.pdf>
7. Introduction to Grid Computing, December 2005, - /IBM Redbook, [www.ibm.com/redbooks](http://www.ibm.com/redbooks) - 241 с.
8. Grid Computing in Research and Education, April 2005, - / IBM Redbook, [www.ibm.com/redbooks](http://www.ibm.com/redbooks) - 145 с.

#### **Додаткова література**

9. NorduGrid project. <http://www.nordugrid.org>
10. The NorduGrid Grid Manager And GridFTP Server: Description And Administrator's Manual. <http://www.nordugrid.org/papers.html>
11. The NorduGrid Brokering Algorithm, M.Ellert, <http://www.nordugrid.org/papers.html>
12. xRSL (Extended Resource Specification Language), O.Smirnova, <http://www.nordugrid.org/papers.html>
13. ARC User Interface: User's Manual <http://www.nordugrid.org/documents/NorduGrid-UI.pdf>
14. The NorduGrid "Smart" Storage Element, A.Konstantinov, <http://www.nordugrid.org/papers.html>
15. The NorduGrid/ARC Information System, (Technical Description and Reference Manual), Bal'azs K'onya, <http://www.nordugrid.org/papers.html>
16. The Grid Monitor: Usage Manual, <http://www.nordugrid.org/documents/monitor.pdf>
17. GLITE 3.1 USER GUIDE , <https://edms.cern.ch/file/722398/1.2/gLite-3-UserGuide.pdf>
18. Logging and Bookkeeping, A. K'renek et al., <http://egee.cesnet.cz/cvswweb/LB/LBAG.pdf>.
19. EGEE User's Guide, WMS SERVICE , <https://edms.cern.ch/document/572489/1>
20. JDL Attributes Specification, EGEE-JRA1-TEC-555796-JDL-Attributes-v0-6 , <https://edms.cern.ch/file/555796/1/>.
21. The Resource Broker Info file, DataGrid-01-TEN-0135-0\_0 , [http://www.infn.it/workload-grid/docs/DataGrid-01-TEN-0135-0\\_0.doc](http://www.infn.it/workload-grid/docs/DataGrid-01-TEN-0135-0_0.doc).
22. Web Services (<http://www.w3.org/2002/ws/>)
23. Grid Computing Making the Global Infrastructure a Reality, edited by Fran Berman,
24. Geoffrey Fox, Tony Hey. – (Wiley series in communications networking & distributed systems), 2003 , 1007 с.
25. Portal Application Development Using WebSphere Portlet Factory, IBM Redbook [www.ibm.com/redbooks](http://www.ibm.com/redbooks) January 2008, 697 с.
26. Openldap. <http://www.openldap.org>
27. Runtime Environment Registry, <http://www.csc.fi/grid/rer/>
28. The GLUE Information model versin 1.2 <http://infnforge.cnaf.infn.it/glueinfomodel/>
29. EGEE Middleware Architecture, DJRA1.1 ,<https://edms.cern.ch/document/476451/1.0>.
30. Global Security Architecture, DJRA1.3 ,<https://edms.cern.ch/document/487004/1.1>.
31. VOMS User's Guide, EGEE-JRA1-TEC-571991 ,<https://edms.cern.ch/file/571991/1/voms-guide.pdf>.

## **4. Навчальний контент**

### **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Вивчення даної дисципліни реалізується на лекціях та лабораторних заняттях.

Для поглибленого вивчення тематики, представлених на лекціях, кожному студенту пропонується тема для самостійних досліджень, які виконуються в рамках годин, запланованих для самостійної роботи (СРС). Кожний студент звітує про виконання досліджень на лабораторних заняттях у формі обговорень в академічній групі отриманих ним результатів по темі, яка йому була запропонована по даній дисципліні, а також наприкінці учбового семестру – у формі письмового реферату. Така форма організації лабораторних занять заохочує студентів до виконання якісних

наукових досліджень і підвищує навички доведення результатів своїх наукових досліджень перед аудиторією.

### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<p><b>Введення в Грід - технології. Архітектура Грід.</b></p> <p>Мета, завдання та зміст курсу. Концепція Грід. Історія розвитку Грід. Приклади застосування Грід. Обчислювальні ресурси. Кластери. Ресурси зберігання даних. Проект GEANT2. Розвиток каналів зв'язку в Україні. Грід в Україні. Український національний Грід – проект UNGI для EGI .</p> <p><u>Завдання на СРС:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Еволюція Грід (перше, друге та третє покоління Грід).</li> <li>2. Міжнародні Грід проекти (EGEE, EGI, Open Science Cloud)</li> </ol>
2	<p><b>Обчислювальні ресурси грід.</b></p> <p>Базові компоненти Грід - архітектури. Обчислювальні ресурси. Кластери. Ресурси зберігання даних. Методика підготовки завдання на Linux кластері. Локальна система керування завданнями – PBS. Використання бібліотеки MPI для паралельних обчислень на кластері.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основні напрямки розвитку обчислювальної техніки .</li> <li>2. Технології паралельного програмування.</li> <li>3. Технологія MPI.</li> </ol>
3	<p><b>Інтернет як складова частина грід.</b></p> <p>Основні напрямки розвитку . Кіберінфраструктура. Проект GEANT2. Розвиток каналів зв'язку в Україні. Грід в Україні. Український національний Грід – проект UNGI для EGI .</p> <p><u>Завдання на СРС:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Доступ до мережі GEANT в Україні.</li> </ol>
4	<p><b>Забезпечення безпеки грід</b></p> <p>Особливості моделі безпеки Грід - сервісів. Загальні принципи алгоритмів шифрування. Ідентифікація користувачів та Грід - ресурсів. Сертифікат відкритих ключів X.509 . Віртуальні організації. Сценарії роботи користувача з сертифікатом</p> <p><u>Завдання на СРС:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Делегування прав.</li> <li>2. Сервіси керування віртуальними організаціями.</li> </ol>
5	<p><b>Загальна структура проміжного програмного забезпечення. Користувацький сценарій роботи в грід.</b></p> <p>Основні Грід - служби. Підсистема керування завданнями. Підсистема керування даними. Інформаційна підсистема та підсистема моніторингу. Підсистема безпеки та контролю прав доступу. Підсистема протоколювання процесу оброблення завдань. Основні функції користувацького інтерфейсу. Опис завдання. Моніторинг виконання завдання та отримання результатів.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Підсистема обліку використання ресурсів.</li> <li>2. Організація ресурсів зберігання даних .</li> <li>3. Отримання сертифікату.</li> </ol>

6	<p><b>Користувацький сценарій роботи в ґрід.</b>  Основні функції користувацького інтерфейсу. Отримання сертифікату. Опис завдання. Команди відправки завдання в Ґрід. Моніторинг виконання завдання. Отримання результатів виконання завдання.  <u>Завдання на СРС:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Типи завдань в Ґрід.</li> <li>2. Методика підготовки завдання на Linux кластері.</li> <li>3. Локальна система керування завданнями – PBS.</li> </ol>
7	<p><b>Структура та склад проміжного програмного забезпечення ARC</b>  Проект NorduGrid. Архітектура ARC (Advanced Resource Connector). Інформаційна система. Архітектура та алгоритм роботи Ґрід – менеджера ARC.  <u>Завдання на СРС:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Архітектура та алгоритм роботи GridFTP.</li> </ol>
8	<p><b>Структура та склад проміжного програмного забезпечення ARC (продовження)</b>  Виконання завдань в ARC. Основні команди користувацького інтерфейсу ARC. Мова опису завдання xRSL.  <u>Завдання на СРС:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Моніторинг в ARC.</li> </ol>
9	<p><b>Структура та склад проміжного програмного забезпечення gLite</b>  Проект LCG та EGEE. Архітектура gLite. Керування завантаженням ресурсів (Workload Management System). Керування даними (Data Management System). Інформаційна система та моніторинг (Information System). Підсистема протоколювання (Logging and Bookkeeping).  <u>Завдання на СРС:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Підсистема обліку використання ресурсів (Accounting Subsystem).</li> </ol>
10	<p><b>Структура та склад проміжного програмного забезпечення gLite (продовження)</b>  Виконання завдань в gLite. Основні команди користувацького інтерфейсу gLite. Мова опису завдання JDL.  <u>Завдання на СРС:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Типи завдань: Collection, DAG, Parametric.</li> <li>2. Моніторинг в gLite.</li> </ol>
11	<p><b>Забезпечення функціональної сумісності та взаємодії ґрід – систем.</b>  Проблеми забезпечення функціональної сумісності та взаємодії ґрід - систем. Основні моделі забезпечення функціональної сумісності Ґрід - систем. Забезпечення функціональної сумісності Ґрід – систем під керуванням проміжного програмного забезпечення gLite та ARC. Розробка та впровадження стандартів Ґрід.  <u>Завдання на СРС:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проект Grid Interoperability Now - (GIN).</li> <li>2. Забезпечення взаємодії Ґрід – систем в рамках проекту EGGE та EGI.</li> </ol>
12	<p><b>Інформаційна система ґрід. Моніторинг.</b>  Завдання інформаційної системи та системи моніторингу. Архітектура систем моніторингу. Сучасні системи моніторингу Ґрід – середовища. Взаємодія з інформаційною системою.  <u>Завдання на СРС:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Архітектура систем моніторингу Globus MDS 2/4, MonALISA.</li> </ol>

13	<p><b>Планування ресурсів в грід системах</b></p> <p>Задачі диспетчеризації в Грід - системах. Технології реалізації задач планування ресурсів в Грід - системах. Методики оцінки завантаження Грід – ресурсів.</p> <p>Планування ресурсів в Грід – системах під керуванням проміжного програмного забезпечення gLite та ARC. Архітектура побудови мета планувальника Грід - ресурсів.</p> <p>Архітектура побудови Грід - порталів.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мета планувальники в Грід - системах.</li> <li>2. Алгоритми оптимального планування завантаження Грід – ресурсів.</li> <li>3. Приклади порталів.</li> <li>4. Робота в грід – порталі доступу GILDA.</li> </ol>
14	<p><b>Портали та мета планувальники</b></p> <p>Архітектура побудови Грід - порталів. Приклади порталів. Грід – портал доступу GILDA.</p> <p>Архітектура побудови мета планувальника Грід - ресурсів. Приклади мета планувальників.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Робота в грід – порталі доступу GILDA.</li> <li>2. Портал знань для Грід – інфраструктури України.</li> </ol>
15	<p><b>Розробка сервісів грід</b></p> <p>Введення в Service Oriented Architecture (SOA). Основні етапи розробки грід сервісів.</p> <p>Приклади побудови грід сервісів.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Застосування бібліотеки Globus Toolkit.</li> </ol>
16	<p><b>Архітектура наукової хмари</b></p> <p>Основні завдання архітектури Cloud computing. Приклади архітектури Cloud computing. Архітектура Amazon Web Services.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Архітектура та завдання системи GrepTheWeb.</li> <li>2. Програмний продукт Hadoop</li> </ol>
17	<p><b>Програмне забезпечення керування хмарною інфраструктурою</b></p> <p>Програмне забезпечення OpenStack – архітектура, побудова. Програмне забезпечення CloudStack, OpenNebula. Приклади реалізації хмарних інфраструктур.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Порівняльний аналіз програмного забезпечення для побудови хмарної інфраструктури.</li> <li>2. Архітектура S-OGSA</li> </ol>
18	<p><b>Користувацькій інтерфейс доступу до хмарної інфраструктури</b></p> <p>Інтерфейс OCC1 . Приклади роботи користувача в хмарної інфраструктурі. Програмна система SlepStream .</p> <p><u>Завдання на СРС:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Архітектура та завдання системи GrepTheWeb.</li> <li>2. Програмний продукт Hadoop</li> </ol>

#### Лабораторні заняття

Завдання лабораторної роботи – індивідуальне для кожного студента. Кількість годин на виконання та теми завдань наведено у таблиці



№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість годин
1	<b>Робота на обчислювальному кластері з використанням локальної системи управління PBS.</b> Вивчення технології віддаленого доступу до ресурсів багатопроцесорної обчислювальної системи та набуття практичних знань та навичок компіляції та запуску простих програм з використанням системи управління кластера.	8
2	<b>Отримання сертифіката користувача</b> Вивчення технології отримання цифрового сертифіката що є необхідним кроком для отримання доступу до грід-системи. Реєстрація в віртуальній учбової організації.	4
3	<b>Проміжне програмне забезпечення Грід Advanced Resource Connector (ARC)</b> Вивчення технології віддаленого доступу до ресурсів грід, що працюють під керуванням проміжного програмного забезпечення ARC. Отримання практичних навичок роботи з проміжним програмним забезпеченням ARC при вирішенні практичних обчислювальних завдань.	8
4	<b>Проміжне програмне забезпечення Грід gLite</b> Вивчення технології віддаленого доступу до ресурсів грід, що працюють під керуванням проміжного програмного забезпечення gLite. Отримання практичних навичок роботи з проміжним програмним забезпеченням gLite при вирішенні практичних обчислювальних завдань.	8
5	<b>Робота в хмарної інфраструктурі.</b> Вивчення інтерфейсу OpenStack API для доступу до хмарної інфраструктури. Отримання практичних навичок роботи з хмарною інфраструктурою при вирішенні практичних завдань.	8

## 6. Самостійна робота студента

Передбачається 78 годин на самостійну роботу студента. Розподіл годин на самостійну роботу представлений в п.3 в таблиці "Структура кредитного модуля".

№ з/п	Назва теми лекції.	Перелік основних питань та завдання на СРС
1	<b>Введення в Грід - технології. Архітектура Грід.</b>	Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу. Еволюція Грід (перше, друге та третє покоління Грід). Міжнародні Грід проекти (GrossGrid, EGEE, EGI, EOSC)
2	<b>Обчислювальні ресурси грід.</b>	Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу. Основні напрямки розвитку обчислювальної техніки . Технології паралельного програмування. Технологія MPI.
3	<b>Інтернет як складова частина грід.</b>	Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу.

		Розвиток каналів зв'язку в Україні.
4	<b>Забезпечення безпеки грід</b>	Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу. Делегування прав. Сервіси керування віртуальними організаціями.4
5	<b>Загальна структура проміжного програмного забезпечення. Користувацький сценарій роботи в грід.</b>	Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу. Підсистема обліку використання ресурсів. Організація ресурсів зберігання даних . Отримання сертифікату.
6	<b>Користувацький сценарій роботи в грід.</b>	Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу. Типи завдань в Грід. Методика підготовки завдання на Linux кластері. Локальна система керування завданнями – PBS.
7	<b>Структура та склад проміжного програмного забезпечення ARC</b>	Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу. Архітектура та алгоритм роботи GridFTP.
8	<b>Структура та склад проміжного програмного забезпечення ARC (продовження)</b>	Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу. Мониторинг в ARC.
9	<b>Структура та склад проміжного програмного забезпечення gLite</b>	Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу. Підсистема обліку використання ресурсів (Accounting Subsystem)
10	<b>Структура та склад проміжного програмного забезпечення gLite (продовження)</b>	Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу. Типи завдань: Collection, DAG, Parametric. Мониторинг в gLite.
11	<b>Забезпечення функціональної сумісності та взаємодії грід – систем.</b>	Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу. Проект Grid Interoperability Now - (GIN). Забезпечення взаємодії Грід – систем в рамках проекту EGGE. Архітектура систем моніторингу Globus MDS 2/4, MonALISA, GridICE, GridMaps .
12	<b>Інформаційна система грід. Моніторинг.</b>	Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу. Архітектура систем моніторингу Globus MDS 2/4, MonALISA, GridICE, GridMaps .
13	<b>Планування ресурсів в грід системах</b>	Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу. Метапланувальники в Грід - системах.

		Алгоритми оптимального планування завантаження Грід – ресурсів. Приклади порталів. Робота в грід – порталі доступу GILDA.
14	<b>Порти та мета планувальники</b>	Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу. Робота в грід – порталі доступу GILDA. Портал знань для Грід – інфраструктури України.
15	<b>Розробка сервісів грід</b>	Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу. Застосування бібліотеки Globus Toolkit.
16	<b>Архітектура наукової хмари</b>	Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу. Архітектура та завдання системи GrepTheWeb. Програмний продукт Hadoop
17	<b>Програмне забезпечення керування хмарною інфраструктурою</b>	Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу. Порівняльний аналіз програмного забезпечення для побудови хмарної інфраструктури. Архітектура S-OGSA
18	<b>Користувацькій інтерфейс доступу до хмарної інфраструктури</b>	Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу. Архітектура та завдання системи GrepTheWeb. Програмний продукт Hadoop
	<b>Всього годин на срс протягом семестру</b>	35
19	<b>Підготовка до модульної контрольної роботи</b>	4
20	<b>Виконання розрахунково- графічної роботи</b>	9
	<b>Підготовка до іспиту</b>	30
21	<b>Всього</b>	78

### **Матеріально-технічне забезпечення**

Для виконання лабораторних робіт №1 - №4 використовується навчальна грід інфраструктура в складі:

- обчислювальний кластер в складі: інтерфейсний вузол кластера та два обчислювальні сервери кластера. На інтерфейсному вузлі кластера встановлена локальна система управління кластером *Torque* та система авторизації користувачів.
- сервер інтерфейсу користувача проміжного програмного забезпечення ARC. На цьому же сервері інстальовано обчислювальний елемент проміжного програмного забезпечення ARC;
- сервер інтерфейсу користувача проміжного програмного забезпечення gLite;
- обчислювальний елемент проміжного програмного забезпечення gLite;

- учбовий сертифікаційний центр;
- сервер віртуальної організації.

Для виконання лабораторної роботи №5 повинна бути інстальована хмарна інфраструктура (хмарний кластер) під управлінням програмної системи OpenStack та інтерфейсний сервер доступу до хмарної інфраструктури.

## 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вимоги, яких має дотримуватися студент в рамках даної дисципліни:

- відвідування лекційних та лабораторних занять є бажаним, але не обов'язковим;
- під час проведення занять мобільні телефони мають бути переведені у беззвучний режим;
- дозволяється, при необхідності, використання засобів зв'язку для пошуку потрібної інформації на платформі дистанційного навчання та/або в інтернеті;
- лабораторні роботи мають бути виконані та захищені особисто, під час захисту студент повинен відповісти на питання викладача, що стосуються як самої лабораторної роботи, так і теоретичного матеріалу, на якому вона базується;
- заохочувальні бали можуть призначатися за активність на лекціях та нестандартні рішення при виконанні лабораторних робіт;
- штрафні бали можуть призначатися за несвоєчасне виконання лабораторних робіт;
- при виконанні лабораторних робіт потрібно дотримуватися графіка, який доводиться до відома студентів викладачем на початку семестру;
- обов'язковим є дотримання академічної доброчесності.

### Форми роботи

На лекції педагог у словесній формі розкриває сутність наукових понять, явищ, процесів, логічно пов'язаних, об'єднаних загальною темою і представляє їх у формі слайдів в програмі PowerPoint. На слайдах викладач розміщує матеріали, які пояснюють і деталізують матеріали лекції, та приклади.

При цьому аспіранти мають розуміти, що джерела отримання наукової інформації — це лекції викладача, а також літературні джерела, які пропонуються викладачем для оволодіння даним предметом, наукові статті та Інтернет.

Ведення конспекту дає змогу :

- краще підготуватись до контрольної роботи та заліку з кредитного модуля;
- вирішити питання, яку можуть виникнути у аспіранта з тих чи інших тем даної дисципліни;
- зарахувати викладачеві пропущені заняття.

Вітаються питання від аспірантів до викладача під час лекції та участь у дискусіях, інтерактивних формах організації заняття. Викладач може ставити питання окремим аспірантам або загалом аудиторії. Допускається і вітається діалог між аспірантами і викладачем на лекції.

Форма участі аспірантів на заняттях виглядає як сумарна робота, в яку входить:

- участь у дискусіях;
- написання контрольної роботи та надання її викладачу для оцінки знань аспіранта;
- письмовий звіт наприкінці семестру про виконані дослідження в рамках СРС.

Протягом семестру студенти:

- виконують та захищають завдання лабораторних робіт (комп'ютерних практикумів) у відповідні терміни,
- пишуть модульну контрольну роботу,
- виконують та захищають графічну роботу,
- активно відповідають на бліц-опитуваннях на лекціях.

## Політика університету

### Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

### Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки аспірантів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Як базовий метод навчання використовується проведення лекцій та виконання лабораторних робіт (для кожного студента свій окремий варіант кожної із лабораторних робіт). Матеріали для виконання лабораторних робіт (відповідні методичні вказівки) знаходяться на сайті кафедри системного проектування.

Порядок розділів побудований від простого до складного, і його доцільно притримуватися. Для лабораторних робіт доцільно щорічно оновлювати завдання, а їх оцінювання потребує обов'язкового захисту.

Оцінка з дисципліни виставляється за багатобальною системою, з подальшим перерахуванням у 4-бальну.

Максимальна кількість балів з дисципліни дорівнює 100.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- 1) виконання та захист лабораторних робіт;
- 2) модульну контрольну роботу;
- 3) розрахункову-графічну роботу;
- 3) відповіді на іспиті.

Крім того, діє система штрафних та заохочувальних балів за:

- неформальний підхід до виконання лабораторних робіт та застосування оригінальних програмних рішень **+ 1 бал**
- несвоєчасна здача лабораторних робіт без поважної причини **- 1 бал**
- відсутність на лабораторній роботі або лекції без поважної причини **- 1 бал**

### 8.1. Виконання завдань лабораторних робіт

Нижче у таблицях надано інформацію щодо відсоткового внеску видів контролю у семестровий рейтинг.

Види семестрового контролю	Відсотковий внесок видів контролю у семестровий рейтинг
лабораторна робота №1	10
лабораторна робота №2	5
лабораторна робота №3	5
лабораторна робота №4	10

лабораторна робота №5	10
модульна контрольна робота	10
Розрахункова-графічна робота	10
Іспит	40
Разом	100%

### 8.2. Розрахункова- графічна робота

В межах часу, виділеного для самостійної роботи студента. Розрахунково-графічна робота має загальну назву «Особливості організація наукових обчислень на кластері, в ґрід - інфраструктурі та в хмарної інфраструктурі з використанням мови програмування ... ..». Мета розрахунково-графічної роботи: визначити особливості інфраструктур (кластер, ґрід, хмара) для організації наукових обчислень на прикладі виконання лабораторних робіт. Відзначити характерні особливості використання обраної мови програмування для програм моделювання при використанні в зазначених інфраструктурах.

Виконання розрахунково-графічної роботи: в якості початкового матеріалу беруться лабораторні роботи по курсу, в яких для обраної розрахункової схеми були розроблені програми моделювання. Програма виконувалася на кластері, в ґрід-інфраструктурі і в хмарної інфраструктурі. В кожному окремому випадку успішне виконання програми визначалося індивідуальними налаштуваннями навчальної інфраструктури. Ці конфігураційні налаштування визначають, як можливість застосування тієї чи іншої мови програмування для виконання наукових розрахунків, так і методику використання обраної інфраструктури.

Максимальний ваговий бал – 10. Графічна робота виконується та здається після виконання всіх лабораторних робіт.

### 8.3. Модульна контрольна робота

На останній лекції проводиться модульна контрольна робота, яка складається з 5 питань: максимальний ваговий бал-10

Оцінювання модульної контрольної роботи виконується наступним чином:

- за кожне питання, на яке дано повну правильну відповідь, виставляється 2 бали;
- за кожне питання, у відповіді на яке є незначні неточності, виставляється 1 бали;
- сумуються бали за всі 5 питань.

Контрольна робота вважається зарахованою, якщо студент набрав 5 балів. В іншому разі, студент має написати її знову.

Приклади питань, які виносяться на модульну контрольну роботу:

1. Як виконується обробка завдання користувача в ARC відповідно станам завдання? Наведіть стислий опис кожного стану.
2. Перелічіть існуючі моделі забезпечення функціональної сумісності. Наведіть стислий опис кожної моделі.
3. Яким чином побудована модель забезпечення безпеки в ARC?
4. Наведіть завдання моніторингу в ґрід на кожному рівні моделі моніторингу.
5. Наведіть архітектуру побудови кластеру Beowulf.
6. Як виконується обробка завдання користувача в gLite відповідно станам завдання? Наведіть стислий опис кожного стану.
7. Чим відрізняється Scientific Computing для наукових досліджень від класичної моделі Cloud computing?

8. Як побудована Українська Національна Грід-інфраструктури. Ресурси, проміжне програмне забезпечення, інформаційні ресурси?
9. Поясніть термін «хмарні обчислення» (“cloud computing”).
10. Наведіть функції та архітектурну побудову інформаційної системи проміжного програмного забезпечення gLite.
11. Яким чином виконується функціональна сумісність грід інфраструктур за допомогою адаптерів і трансляторів?
12. Для яких цілей використовується сервіс VOMS (Virtual Organization Membership Service) в проміжному програмному забезпеченні.
13. Як підготувати та виконати завдання в грід gLite?
14. Як працює делегування прав і використання довіреностей?
15. Порівняйте грід та Cloud computing при використанні в їх для наукових обчислень.
16. Порівняйте проміжне програмне забезпечення gLite і ARC.
17. Як використати хмарну інфраструктуру під керуванням OpenStack для наукових розрахунків?
18. Яким чином виконується ідентифікація користувачів грід та Grid вузлів?
19. Пояснити з точки зору користувача грід - системи термін «Взаємодія (Interoperation) грід систем».
20. Наведіть основні компоненти архітектури ARC та вкажіть яку функцію вони виконують.
21. Що таке грід? Дайте визначення і поясніть складові частини гріду.
22. Наведіть класифікацію багатопроцесорних систем та визначите особливості, переваги та недоліки кожної моделі.
23. Наведіть основні компоненти архітектури підсистеми інформаційного обслуговування грід

#### **Розрахунок шкали (R) рейтингу:**

Сума вагових балів контрольних заходів (лабораторні роботи, модульна контрольна робота, розрахункова-графічна робота та екзамен) протягом семестру складає:

$$R=40+10+10+40=100 \text{ балів}$$

Таким чином, рейтингова шкала з кредитного модуля складає 100 балів.

Необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт, а також стартовий рейтинг (rc) не менше 40 балів. Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингова оцінка RD переводиться згідно з таблицею:

#### **Шкала оцінювання**

Бали (RD)	Традиційна оцінка
95..100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
RD<=60	Незадовільно
RD < 40 або не виконані інші умови допуску до екзамену	Не допущений

#### **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

При вивченні матеріалу курсу рекомендується особливу увагу приділити закріпленню базових положень, поступово ускладнюючи матеріал із наведенням відповідних прикладів задач. Під час

заліку дозволяється використання конспекту, що зменшує психологічний тиск на студентів та стимулює більш активну роботу на лекціях. Постійний зворотній зв'язок зі студентами через сучасні засоби комунікації дозволяє швидко вирішувати труднощі в навчанні та є засобом індивідуального навчання.

За погодженням з викладачем, студент має можливість пройти дистанційні чи онлайн курси за відповідною тематикою та зарахувати отримані сертифікати як додаткові бали до рейтингу (не більше 10 балів).

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** старшим викладачем, к.т.н. Свістуновим Сергієм Яковичем

**Ухвалено** кафедрою системного проектування (протокол № 13 від 17 червня 2024 р.)

**Погоджено** методичною комісією НН ІПСА (протокол № 10 від 24 червня 2024 р.)

**Погоджено** науково-методичною комісією КПП ім. Ігоря Сікорського зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки (протокол № 11 від 28 червня 2024 р.)