

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»  
Інститут прикладного системного аналізу  
Кафедра Системного проектування

«На правах рукопису»  
УДК 004.75

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри

А. І. Петренко

03.06.2015 р.

## Магістерська дисертація

зі спеціальності 8.05010103 Системне проектування  
на тему: Сервісно-орієнтовані обчислення (SOC) і їх застосування в інженерії

Виконав: студент 6 курсу, групи ДА-32м  
Ковтун Олексій Олексійович

Науковий керівник:  
проф., д. т. н. Петренко А.І.

Консультант з охорони праці:  
к.б.н., доц. Гусєв А.М.

Рецензент:  
зав. каф. АПЕПС, д. т. н., проф. Лук'яненко С.О.

Засвідчую, що у цій магістерській  
дисертації немає запозичень з праць  
інших авторів без відповідних посилань.

Студент

Київ – 2015 року

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»**

Інститут прикладного системного аналізу

Кафедра Системного проектування

Освітньо-кваліфікаційний рівень «магістр»

Спеціальність 8.05010103 Системне проектування

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри

А.І. Петренко

03.06.2015 р.

**ЗАВДАННЯ  
на магістерську дисертацію студенту**

Ковтуну Олексію Олексійовичу

1. Тема дисертації

Сервісно-орієнтовані обчислення (SOC) і їх застосування в інженерії

науковий керівник дисертації проф., д.т.н. Петренко А.І.

затверджені наказом по університету від 13.02.2015 р. № 19/1-ст

2. Строк подання студентом дисертації: 09.06.2015 р.

3. Об'єкт дослідження – програмні засоби для організації сервісно-орієнтованих обчислень (SOC) на основі ALLTED у вигляді сервісу хмарних обчислень.

4. Предмет дослідження – можливість використання розроблених програмних засобів для виконання сервісно-орієнтованих інженерних обчислень у хмарному середовищі.

## 5. Перелік завдань, які потрібно розробити:

1. Розробити засоби для організації сервісно-орієнтованих обчислень (SOC) на основі ALLTED у вигляді сервісу хмарних обчислень.
2. Показати можливість використання розроблених засобів для виконання сервісно-орієнтованих інженерних обчислень у хмарному середовищі.
3. Показати можливість створення сервісів та їх інтеграції у розроблені засоби для виконання сервісно-орієнтованих інженерних обчислень.

## 6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу:

1. Схема архітектури засобів SOC з використанням REST сервісів на основі ALLTED.
2. Приклади роботи розроблених засобів інженерних SOC на основі ALLTED.

## 7. Орієнтовний перелік публікацій:

Ковтун О.О. Організація хмарних інженерних сервісно-орієнтованих обчислень (SOC) на базі пакету ALLTED / Ковтун О.О. // Системний аналіз та інформаційні технології: 17 міжнародна науково-технічна конференція “САІТ-2015” 22-25 червня 2015, Київ, Україна: матеріали. – К. : ННК “ІПСА” НТУУ “КПІ”, 2015.

## 8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Гусев А.М., доцент		

## 9. Дата видачі завдання: 30.09.2014 р.

### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Аналіз літератури	13.03.2015 р.	
2	Розробка програмних засобів	08.05.2015 р.	
3	Складання розділів дисертації	22.05.2015 р.	
4	Завершення підготовки дисертації	09.06.2015 р.	

Студент

О.О. Ковтун

Науковий керівник дисертації

А.І. Петренко

## РЕФЕРАТ

Обсяг роботи 83 сторінки, 1 рисунок, 27 таблиць, 16 бібліографічних найменувань.

*Актуальність теми.* Сучасні задачі інженерного проектування мають значну обчислювальну складність, що вимагає побудови обчислювальних систем (зокрема, розподілених) для підвищення ефективності організації таких обчислень. Існуючі програмні засоби інженерного проектування, такі як ALLTED, мають недолік: відсутність функціональної сумісності (interoperability), тобто користувачу необхідно обробляти вхідні дані та результати одного програмного засобу для забезпечення можливості його роботи з іншими. Ці проблеми можуть бути вирішені шляхом впровадження програмних засобів для інженерного проектування (ALLTED) як хмарних сервісів та організації на основі них сервісно-орієнтованих обчислень (SOC), у яких обмін даними з сервісами здійснюється відповідно до визначених стандартів передачі даних.

*Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.* Роботу виконано у рамках досліджень Кафедри системного проектування на тему «Сервісно-орієнтовані обчислення в інженерії».

*Мета дослідження* - організація сервісно-орієнтованих обчислень (SOC) на основі ALLTED у вигляді сервісу хмарних обчислень.

*Завдання дослідження:*

а) розробити засоби для організації сервісно-орієнтованих обчислень (SOC) на основі ALLTED у вигляді сервісу хмарних обчислень;

б) показати можливість використання розроблених засобів для виконання сервісно-орієнтованих інженерних обчислень у хмарному середовищі;

в) показати можливість створення сервісів та їх інтеграції у розроблені засоби для виконання сервісно-орієнтованих інженерних обчислень.

*Об'єкт дослідження* – програмні засоби для організації сервісно-орієнтованих обчислень (SOC) на основі ALLTED у вигляді сервісу хмарних обчислень.

*Предмет дослідження* – можливість використання розроблених програмних засобів для виконання сервісно-орієнтованих інженерних обчислень у хмарному середовищі.

*Новизна роботи* полягає у тому, що інженерне проектування за допомогою ALLTED здійснюється за допомогою сервісів, що надаються у хмарному середовищі за допомогою програмного інтерфейсу додатків з передачею стану подання (REST API).

*Практичне значення одержаних результатів:*

Розроблені програмні засоби можуть використовуватися для:

а) виконання досліджень, інженерних розрахунків та лабораторних робіт студентами та співробітниками Кафедри системного проектування та інших організацій;

б) створення та інтеграції нових сервісів інженерних SOC на основі ALLTED, а також модифікації та інтеграції даних засобів у інші відповідно до завдань подальших досліджень та практичних потреб;

в) розробки програмного забезпечення, зокрема, веб- і мобільних додатків для інженерного проектування, які використовують REST API, що надається даними програмними засобами.

*Апробація результатів дисертації (публікації):*

Ковтун О.О. Організація хмарних інженерних сервісно-орієнтованих обчислень (SOC) на базі пакету ALLTED / Ковтун О.О. // Системний аналіз та інформаційні технології: 17 міжнародна науково-технічна конференція “САІТ-2015” 22-25 червня 2015, Київ, Україна: матеріали. – К. : ННК “ІІСА” НТУУ “КПІ”, 2015.

*Ключові слова:* сервісно-орієнтовані обчислення (SOC), ALLTED, інженерне проектування, REST, хмарні обчислення.

## ABSTRACT

*Actuality of the research.* The modern problems of engineering design have substantial computational complexity, which requires designing computing systems (particularly, distributed computing systems) for increasing efficiency of organizing such computing. The existing engineering design software, particularly, ALLTED, has the following disadvantage: the lack of interoperability, i. e. the user needs to process the input data and the results when running the software to enable its co-operation with other software. These problems can be solved by development and deployment of engineering design software (ALLTED) as cloud services and by organizing service-oriented computing (SOC) based of this software, where data exchange with the services is performed according to the defined data exchange standards.

*Connection with scientific programmes.* This research was conducted as the part of the research of Service-Oriented Computing in Engineering at the Systems Design department.

*The goal of research* is organizing service-oriented computing (SOC) based on ALLTED as a cloud computing service.

*The tasks solved in the research:*

a) development of the software for organizing service-oriented computing (SOC) based on ALLTED as a cloud computing service;

b) yielding the possibility of using the developed software for conducting service-oriented computing for engineering design in the cloud environment;

c) yielding the possibility of creating services and their integration into the developed software for service-oriented computing for engineering design.

*The subject of research* is the software for organizing service-oriented computing (SOC) based on ALLTED as a cloud computing service.

*The object of research* is the possibility of using the developed software for conducting service-oriented computing for engineering design in the cloud environment.

*Novelty of the paper.* ALLTED-based engineering design is conducted by the services which are provided in the cloud environment through the REST-based API.

*The practical value of the results of research:*

The developed software can be used for:

a) conducting research, engineering computing, solving problems by students and co-workers of the Systems Design department and other organizations;

b) creating and integration new ALLTED-based engineering design services into the developed software; modification and integration of the developed software in other software according to the tasks within the further research and practical demands;

c) software development, particularly, web and mobile applications development for engineering design, using the REST-based API which is provided by the developed software.



*Publications on the results of research:*

Kovtun O.O. Organizing Cloud Service-Oriented Computing (SOC) for Engineering Design based on the ALLTED Package / Kovtun O.O. // 17-th International conference on System Analysis and Information Technologies SAIT 2015, Kyiv, Ukraine, June 22–25, 2015. – ESC “IASA” NTUU “KPI”, 2015.

*Keywords:* Service-Oriented Computing (SOC), ALLTED, engineering CAD, REST, cloud computing.

Total of 83 pages, 1 figure, 27 tables, 16 bibliographic items.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ .....	12
ВСТУП .....	13
1 ЗАСОБИ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ СЕРВІСНО-ОРІЄНТОВАНИХ ОБЧИСЛЕНЬ (SOC) НА ОСНОВІ ALLTED У ХМАРНОМУ СЕРЕДОВИЩІ .....	16
1.1 Архітектура комплексу SOC з використанням REST сервісів .....	16
1.2 Веб-сервер, що надає REST API .....	18
1.3 Адаптер вхідних даних для пакету ALLTED .....	23
1.4 Адаптер вихідних даних пакету ALLTED .....	27
1.5 Засіб доступу до пакету ALLTED .....	29
1.6 Висновки .....	30
2 ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ SOC НА ОСНОВІ ALLTED ДЛЯ ВИКОНАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ОБЧИСЛЕНЬ У ХМАРНОМУ СЕРЕДОВИЩІ .....	32
2.1 Сервіс для аналізу електричних кіл постійного струму .....	32
2.2 Сервіс для аналізу частотних характеристик електричних кіл .....	38
2.3 Сервіс для часового аналізу електричних кіл .....	44
2.4 Сервіс для мінімізації аналітично заданих функцій .....	52
2.5 Сервіс для виконання завдань для пакету ALLTED з виведенням графіків з результатів .....	56

2.6 Сервіс для виконання завдань для пакету ALLTED у довільній формі .	61
2.7 Висновки .....	65
3 СТВОРЕННЯ СЕРВІСІВ ТА ЇХ ІНТЕГРАЦІЯ У ЗАСОБИ SOC НА ОСНОВІ ALLTED .....	66
3.1 Встановлення програмних засобів SOC на основі ALLTED .....	66
3.2 Створення нових сервісів SOC на основі ALLTED у складі комплексу розроблених програмних засобів .....	70
3.3 Висновки .....	72
4 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ .....	73
4.1 Вступ .....	73
4.2 Опис приміщення .....	73
4.3 Напруженість праці користувача ПЕОМ .....	74
4.4 Ергономіка робочого місця .....	75
4.5 Висновки .....	78
ВИСНОВКИ .....	79
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	81

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

SOC	Service-Oriented Computing, сервісно-орієнтовані обчислення
ALLTED	All Tegnology Designer, пакет інженерного проектування
REST	Representational State Transfer, передача стану подання – архітектурний принцип побудови програмного забезпечення
JSON	JavaScript Object Notation, формат даних, зручний для перегляду людиною і для машинної обробки
IaaS	Infrastructure as a Service, інфраструктура як сервіс, віртуалізовані обчислювальні ресурси, що надаються провайдером сервісу хмарних обчислень
PaaS	Platform as a Service, платформа як сервіс, програмна платформа для розробки додатків, що надається провайдером сервісу хмарних обчислень

## ВСТУП

Сучасні задачі інженерного проектування мають значну обчислювальну складність, що вимагає побудови обчислювальних систем (зокрема, розподілених) для підвищення ефективності організації таких обчислень. Існує кілька підходів до побудови архітектури обчислень на базі програмного забезпечення для інженерного проектування.

*Локально встановлюване програмне забезпечення.* Такі програмні системи інженерного проектування використовуються на одному комп'ютері, наприклад, ALLTED [1]. Такі програмні засоби інженерного проектування мають недолік: відсутність функціональної сумісності (interoperability), тобто користувачу необхідно обробляти вхідні дані та результати одного програмного засобу для забезпечення можливості його роботи з іншими. Цей недолік може бути усунений шляхом впровадження програмних засобів як сервісів та організації на основі них сервісно-орієнтованих обчислень (SOC), у яких обмін даними між сервісами здійснюється відповідно до визначених стандартів передачі даних [2].

*Сервісно-орієнтований підхід. Веб-сервіси на базі клієнт-серверної архітектури.* Програмне забезпечення для інженерного проектування (зокрема, комплекс ALLTED) може використовуватися для організації віддалених обчислень з використанням простого протоколу доступу до об'єктів (SOAP) на базі XML [3].

Підхід з використанням SOAP не вирішує проблеми пошуку ресурсів і балансування навантаження, а також потребує встановлення програмного забезпечення клієнтської частини, що вимагає заходів для підтримки на різних ОС. Застосування Web браузера у якості клієнта усуває дану

проблему, але такий підхід в основному відноситься до клієнтської частини і не має суттєвого впливу на реалізацію серверної частини, та в цілому не забезпечує функціональну сумісність окремих програмних компонентів [3, 4].

*Грід-сервіси.* Впровадження грід-сервісів з використанням стандарту передачі даних SOAP дозволяє використати переваги сучасних грід-технологій для реалізації серверної частини, зокрема, для вирішення задачі пошуку доступних обчислювальних ресурсів, зберігання даних, організації розрахунків тощо. Обчислювальний процес є набором окремих незалежних веб-сервісів, що взаємодіють та можуть бути розподілені між різними обчислювальними ресурсами. Доступ до веб-сервісів здійснюється з використанням стандартних протоколів (HTTP) [4, 5].

*Хмарні сервіси.* Хмарні обчислення є новою парадигмою гнучкого споживання і надання обчислювальних сервісів та ресурсів за запитом: IaaS (інфраструктура як сервіс), PaaS (платформа як сервіс) і SaaS (програмне забезпечення як сервіс). Представлення програмного забезпечення у вигляді набору розподілених сервісів, які можуть бути налаштовані і передавати дані між собою, може допомогти вирішити такі проблеми, як повторне використання програмного забезпечення, впровадження і розвиток. Таким чином, хмарні обчислення надають можливість ефективної організації SOC з підтримкою функціональної сумісності [5, 6].

*Веб-сервіси з використанням архітектурного принципу REST.* Інженерні SOC можуть бути побудовані на основі альтернативного архітектурного принципу порівняно з SOAP – передачі стану подання (REST) [7].

Перевага архітектурного принципу REST у тому, що основною концепцією є ресурси, доступ до яких здійснюється шляхом стандартних

HTTP запитів, причому клієнти-споживачі сервісів можуть бути реалізовані довільними засобами, і таким чином досягається функціональна сумісність сервісів.

За результати дослідження [8] показано можливість створення на базі ALLTED програмних засобів інженерного проектування у вигляді хмарної SOC-системи, що використовує для обміну даними архітектурний принцип REST. Реалізація таких засобів забезпечить функціональну сумісність при роботі користувача над об'єктом проектування повністю в GridALLTED. Відповідно, для проведення подальших досліджень обрано архітектурний принцип передачі даних REST.

Отже, виходячи, відповідно до аналізу принципів побудови архітектури SOC, з того, що:

а) архітектурний принцип передачі даних REST базується на концепції ресурсів, доступ до яких здійснюється шляхом стандартних HTTP запитів, причому клієнти-споживачі сервісів можуть бути реалізовані довільними засобами, і таким чином досягається функціональна сумісність сервісів;

б) хмарні обчислення надають можливість ефективної організації SOC з підтримкою функціональної сумісності;

в) показано можливість створення на базі ALLTED програмних засобів інженерного проектування у вигляді хмарної SOC-системи, що використовує для обміну даними архітектурний принцип REST;

для проведення досліджень обрано архітектурний принцип передачі даних REST, і проводяться дослідження побудованої системи організації REST SOC на основі ALLTED у вигляді сервісу хмарних обчислень.

# 1 ЗАСОБИ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ СЕРВІСНО-ОРІЄНТОВАНИХ ОБЧИСЛЕНЬ (SOC) НА ОСНОВІ ALLTED У ХМАРНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

У даному розділі досліджено архітектуру розроблених засобів організації SOC на основі ALLTED у хмарному середовищі та властивості їх складових елементів.

## 1.1 Архітектура комплексу SOC з використанням REST сервісів

REST SOC на основі ALLTED реалізовано у вигляді сервісу хмарних обчислень. Схему архітектури розробленого комплексу представлено на рисунку 1.1.

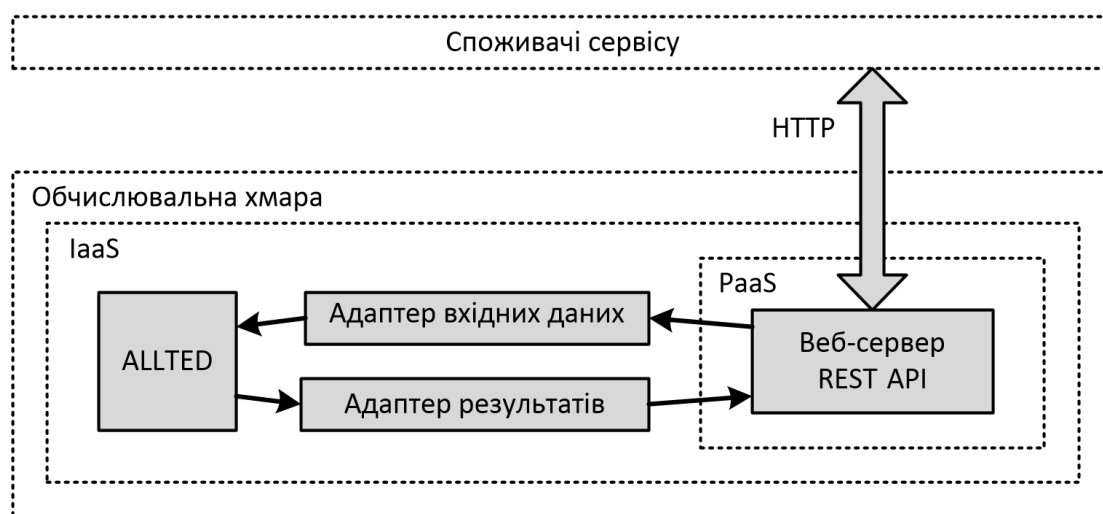


Рисунок 1.1 – Схеми архітектури комплексу SOC з використанням REST сервісів на базі ALLTED



Сервер надає клієнтам REST програмний інтерфейс додатку (API) та складається з наступних програмних компонентів:

а) веб-сервер, що надає REST API веб-клієнтам та взаємодіє з іншими компонентами відповідно до REST-запитів і є компонентом PaaS для побудови веб-серверів, що надається провайдером хмарних обчислень;

б) адаптер вхідних даних, що перетворює дані, надіслані веб-клієнтом для обробки, з формату JavaScript Object Notation (JSON), визначеного у REST API, у формат вхідних даних ALLTED і працює як окрема виконувана програма в операційній системі, наданій у складі IaaS;

в) ALLTED у вигляді виконуваного файлу, що зчитує файл вхідних даних та створює файл результатів, є компонентом IaaS і працює як виконувана програма пакету ALLTED;

г) адаптер результатів, що перетворює дані, отримані після сеансу роботи ALLTED, у формат JSON, визначений у REST API веб-сервера, також працює на обчислюваних ресурсах IaaS як окрема виконувана програма.

Клієнтська частина або інші сервіси обмінюються даними з серверною частиною у форматі JSON, визначеному у функціях базового REST API.

## 1.2 Веб-сервер, що надає REST API

Веб-сервер у складі комплексу розроблених засобів призначений для надання REST сервісів відповідно до заданого API, причому веб-сервер

виконує відповідні до запитів операції з пакетом ALLTED, використовуючи адаптери вхідних та вихідних даних для перетворення даних, що передаються із запитами, у формат, з яким працює пакет ALLTED.

API для ALLTED надає можливість виконання SOC шляхом обробки веб-сервером HTTP-запитів, що відповідають операціям, описаним у таблиці 1.1. Опис параметрів операцій з таблиці 1.1 надано у таблиці 1.2.

Таблиця 1.1 – Опис операцій у API для SOC на основі ALLTED

Назва	Опис	Схема URI	Асинхронність
<b>MAIN</b>	Отримання опису переліку сервісів		Так
<b>DESCRIPTION</b>	Отримання опису сервісу	<назва сервісу>	Так
<b>SUBMIT</b>	Постановка завдання на виконання	<назва сервісу>/ submit	Так
<b>EXECUTE</b>	Виконання завдання	<назва сервісу>/ execute	Ні
<b>STATUS</b>	Отримання статусу завдання, що виконується	status/ <номер завдання>	Так

Продовження таблиці 1.1

<b>Назва</b>	<b>Опис</b>	<b>Схема URI</b>	<b>Асинхронність</b>
<b>RESULT</b>	Отримання результату виконання завдання	result/ <номер завдання>	Так
<b>RESULT_RAW</b>	Отримання необробленого результату виконання завдання	result/ <номер завдання>/ raw	Так
<b>RESULT_ ATTACHMENT</b>	Отримання дodatку до результату виконання завдання	result/ <номер завдання>/ attachment/ <номер прикріплення>	Так
<b>CANCEL</b>	Скасування виконання завдання	cancel/ <номер завдання>	Так
<b>DELETE</b>	Видалення завдання та результатів його виконання	delete/ <номер завдання>	Так

Таблиця 1.2 – Опис параметрів операцій у API для SOC на основі ALLTED

Параметр	Опис
<b>Назва</b>	Назва операції, що коротко описує її сутність, використовується у кодї розроблених програмних засобів, відповідає операціям інтерфейсів грід, на якому базується попередній засіб GridALLTED [4, 9]
<b>Операція</b>	Словесний опис операції
<b>Схема URI</b>	Вигляд уніфікованого ідентифікатора ресурсу (URI), що відповідає операції. <Назва сервісу> відповідає імені окремого сервісу, відповідні якому ресурси використовуються, рядковими буквам. <Номер завдання> відповідає унікальному ідентифікатору, що надається завданню ALLTED, яке виконується за допомогою сервісів, і складається з цифр та символів _. <номер прикріплення> є порядковим номером (починаючи з 0), після якого можуть розміщуватися інші символи (не обов'язково).
<b>Асинхронність</b>	<p>Операція є асинхронною, якщо її результат повертається сутності, що її викликає, негайно, а подальша обробка даних сервісом здійснюється у фоновому режимі.</p> <p>Операція не є асинхронною (тобто, є синхронною), якщо її результат повертається сутності, що її викликає, після обробки пов'язаних з нею даних сервісом.</p> <p>Наприклад, операція EXECUTE є синхронною, оскільки її результат повертається сутності, що її викликає, після обробки даних у процесі виконання завдання за допомогою ALLTED.</p>

Назва операції, що коротко описує її сутність, відповідає (за наявності) операціям інтерфейсів грид NorduGrid ARC та EGEE gLite, на яких базується попередній засіб GridALLTED (таблиця 1.3) [4, 9].

Таблиця 1.3 – Відповідність операцій у API для SOC на основі ALLTED операціям інтерфейсів грид:

<b>Операція API SOC ALLTED</b>	<b>Схема URI операції API SOC ALLTED</b>	<b>Операція інтерфейсу NorduGrid ARC</b>	<b>Операція інтерфейсу EGEE gLite</b>
<b>SUBMIT</b>	<назва сервісу>/ submit	ngsub [options] <task ...>	glite-wms-job-submit <jdl_file>
<b>STATUS</b>	status/ <номер завдання>	ngstat [options] [job ...]	glite-wms-job-status <job_Id>
<b>RESULT</b>	result/ <номер завдання>	ngget [options] [job ...]	glite-wms-job-output <job_Id>
<b>RESULT_RAW</b>	result/ <номер завдання>/ raw		
<b>RESULT_ATTACHMENT</b>	result/ <номер завдання>/ attachment/ <номер прикріплення>		

## Продовження таблиці 1.3

<b>Операція API SOC ALLTED</b>	<b>Схема URI операції API SOC ALLTED</b>	<b>Операція інтерфейсу NorduGrid ARC</b>	<b>Операція інтерфейсу EGEE gLite</b>
<b>CANCEL</b>	cancel/ <номер завдання>	ngkill [options] [job ...]	glite-wms-job-cancel <job_Id>
<b>DELETE</b>	delete/ <номер завдання>	ngclean [options] [job ...]	

Методи HTTP та типи даних (media type), що передаються до та від сервісу, наведено для кожної операції у розроблених програмних засобах у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Параметри HTTP запитів для операцій у API для SOC на основі ALLTED

<b>Операція</b>	<b>HTTP метод</b>	<b>Тип даних, що передаються до сервісу</b>	<b>Тип даних, що повертаються від сервісу</b>
<b>MAIN</b>	GET		text/plain; charset=utf-8
<b>DESCRIPTION</b>	GET		text/plain; charset=utf-8

Продовження таблиці 1.4

<b>Операція</b>	<b>HTTP метод</b>	<b>Тип даних, що передаються до сервісу</b>	<b>Тип даних, що повертаються від сервісу</b>
<b>SUBMIT</b>	POST	application/json; charset=utf-8	application/json; charset=utf-8
<b>EXECUTE</b>	POST	application/json; charset=utf-8	application/json; charset=utf-8
<b>STATUS</b>	GET		application/json; charset=utf-8
<b>RESULT</b>	GET		application/json; charset=utf-8
<b>RESULT_RAW</b>	GET		text/plain charset=utf-8
<b>RESULT_ATTACHMENT</b>	GET		text/html; charset=utf-8
<b>CANCEL</b>	GET		text/plain; charset=utf-8
<b>DELETE</b>	GET		text/plain; charset=utf-8

### 1.3 Адаптер вхідних даних для пакету ALLTED

Адаптер вхідних даних призначений для перетворення даних, що передаються із запитом до веб-сервера, у формат, з яким працює пакет

ALLTED. Адаптер приймає текстові дані від веб-сервера у форматі JSON та повертає текстові вхідні дані для пакету ALLTED у форматі ATD.

Різним сервісам відповідають різні адаптери вхідних даних, але використовуються спільні для усіх сервісів поля даних та функції, описи яких наведені відповідно у таблицях 1.5 та 1.6.

Таблиця 1.5 – Опис спільних полей даних, які обробляє адаптер вхідних даних для пакету ALLTED

Назва поля	Тип поля (текст)	Опис даних, що зберігає поле
<b>type</b>	Текст	Назва сервісу заголовними літерами
<b>submitTime</b>	Дата та час	Дата та час постановки завдання на виконання операцією SUBMIT або EXECUTE у таблиці 1.1
<b>executionTime</b>	Час	Період часу, що минув від часу створення файлу вхідних даних для пакету ALLTED у форматі ATD до часу створення файлів вихідних даних пакету ALLTED у форматах ATO та OUT
<b>id</b>	Номер	Унікальний ідентифікатор завдання, що надається завданню, яке ставиться на виконання, і може бути використаний в URI операцій у таблиці 1.1
<b>status</b>	Текст	Стан завдання з переліку, що описано у таблиці 1.7



## Продовження таблиці 1.5

Назва поля	Тип поля (текст)	Опис даних, що зберігає поле
<b>link</b>	Гіперпосилання	Посилання, що відповідає операції RESULT у таблиці 1.1 за наявності результату виконання завдання або STATUS в інших випадках.

*Примітка.* Усі поля даних, які обробляє адаптер вхідних даних для пакету ALLTED, є обов'язковими для будь-яких розроблених для даних програмних засобів сервісів.

Таблиця 1.6 – Опис спільних функцій, які викликає адаптер вхідних даних для пакету ALLTED

Назва функції	Чи обов'язкова для сервісів	Перелік аргументів	Значення	Опис функції
<b>generate Allted Task</b>	Так		Текст завдання ALLTED у форматі ATD	Створює текст завдання ALLTED у форматі ATD, використовуючи значення у полях даних, відповідних сервісу

Опис станів завдання, що присвоюються даним завдання у форматі JSON адаптером вхідних даних для пакету ALLTED, наведено у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Опис станів завдання, які присвоює завданням адаптер вхідних даних для пакету ALLTED

<b>Назва стану</b>	<b>Опис стану</b>
<b>Running</b>	Завдання поставлене на виконання, виконується, не скасоване
<b>Finished</b>	Завдання виконане без помилок
<b>Aborted</b>	Завдання виконане з помилками
<b>Expired</b>	Виконання завдання скасовано сервісом через перевищення заданого максимального часу виконання відповідного завдання у форматі ATD пакетом ALLTED
<b>Cancelled</b>	Виконання завдання скасовано операцією CANCEL у таблиці 1.1

Назви станів завдання, які присвоює завданням адаптер вхідних даних для пакету ALLTED, порівнюються з назвами станів завдання у грид NorduGrid ARC та EGEE gLite, на яких базується попередній засіб GridALLTED, у таблиці 1.8 [4, 9].

Таблиця 1.8 – Відповідність станів завдання з API для SOC на основі ALLTED станам завдання у грид:

<b>Стан завдання API SOC ALLTED</b>	<b>Стан завдання NorduGrid ARC</b>	<b>Стан завдання EGEE gLite</b>
<b>Running</b>	InLRMS,	RUNNING
<b>Finished</b>	FINISHED	DONE (ok)
<b>Aborted</b>		DONE (failed)

Продовження таблиці 1.8

<b>Стан завдання API SOC ALLTED</b>	<b>Стан завдання NorduGrid ARC</b>	<b>Стан завдання EGEE gLite</b>
<b>Expired</b>	FINISHED (PENDING)	ABORTED
<b>Cancelled</b>	CANCELLING, FINISHED	CANCELLED

#### 1.4 Адаптер вихідних даних пакету ALLTED

Адаптер вихідних даних призначений для перетворення даних, які створює у результаті роботи пакет ALLTED, у дані, що передаються із результатами запитів від веб-сервера. Адаптер приймає текстові вихідні дані пакету ALLTED у форматах ATO та OUT та повертає веб-серверу текстові дані результату у форматі JSON.

Різним сервісам відповідають різні адаптери вихідних даних, але використовуються спільні для усіх сервісів, поля даних та функції, описи яких наведені відповідно у таблицях 1.9 та 1.10.

Таблиця 1.9 – Опис спільних полей даних, які обробляє адаптер вихідних даних пакету ALLTED

Назва поля	Тип поля	Опис даних, що зберігає поле
<b>task</b>	Завдання	Завдання, яке приймає від веб-сервера адаптер вхідних даних для пакету ALLTED. Включається у склад результату у даному полі
<b>rawLink</b>	Текст (гіперпосилання)	Посилання, що відповідає операції RESULT_RAW у таблиці 1.1 (отримування необробленого результату роботи пакету ALLTED у форматі АТО)

*Примітка.* Усі спільні поля даних, які обробляє адаптер вхідних даних для пакету ALLTED, є обов'язковими для усіх сервісів.

Таблиця 1.10 – Опис спільних функцій, які викликає адаптер вихідних даних пакету ALLTED

Назва функції	Чи обов'язкова для сервісів	Перелік аргументів	Значення	Опис функції
<b>parse Allted Result</b>	Так	Тексти результатів роботи пакету ALLTED у форматах АТО, OUT		Заповнює на основі даних аргументів поля даних результату, відповідних сервісу

Продовження таблиці 1.10

Назва функції	Чи обов'язкова для сервісів	Перелік аргументів	Значення	Опис функції
<b>generate Attach-ment</b>	Ні	Номер додатку (текстом), тексти результатів роботи пакету ALLTED у форматі OUT	Текст додатку у форматі HTML	Створює HTML текст додатку з заданим номером (починаючи від 0), використовуючи тексти результатів роботи пакету ALLTED у форматі OUT (інформацію про графіки)

### 1.5 Засіб доступу до пакету ALLTED

Хоча пакет ALLTED безпосередньо не входить до складу розроблених засобів, до них належить засіб доступу до пакету ALLTED – скрипт, який призначений для запуску завдань на виконання за допомогою виконуваного файлу програми ALLTED способом, що мінімізує кількість передаваних параметрів (дозволяє уникати повторів параметрів), переміщує результати роботи ALLTED у теку, що відповідає ідентифікатору завдання; є

інтерфейсом до пакету ALLTED з боку інших компонентів розроблених засобів.

Відповідно до тексту скрипту скриптовою мовою терміналу Unix-подібних операційних систем [10], у яких працює пакет ALLTED:

```
./allted "../tasks/$1/task.atd" "../tasks/$1/result.ato"  
  
cp *.out "../tasks/$1/"
```

виклик даного скрипту з єдиним параметром – ідентифікатором завдання – призведе до виконання у пакету ALLTED завдання з файлу task.atd у теці tasks/<ідентифікатор завдання> та переміщення у ту ж теку файлів результатів роботи пакету ALLTED у форматі OUT (інформацію про графіки).

## 1.6 Висновки

Архітектура комплексу програмних засобів для організації SOC на базі інженерного пакету ALLTED, базується на хмарних обчислювальних ресурсах PaaS та IaaS, архітектурному принципі REST і дозволяє забезпечити функціональну сумісність при обміні даними зі споживачами сервісу.

ALLTED виступає у ролі набору ресурсів, які надаються як хмарні сервіси SOC і на кожний з яких можна посилатися глобальним ідентифікатором (URI у HTTP) з боку веб-клієнтів або інших REST сервісів.

Надано опис функціонального призначення структурних компонентів запропонованого комплексу. Застосування моделей надання хмарних обчислювальних ресурсів PaaS та IaaS відповідно до функціонального призначення компонентів дозволяє використовувати переваги хмарних обчислень та підвищити ефективність розгортання комплексу.

## 2 ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ SOC НА ОСНОВІ ALLTED ДЛЯ ВИКОНАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ОБЧИСЛЕНЬ У ХМАРНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

У даному розділі досліджено сервіси у складі розроблених засобів організації SOC на основі ALLTED та здійснено порівняння результатів їх роботи з результатами роботи пакету ALLTED на тестових прикладах, що відповідають специфіці даних сервісів, з метою показати коректність їх роботи.

Сервіси надаються за URL-адресою, вказаною у репозиторії розроблених засобів [11].

У кожному підрозділі досліджено один з розроблених сервісів. Здійснюється порівняння результатів роботи сервісу та пакету ALLTED за значеннями параметрів, що відповідають полям адаптера результатів роботи відповідного сервісу.

### 2.1 Сервіс для аналізу електричних кіл постійного струму

Даний сервіс створює та здійснює постановку на виконання у пакеті ALLTED завдань із заданим режимом DC відповідно до документації до пакету ALLTED.

Сервіс надається за URI-схемою: dc. Опис специфічних для сервісу полів даних адаптера вхідних даних (завдання) наводиться у таблиці 2.1,



полів даних вихідних даних (результату) – у таблиці 2.2, тут і далі – відповідно до документації ALLTED.

Таблиця 2.1 – Опис полів даних сервісу для аналізу електричних кіл постійного струму, які обробляє адаптер вхідних даних для пакету ALLTED

Назва поля	Тип поля	Опис даних, що зберігає поле
<b>elements</b>	Текст (структурований)	Опис електричного кола у вигляді: "тип і номер елемента": { "from": № вузла, "to": № вузла, "value": значення }
<b>variableParameters</b>	Текст (структурований)	Змінні параметри схеми у вигляді: "тип і номер елемента": { "min": мінімальне значення, "max": максимальне значення }
<b>targetNode</b>	Ціле число	№ вузла, у якому є цільова напруга
<b>targetNodeVoltage</b>	Число	Цільова напруга у заданому вузлі
<b>optimizationMethod</b>	Ціле число	Параметр METHOD
<b>operationError</b>	Число	Параметр OPERR

Таблиця 2.2 – Опис полей даних сервісу для аналізу електричних кіл постійного струму, які заповнює адаптер вихідних даних пакету ALLTED

Назва поля	Тип поля	Опис даних, що зберігає поле
<b>solutionError</b>	Число	Значення цільової функції, складеної ALLTED для виконання завдання
<b>optimalPoint</b>	Текст (структурований)	Значення змінних параметрів в оптимальній точці у вигляді: “тип і номер елемента”: оптимальне значення

*Приклад роботи сервісу.*

Текст завдання у форматі JSON, яке надходить до веб-сервера сервісу при запиті операції SUBMIT або EXECUTE (таблиця 1.1):

```
"task": {
  "elements": {
    "R1": {
      "from": 1,
      "to": 2,
      "value": 5
    },
    "R2": {
      "from": 2,
      "to": 3,
      "value": 5
    },
    "R3": {
      "from": 2,
      "to": 0,
      "value": 5
    },
    "R4": {
      "from": 3,
      "to": 0,
      "value": 5
    }
  }
}
```

```

    },
    "E1": {
        "from": 1,
        "to": 0,
        "value": 5
    }
},
"variableParameters": {
    "R1=R4": {
        "min": 0.1,
        "max": 10
    },
    "R3": {
        "min": 0.1,
        "max": 10
    }
},
"targetNode": 2,
"targetNodeVoltage": 2.7,
"optimizationMethod": 120,
"operationError": 0.001
}

```

Текст згенерованого функцією generateAlltedTask (таблиця 1.6) завдання у форматі ATD для виконання пакетом ALLTED:

```

Object
search ALLTED;
circuit GENERATED;
R1(1,2)=5.0;
R2(2,3)=5.0;
R3(2,0)=5.0;
R4(3,0)=5.0;
E1(1,0)=5.0;
&&
task
dc;
optim;
varpar R1=R4(0.1,10.0);
varpar R3(0.1,10.0);
fix f=fixa(v2,0);

```

```

of tt1=f2(2.7/f);
const method=120;
option 48;
const operr = 0.001;
&&
END

```

Текст результату у форматі JSON виконання завдання, який генерується на основі даних результату роботи пакету ALLTED у форматі АТО:

```

{
  "task": {
    "type": "DC",
    "submitTime": "2015-05-21 14:12:25.025 UTC",
    "executionTime": "0 s",
    "id": "1432217545588_1955105346",
    "status": "Finished",
    "link": "http://52.11.192.239/result/1432217545588_1955105346",
    "elements": {
      "R1": {
        "from": 1,
        "to": 2,
        "value": 5
      },
      "R2": {
        "from": 2,
        "to": 3,
        "value": 5
      },
      "R3": {
        "from": 2,
        "to": 0,
        "value": 5
      },
      "R4": {
        "from": 3,
        "to": 0,
        "value": 5
      },
    }
  }
}

```

```

        "E1": {
            "from": 1,
            "to": 0,
            "value": 5
        }
    },
    "variableParameters": {
        "R1=R4": {
            "min": 0.1,
            "max": 10
        },
        "R3": {
            "min": 0.1,
            "max": 10
        }
    },
    "targetNode": 2,
    "targetNodeVoltage": 2.7,
    "optimizationMethod": 120,
    "operationError": 0.001
}
"rawLink":
"http://52.11.192.239/result/1432217545588_1955105346/raw",
"solutionError": 0.000373840332,
"optimalPoint": {
    "R1": 3.454173729,
    "R3": 7.787878776,
    "R4": 3.454173729
}
}

```

Таблиця 2.3 містить значення специфічних для сервісу полей результату виконання тестового завдання та відповідні значення, що містяться у тексті результату роботи пакету ALLTED у форматі АТО:

Таблиця 2.3 – Порівняння значень полей результату виконання тестового завдання та відповідних значень у результаті роботи ALLTED

<b>Назва поля</b>	<b>Значення поля</b>	<b>Значення у результаті роботи ALLTED</b>
<b>R1</b>	3.454173729	.3454173729E+01
<b>R3</b>	7.787878776	.7787878776E+01
<b>R4</b>	3.454173729	.3454173729E+01

У таблиці 2.3 відповідні числові значення співпадають. Таким чином, показано коректність роботи сервісу на тестовому прикладі.

## 2.2 Сервіс для аналізу частотних характеристик електричних кіл

Даний сервіс створює та здійснює постановку на виконання у пакеті ALLTED завдань із заданим режимом АС відповідно до документації до пакету ALLTED.

Сервіс надається за URI-схемою: ас. Опис специфічних для сервісу полів даних адаптера вхідних даних (завдання) наводиться у таблиці 2.4, полів даних вихідних даних (результату) – у таблиці 2.5.

Таблиця 2.4 – Опис полей даних сервісу для аналізу частотних характеристик електричних кіл, що обробляє адаптер вхідних даних для пакету ALLTED

Назва поля	Тип поля	Опис даних, що зберігає поле
<b>elements</b>	Текст (структурований)	Опис електричного кола у вигляді: "тип і номер елемента": { "from": № вузла, "to": № вузла, "value": значення }
<b>transferFunction</b>	Текст (структурований)	Опис передатної функції у вигляді: "чисельник/знаменник": { "тип": "струм/напруга на елементі/напруга у вузлі", "назва елемента": "тип і № елемента"}},
<b>minFrequency</b>	Число	Мінімальна частота для аналізу
<b>maxFrequency</b>	Число	Максимальна частота для аналізу
<b>plotResponses</b>	Текст (структурований)	"функція від частоти": [ "амплітуда/фаза/дійсна частина/уявна частина"]

Таблиця 2.5 – Опис полей даних сервісу для аналізу частотних характеристик електричних кіл, що заповнює адаптер вихідних даних пакету ALLTED

Назва поля	Тип поля	Опис даних, що зберігає поле
<b>graphLink</b>	Текст	Гіперпосилання на додаток, що є зображенням графіка у векторному форматі SVG

## Продовження таблиці 2.5

Назва поля	Тип поля	Опис даних, що зберігає поле
<b>plotRange</b>	Текст (структурований)	Області визначення та значень у вигляді: "назва змінної": [ мінімальне значення, максимальне значення ]

*Приклад роботи сервісу.*

Текст завдання у форматі JSON, яке надходить до веб-сервера сервісу при запиті операції SUBMIT або EXECUTE (таблиця 1.1):

```
{
  "elements":{
    "C1":{"from":1,"to":2,"value":0.001},
    "L2":{"from":2,"to":3,"value":0.05},
    "R3":{"from":2,"to":0,"value":5},
    "L4":{"from":3,"to":0,"value":0.5},
    "E1":{"from":1,"to":0,"value":1}
  },
  "transferFunction":{
    "numerator":{"variableType":"current","variableName":"C1"},
    "denominator":{"variableType":"voltage","variableName":"L2"}
  },
  "minFrequency":0.1,
  "maxFrequency":30,
  "plotResponses":["amplitude","phase"]
}
```



Текст згенерованого функцією generateAlltedTask (таблиця 1.6) завдання у форматі ATD для виконання пакетом ALLTED:

```
Object
search ALLTED;
circuit GENERATED;
C1(1,2)=0.001;
L2(2,3)=0.05;
R3(2,0)=5.0;
L4(3,0)=0.5;
E1(1,0)=1.0;
&&
task
dc;
ac;
TF Ku = IC1 / UL2;
const Lfreq = 0.1, Ufreq = 30.0;
plot DB.Ku;
plot PH.Ku;
&&
END
```

Текст результату у форматі JSON виконання завдання, який генерується на основі даних результату роботи пакету ALLTED у форматі ATO:

```
{
  "task": {
    "type": "AC",
    "submitTime": "2015-05-21 14:38:16.016 UTC",
    "executionTime": "0 s",
    "id": "1432219096263_905758383",
    "status": "Finished",
    "link": "http://52.11.192.239/result/1432219096263_905758383",
    "elements": {
      "C1": {
        "from": 1,
        "to": 2,
        "value": 0.001
      },

```

```

    "L2":{
      "from":2,
      "to":3,
      "value":0.05
    },
    "R3":{
      "from":2,
      "to":0,
      "value":5
    },
    "L4":{
      "from":3,
      "to":0,
      "value":0.5
    },
    "E1":{
      "from":1,
      "to":0,
      "value":1
    }
  },
  "transferFunction":{
    "numerator":{
      "variableType":"current",
      "variableName":"C1"
    },
    "denominator":{
      "variableType":"voltage",
      "variableName":"L2"
    }
  },
  "minFrequency":0.1,
  "maxFrequency":30,
  "plotResponses":[
    "amplitude",
    "phase"
  ]
},
"rawLink": "http://52.11.192.239/result/1432219096263_905758383/raw",
"plot": {
  "DB.KU": {

```

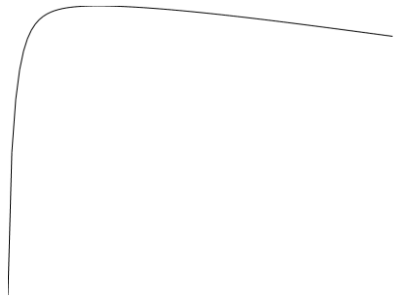
```

    "graphLink":
"http://52.11.192.239/result/1432219096263_905758383/attachment/0.svg",
    "plotRange": {
      "FREQ": [
        0.1,
        30
      ],
      "DB.KU": [
        -64.052,
        -40
      ]
    }
  },
  "PH.KU": {
    "graphLink":
"http://52.11.192.239/result/1432219096263_905758383/attachment/1.svg",
    "plotRange": {
      "FREQ": [
        0.1,
        30
      ],
      "PH.KU": [
        -179.74,
        179.18
      ]
    }
  }
}

```

Таблиця 2.6 містить графіки, що надаються у результаті обробки тестового завдання сервісом у вигляді додатків, та графіки, побудовані за даними результату роботи пакету ALLTED у форматі OUT.

Таблиця 2.6 – Порівняння графіків у результаті виконання тестового завдання та відповідних графіків, побудованих у результаті роботи ALLTED

№ до- датку	Області визна- чення і значень	Графік, що надається сервісом у додатку	Графік за результатами роботи ALLTED
<b>0</b>	FREQ: [0.1, 30], DB.KU: [-64.052, -40]		
<b>1</b>	FREQ: [0.1, 30], PH.KU: [-179.74, 179.18]		

У таблиці 2.6 відповідні графіки співпадають. Таким чином, показано коректність роботи сервісу на тестовому прикладі.

### 2.3 Сервіс для часового аналізу електричних кіл

Даний сервіс створює та здійснює постановку на виконання у пакеті ALLTED завдань із заданим режимом TR відповідно до документації до пакету ALLTED.

Сервіс надається за URI-схемою: time. Опис специфічних для сервісу полів даних адаптера вхідних даних (завдання) наводиться у таблиці 2.7, полів даних вихідних даних (результату) – у таблиці 2.8.

Таблиця 2.7 – Опис полів даних сервісу для часового аналізу електричних кіл, які обробляє адаптер вхідних даних для пакету ALLTED

Назва поля	Тип поля	Опис даних, що зберігає поле
<b>elements</b>	Текст (структурований)	Опис електричного кола у вигляді: "тип і номер елемента": { "from": № вузла, "to": № вузла, "value": значення}
<b>maxTime</b>	Число	Час завершення аналізу (початок - у час 0)
<b>plotVoltage AtNodes</b>	Текст (структурований)	Перелік номерів вузлів, графіки напруги у яких будувати, у вигляді: "графіки":[№ вузла]
<b>plotCurrent AtElements</b>	Текст (структурований)	Перелік елементів, графіки струму через які будувати, у вигляді: "графіки":["тип і номер елемента"]

Таблиця 2.8 – Опис полів даних сервісу для часового аналізу електричних кіл, які заповнює адаптер вихідних даних пакету ALLTED

Назва поля	Тип поля	Опис даних, що зберігає поле
<b>graphLink</b>	Текст	Гіперпосилання на додаток, що є зображенням графіка у векторному форматі SVG

## Продовження таблиці 2.8

Назва поля	Тип поля	Опис даних, що зберігає поле
<b>plotRange</b>	Текст (структурований)	Області визначення та значень у вигляді: "назва змінної": [ мінімальне значення, максимальне значення ]

*Приклад роботи сервісу.*

Текст завдання у форматі JSON, яке надходить до веб-сервера сервісу при запиті операції SUBMIT або EXECUTE (таблиця 1.1):

```
{
  "elements":{
    "C1":{
      "from":1,
      "to":2,
      "value":0.01
    },
    "L2":{
      "from":2,
      "to":3,
      "value":0.8
    },
    "R3":{
      "from":2,
      "to":0,
      "value":5
    },
    "R4":{
      "from":3,
      "to":0,
      "value":5
    }
  }
}
```

```

    },
    "E1":{
        "from":1,
        "to":0,
        "value":{
            "pulse":{
                "lowValue":0.1,
                "highValue":5,
                "delay":1,
                "riseTime":1,
                "fallTime":1,
                "peakTime":2,
                "period":7
            }
        }
    }
},
"maxTime":10,
"plotVoltageAtNodes":[
    1,
    2
],
"plotCurrentAtElements":[
    "C1",
    "L2"
]
}

```

Текст згенерованого функцією generateAlltedTask (таблиця 1.6) завдання у форматі ATD для виконання пакетом ALLTED:

```

Object
search ALLTED;
circuit GENERATED;
C1(1,2)=0.01;
L2(2,3)=0.8;
R3(2,0)=5.0;
R4(3,0)=5.0;
E1(1,0)=FPULSE(0.1, 5.0, 1.0, 1.0, 1.0, 2.0, 7.0);
&&

```

```

task
tr;
dc;
const tmax=10.0;
plot V1;
plot V2;
plot iC1;
plot iL2;
&&
END

```

Текст результату у форматі JSON виконання завдання, який генерується на основі даних результату роботи пакету ALLTED у форматі ATO:

```

{
  "task": {
    "type": "TIME",
    "submitTime": "2015-05-21 15:11:16.016 UTC",
    "executionTime": "0 s",
    "id": "1432221076625_1652836383",
    "status": "Finished",
    "link": "http://52.11.192.239/result/1432221076625_1652836383",{
    "elements":{
      "C1":{
        "from":1,
        "to":2,
        "value":0.01
      },
      "L2":{
        "from":2,
        "to":3,
        "value":0.8
      },
      "R3":{
        "from":2,
        "to":0,
        "value":5
      },
      "R4":{

```



```

        "from":3,
        "to":0,
        "value":5
    },
    "E1":{
        "from":1,
        "to":0,
        "value":{
            "pulse":{
                "lowValue":0.1,
                "highValue":5,
                "delay":1,
                "riseTime":1,
                "fallTime":1,
                "peakTime":2,
                "period":7
            }
        }
    }
},
"maxTime":10,
"plotVoltageAtNodes":[
    1,
    2
],
"plotCurrentAtElements":[
    "C1",
    "L2"
]
},
"rawLink": "http://52.11.192.239/result/1432221076625_1652836383/raw",
"plot": {
    "V1": {
        "graphLink":
"http://52.11.192.239/result/1432221076625_1652836383/attachment/0.svg",
        "plotRange": {
            "TIME": [
                0,
                10
            ],
            "V1": [

```

```

        0.1,
        5
    ]
    },
    "V2": {
        "graphLink":
"http://52.11.192.239/result/1432221076625_1652836383/attachment/1.svg",
        "plotRange": {
            "TIME": [
                0,
                10
            ],
            "V2": [
                -0.17821,
                0.17855
            ]
        }
    },
    "IC1": {
        "graphLink":
"http://52.11.192.239/result/1432221076625_1652836383/attachment/2.svg",
        "plotRange": {
            "TIME": [
                0,
                10
            ],
            "IC1": [
                -0.052701,
                0.052695
            ]
        }
    },
    "IL2": {
        "graphLink":
"http://52.11.192.239/result/1432221076625_1652836383/attachment/3.svg",
        "plotRange": {
            "TIME": [
                0,
                10
            ],

```

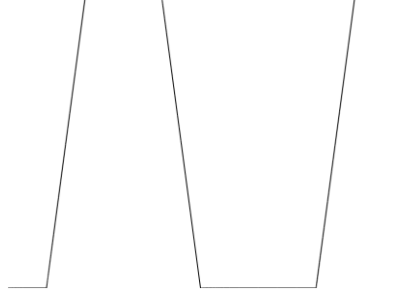
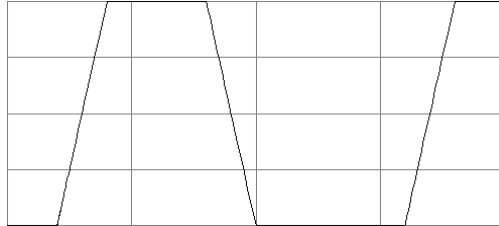
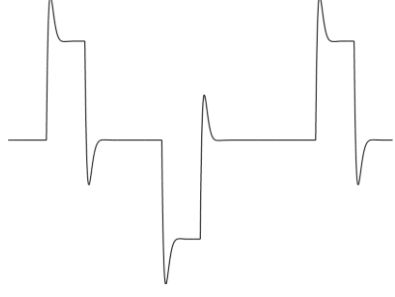
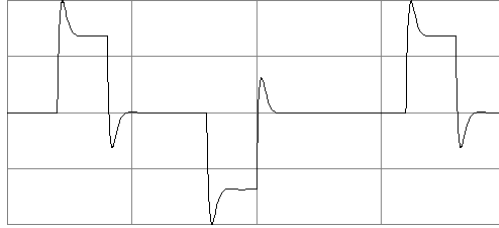
```

      "IL2": [
        -0.024719,
        0.024722
      ]
    }
  }
}

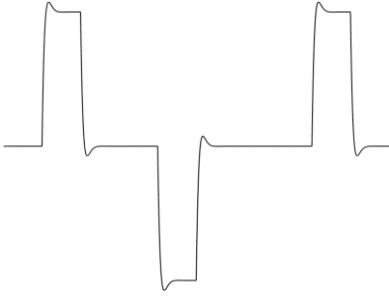
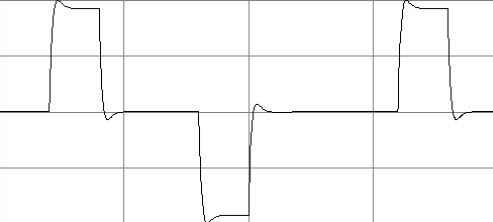
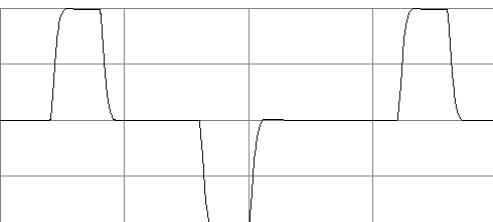
```

Таблиця 2.9 містить графіки, що надаються у результаті обробки тестового завдання сервісом у вигляді додатків, та графіки, побудовані за даними результату роботи пакету ALLTED у форматі OUT:

Таблиця 2.9 – Порівняння графіків у результаті виконання тестового завдання та відповідних графіків, побудованих у результаті роботи ALLTED

№ до- датку	Області визна- чення і значень	Графік, що надається сервісом у додатку	Графік за результатами роботи ALLTED
<b>0</b>	TIME: [0, 10], V1: [0.1, 5]		
<b>1</b>	TIME: [0, 10], V2: [-0.1782, 0.1785]		

Продовження таблиці 2.9

№ до- датку	Області визна- чення і значень	Графік, що надається сервісом у додатку	Графік за результатами роботи ALLTED
2	TIME: [0, 10], IC1: [-0.0527, 0.0526]		
3	TIME: [0, 10], IL2: [-0.0247, 0.0247]		

У таблиці 2.9 відповідні графіки співпадають. Таким чином, показано коректність роботи сервісу на тестовому прикладі.

## 2.4 Сервіс для мінімізації аналітично заданих функцій

Даний сервіс створює та здійснює постановку на виконання у пакеті ALLTED завдань, що генеруються відповідно до наданого тексту запису аналітично заданої функції відповідно до документації до компонентів ALLTED, розроблених за результатами дослідження [12].

Сервіс надається за URI-схемою: optimization. Опис специфічних для сервісу полів даних адаптера вхідних даних (завдання) наводиться у таблиці 2.10, полів даних вихідних даних (результату) – у таблиці 2.11.

Таблиця 2.10 – Опис полів даних сервісу для мінімізації аналітично заданих функцій, які обробляє адаптер вхідних даних для пакету ALLTED

Назва поля	Тип поля	Опис даних, що зберігає поле
<b>function</b>	Текст	Запис аналітично заданої функції у вигляді: "f(x1, x2, ..., xN) = вираз від x1, x2, ..., xN та числових констант"
<b>lowPoint</b>	Масив чисел	Покоординатна нижня границя інтервалу оптимізації
<b>highPoint</b>	Масив чисел	Покоординатна верхня границя інтервалу оптимізації
<b>startPoint</b>	Масив чисел	Координати початкової точки процедури оптимізації

Таблиця 2.11 – Опис полів даних сервісу для мінімізації аналітично заданих функцій, які заповнює адаптер вихідних даних пакету ALLTED

Назва поля	Тип поля	Опис даних, що зберігає поле
<b>optimalValue</b>	Число	Значення цільової функції у кінцевій точці після роботи процедури оптимізації
<b>optimalPoint</b>	Текст (структурований)	Координати кінцевої точки після роботи процедури оптимізації у вигляді: “оптимальна точка”: { “G назва змінної”: числове значення }

*Приклад роботи сервісу.*

Текст завдання у форматі JSON, яке надходить до веб-сервера сервісу при запиті операції SUBMIT або EXECUTE (таблиця 1.1):

```
{
  "function":"f(x1,x2) = x1^2 + x2^2 - 10 * cos(2 * pi * x1) - 10 * cos(2 * pi *
x2) + 20",
  "lowPoint": [
    -10,
    -10
  ],
  "highPoint": [
    10,
    10
  ],
  "startPoint": [
    9,
    10
  ]
}
```

Текст згенерованого функцією generateAlltedTask (таблиця 1.6) завдання у форматі ATD для виконання пакетом ALLTED:

```
object
search ALLTED;
circuit GENERATED;
Cx1(1,2)=1;
Gx1(2,0)=9.000000;
Cx2(2,3)=1;
Gx2(3,0)=10.000000;
E1(1,0)=1;
&
task
DC;
OPTIM;
VARPAR Gx1(-10.000000,10.000000),Gx2(-10.000000,10.000000);
FIX f=FIXA(v2,0.1);
of VALUE=f555(1/f);
```

```

CONST METHOD=120;
OPTION 48;
const operr=1e-6;
&
end

```

Текст результату у форматі JSON виконання завдання, який генерується на основі даних результату роботи пакету ALLTED у форматі АТО:

```

{
  "task": {
    "type": "OPTIMIZATION",
    "submitTime": "2015-05-21 15:27:53.053 UTC",
    "executionTime": "0 s",
    "id": "1432222073807_188065290",
    "status": "Finished",
    "link": "http://52.11.192.239/result/1432222073807_188065290",{
    "function": "f(x1,x2) = x1^2 + x2^2 - 10 * cos(2 * pi * x1) - 10 * cos(2 * pi *
x2) + 20",
    "lowPoint": [
      -10,
      -10
    ],
    "highPoint": [
      10,
      10
    ],
    "startPoint": [
      9,
      10
    ]
  ],
  "rawLink": "http://52.11.192.239/result/1432222073807_188065290/raw",
  "optimalValue": 0,
  "optimalPoint": {
    "GX1": -2.094076131e-10,
    "GX2": -3.915223367e-10
  }
}

```

Таблиця 2.12 містить значення специфічних для сервісу полей результату виконання тестового завдання та відповідні значення, що містяться у тексті результату роботи пакету ALLTED у форматі АТО:

Таблиця 2.12 – Порівняння значень полей результату виконання тестового завдання та відповідних значень у результаті роботи ALLTED

Назва поля	Значення поля	Значення у результаті роботи ALLTED
<b>optimalValue</b>	0	.0000000000E+00
<b>GX1</b>	-2.094076131e-10	-.2094076131E-09
<b>GX2</b>	-3.915223367e-10	-.3915223367E-09

У таблиці 2.12 відповідні числові значення співпадають. Таким чином, показано коректність роботи сервісу на тестовому прикладі.

## 2.5 Сервіс для виконання завдань для пакету ALLTED з виведенням графіків з результатів

Даний сервіс створює та здійснює постановку на виконання у пакеті ALLTED завдань, що включають безпосередньо текст завдань ALLTED у форматі ATD відповідно до документації, який містить директиву PLOT, і відповідно надає побудовані графіки у вигляді ресурсів – векторної графіки у форматі SVG.



Сервіс надається за URI-схемою: plot. Опис специфічних для сервісу полів даних адаптера вхідних даних (завдання) наводиться у таблиці 2.13, полів даних вихідних даних (результату) – у таблиці 2.14.

Таблиця 2.13 – Опис полів даних сервісу виконання завдань у довільній формі з виведенням графіків, що обробляє адаптер вхідних даних для пакету ALLTED

Назва поля	Тип поля	Опис даних, що зберігає поле
<b>raw</b>	Текст	Текст завдання ALLTED у форматі ATD з наявною директивою PLOT

Таблиця 2.14 – Опис полів даних сервісу виконання завдань у довільній формі з виведенням графіків, що заповнює адаптер вихідних даних пакету ALLTED

Назва поля	Тип поля	Опис даних, що зберігає поле
<b>graphLink</b>	Текст	Гіперпосилання на додаток, що є зображенням графіка у векторному форматі SVG
<b>plotRange</b>	Текст (структурований)	Області визначення та значень у вигляді: "назва змінної": [ мінімальне значення, максимальне значення ]

*Приклад роботи сервісу.*

Текст завдання у форматі JSON, яке надходить до веб-сервера сервісу при запиті операції SUBMIT або EXECUTE (таблиця 1.1):

```
{
  "raw":
    "OBJECT\n
    CIRCUIT MCCLAB1;\n
    Ein(0,1) = 1;\n
    R1(1,2) = 10;\n
    L1(2,3) = 0.2;\n
    C1(3,4) = 0.001;\n
    L2(4,0) = 0.5;\n
    &\n
    TASK\n
    DC;\n
    AC;\n
    TF Ku = UL2 / UEin;\n
    CONST Lfreq = 1, Ufreq = 20;\n
    PLOT DB.Ku;\n
    &\n
    END.\n"
}
```

Текст згенерованого функцією generateAlltedTask (таблиця 1.6) завдання у форматі ATD для виконання пакетом ALLTED:

```
OBJECT
CIRCUIT MCCLAB1;
Ein(0,1) = 1;
R1(1,2) = 10;
L1(2,3) = 0.2;
C1(3,4) = 0.001;
L2(4,0) = 0.5;
&
TASK
DC;
AC;
TF Ku = UL2 / UEin;
```

```

CONST Lfreq = 1, Ufreq = 20;
PLOT DB.Ku;
&
END.

```

Текст результату у форматі JSON виконання завдання, який генерується на основі даних результату роботи пакету ALLTED у форматі АТО:

```

{
  "task": {
    "type": "PLOT",
    "submitTime": "2015-05-21 15:44:31.031 UTC",
    "executionTime": "0 s",
    "id": "1432223071375_352741690",
    "status": "Finished",
    "link": "http://52.11.192.239/result/1432223071375_352741690",
    "raw":
      "OBJECT\n
      CIRCUIT MCCLAB1;\n
      Ein(0,1) = 1;\n
      R1(1,2) = 10;\n
      L1(2,3) = 0.2;\n
      C1(3,4) = 0.001;\n
      L2(4,0) = 0.5;\n
      &\n
      TASK\n
      DC;\n
      AC;\n
      TF Ku = UL2 / UEin;\n
      CONST Lfreq = 1, Ufreq = 20;\n
      PLOT DB.Ku;\n
      &\n
      END.\n"
  },
  "rawLink":
    "http://52.11.192.239/result/1432223071375_352741690/raw",
  "plot": {
    "DB.KU": {
      "graphLinks": {

```

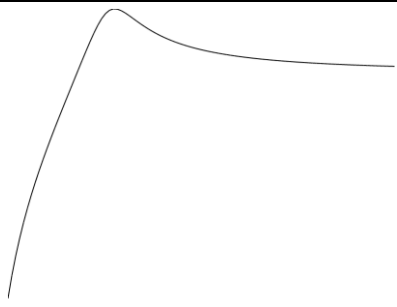
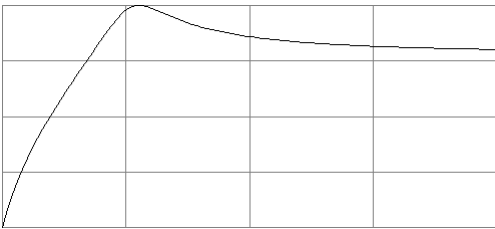
```

    "graph":
    "http://52.11.192.239/result/1432223071375_352741690/attachment/0.svg"
    },
    "plotRange": {
      "FREQ": [
        1,
        20
      ],
      "DB.KU": [
        -33.868,
        5.6758
      ]
    }
  }
}

```

Таблиця 2.15 містить графіки, що надаються у результаті обробки тестового завдання сервісом у вигляді додатків, та графіки, побудовані за даними результату роботи пакету ALLTED у форматі OUT:

Таблиця 2.15 – Порівняння графіків у результаті виконання тестового завдання та відповідних графіків, побудованих у результаті роботи ALLTED

№ до- датку	Області визна- чення і значень	Графік, що надається сервісом у додатку	Графік за результатами роботи ALLTED
0	FREQ: [1, 20], DB.KU: [-33.868, 5.6758]		

У таблиці 2.15 відповідні графіки співпадають. Таким чином, показано коректність роботи сервісу на тестовому прикладі.

## 2.6 Сервіс для виконання завдань для пакету ALLTED у довільній формі

Даний сервіс створює та здійснює постановку на виконання у пакеті ALLTED завдань, що включають безпосередньо текст завдань ALLTED у форматі ATD відповідно до документації, і надає базовий результат – доступ до результату виконання завдання ALLTED у форматі АТО.

Сервіс надається за URI-схемою: raw. Опис специфічних для сервісу полів даних адаптера вхідних даних (завдання) наводиться у таблиці 2.16; специфічних полів даних вихідних даних (результату) немає, оскільки надається тільки результат у стандартному полі rawLink (таблиця 1.9).

Таблиця 2.16 – Опис полів даних сервісу виконання завдань у довільній формі, які обробляє адаптер вхідних даних для пакету ALLTED

Назва поля	Тип поля	Опис даних, що зберігає поле
raw	Текст	Текст завдання ALLTED у форматі ATD

*Приклад роботи сервісу.*

Текст завдання у форматі JSON, яке надходить до веб-сервера сервісу при запиті операції SUBMIT або EXECUTE (таблиця 1.1):

```
{
  "raw":
    "OBJECT\n
    CIRCUIT MCCLAB1;\n
    Ein(0,1) = 1;\n
    R1(1,2) = 10;\n
    L1(2,3) = 0.2;\n
    C1(3,4) = 0.001;\n
    L2(4,0) = 0.5;\n
    &\n
    TASK\n
    DC;\n
    AC;\n
    TF Ku = UL2 / UEin;\n
    CONST Lfreq = 1, Ufreq = 20;\n
    &\n
    END.\n"
}
```

Текст згенерованого функцією generateAlltedTask (таблиця 1.6) завдання у форматі ATD для виконання пакетом ALLTED:

```
OBJECT
CIRCUIT MCCLAB1;
Ein(0,1) = 1;
R1(1,2) = 10;
L1(2,3) = 0.2;
C1(3,4) = 0.001;
L2(4,0) = 0.5;
&
TASK
DC;
AC;
TF Ku = UL2 / UEin;
```

```
CONST Lfreq = 1, Ufreq = 20;
&
END.
```

Текст результату у форматі JSON виконання завдання, який генерується на основі даних результату роботи пакету ALLTED у форматі АТО:

```
{
  "task": {
    "type": "RAW",
    "submitTime": "2015-05-21 15:51:40.040 UTC",
    "executionTime": "0 s",
    "id": "1432223500106_1712673216",
    "status": "Finished",
    "link": "http://52.11.192.239/result/1432223500106_1712673216",
    "raw":
      "OBJECT\n
      CIRCUIT MCCLAB1;\n
      Ein(0,1) = 1;\n
      R1(1,2) = 10;\n
      L1(2,3) = 0.2;\n
      C1(3,4) = 0.001;\n
      L2(4,0) = 0.5;\n
      &\n
      TASK\n
      DC;\n
      AC;\n
      TF Ku = UL2 / UEin;\n
      CONST Lfreq = 1, Ufreq = 20;\n
      &\n
      END.\n"},
    "rawLink":
      "http://52.11.192.239/result/1432223500106_1712673216/raw"
  }
}
```

Тексти результату у форматі АТО виконання тестового завдання, що отримані у результаті роботи сервісу та пакету ALLTED, співпадають:

```

*****
A L L T E D   A l l - T e c h n o l o g y   S y s t e m   D e s i g n e r
(v.2.4)   A L L T E D
A L L T E D Copyright (c) 1983 - 1994 Analitic, Kiev Ukraine, Tatum
Labs Inc, Ann Arbor MI A L L T E D
OBJECT
*****
OBJECT
1  CIRCUIT MCCLAB1;
2
3  Ein(0,1) = 1;
4  R1(1,2) = 10;
5  L1(2,3) = 0.2;
6  C1(3,4) = 0.001;
7  L2(4,0) = 0.5;
8
9
10 &
100/I No errors in object description
TASK
*****
TASK
1  DC;
2  AC;
3  TF Ku = UL2 / UEin;
4  CONST Lfreq = 1, Ufreq = 20;
5  &
134/I Task syntax correct
*****
END.
END.
*****
A L L T E D   A l l - T e c h n o l o g y   S y s t e m   D e s i g n e r
(v.2.4)   A L L T E D
A L L T E D Copyright (c) 1983 - 1994 Analitic, Kiev Ukraine, Tatum
Labs Inc, Ann Arbor MI A L L T E D
*****

```



Таким чином, показано коректність роботи сервісу на тестовому прикладі.

## 2.7 Висновки

Розроблені для засобів здійснення інженерних сервісно-орієнтованих обчислень на основі пакету ALLTED сервіси дозволяють використовувати формат JSON для передачі завдань та результатів їх виконання замість специфічних для пакету ALLTED форматів ATD, ATO, OUT. Цим забезпечується функціональна сумісність (interoperability) ALLTED, зокрема, можливість інтеграції обчислень за допомогою ALLTED у нове та існуюче програмне забезпечення для інженерного проектування, шляхом використання JSON REST API, що надається розробленими сервісами.

## 3 СТВОРЕННЯ СЕРВІСІВ ТА ЇХ ІНТЕГРАЦІЯ У ЗАСОБИ SOC НА ОСНОВІ ALLTED

Аналогічно до досліджених у розділі 2 сервісів, на базі архітектури, розглянутої у розділі 1, можуть бути створені нові сервіси для виконання інших видів завдань за допомогою пакету ALLTED відповідно до документації ALLTED.

Розроблені сервіси (не включаючи пакет ALLTED) є програмним забезпеченням з відкритим вихідним кодом. І створення нових сервісів, і встановлення уже існуючих передбачає попереднє встановлення з використанням репозиторію [11].

### 3.1 Встановлення програмних засобів SOC на основі ALLTED

Передбачається встановлення даних засобів в Unix-подібних операційних системах (ОС). У даному підрозділі розглядається встановлення розроблених засобів на 32-бітні ОС openSUSE, SUSE Linux або Debian у хмарному середовищі з використанням ресурсів IaaS (інфраструктура як сервіс), що надаються провайдерами хмарних сервісів Google Cloud або Amazon EC2 [13, 14].

Підготовка до роботи ОС хмарних ресурсів Google Cloud здійснюється шляхом використання команд терміналу Unix-подібної ОС (у прикладі користувач user@local).

*Крок 1.* Генерування сертифікату:

```
user@local:~$ ssh-keygen
```

Generating public/private rsa key pair.

Enter file in which to save the key (/home/user/.ssh/id\_rsa):  
/home/user/ssh-key

...

*Крок 2.* Отримання відкритого ключа:

```
user@local:~$ cat ssh-key.pub
```

```
ssh-rsa AAAAB3NzaC1yc...AI4faZ user@local
```

Отриманий ключ копіюють у поле вводу засобу керування хмарними ресурсами, що розміщене за адресою <https://console.developers.google.com> у розділі Compute, Compute Engine, Metadata, SSH KEYS.

*Крок 3.* Вхід до ОС, наданої хмарним сервісом:

```
user@local:~$ ssh -i ssh-key -o UserKnownHostsFile=/dev/null -o
```

```
CheckHostIP=no -o StrictHostKeyChecking=no user@127.0.0.1
```

*Примітка.* У прикладі користувачем ОС, наданої хмарним сервісом, є user@127.0.0.1.

Підготовка до роботи ОС хмарних ресурсів Amazon EC2 здійснюється шляхом використання команд терміналу Unix-подібної ОС (у прикладі користувач user@local).

*Крок 1.* Отримання сертифікату (у прикладі сертифікат user.pem отриманий від провайдера хмарних сервісів) та зміна прав доступу до нього для уможливлення наступного кроку:

```
user@local:~$ chmod 400 user.pem
```

*Крок 2.* Вхід до ОС, наданої хмарним сервісом. Для ОС openSUSE (SUSE Linux):

```
user@local:~$ ssh -i user.pem ec2-user@127.0.0.1
```

Для ОС Debian:

```
user@local:~$ ssh -i user.pem admin@127.0.0.1
```

*Примітка.* У прикладі користувачем ОС, наданої хмарним сервісом, є ec2-user@127.0.0.1 або admin@127.0.0.1 відповідно.

Встановлення пакету ALLTED в ОС наданій хмарним сервісом, здійснюється наступними командами терміналу у цій ОС:

```
user@server:~> wget --no-check-certificate
```

```
https://www.dropbox.com/s/tomerpbomfnffu/allted.zip?dl=1
```

```
user@server:~> sudo unzip allted.zip?dl=1 -d /usr/local/share/allted
```

```
user@server:~> cd /usr/local/share/allted/bin
```

```
user@server:/usr/local/share/allted/bin> sudo chmod a+x allted createrpn
```

```
run-task.sh
```

*Примітка.* У прикладі користувачем ОС, наданої хмарним сервісом тут і далі є user@server.

Встановлення інструментарію мови Java для ОС openSUSE (SUSE Linux):

```
user@server:~> sudo zypper in java-1_7_0-openjdk
```

```
java-1_7_0-openjdk-devel maven git
```

Для ОС Debian:

```
user@server:~> sudo apt-get install openjdk-7-jre openjdk-7-jdk maven git
```

Перед встановленням веб-серверу створених засобів встановлюють контейнер веб-додатків та інші пакети, необхідні для забезпечення працездатності веб-серверу.

```
user@server:~> export
```

```
JAVA_HOME=/usr/lib/jvm/java-1.7.0-openjdk-i386/jre/
```

```
user@server:~> wget http://apache.ip-connect.vn.ua/tomcat/
```

```
tomcat-7/v7.0.61/bin/apache-tomcat-7.0.61.tar.gz
```

```
user@server:~> tar zxvf apache-tomcat-7.0.61.tar.gz
```

```
user@server:~> sudo mv apache-tomcat-7.0.61 /usr/share/tomcat
```

```
user@server:~> sudo chmod a+x /usr/share/tomcat/bin/catalina.sh
```

```
user@server:~> sudo /usr/share/tomcat/bin/catalina.sh start
```

Встановлення веб-серверу розроблених засобів, використовуючи репозиторій його вихідного коду:

```
user@server:~> git clone
```

```
https://github.com/oleksiykovtun/ALLTED-SOC.git
```

```
user@server:~> cd ALLTED-SOC
```

```
user@server:~> mvn package
```

```
user@server:~> sudo mv target/allted-soc-1.0.0-SNAPSHOT.war
```

```
    /usr/share/tomcat/webapps/ROOT.war
```

Після виконання цих дій сервіси розроблених засобів стають доступними за адресою `http://<адреса, надана ОС хмарним сервісом>:8080`.

### 3.2 Створення нових сервісів SOC на основі ALLTED у складі комплексу розроблених програмних засобів

Створення нового сервісу здійснюється шляхом додавання до теки вихідного коду програмних засобів файлу з вихідним кодом мовою Java за шаблоном (у прикладі назва сервісу Example):

```
package com.oleksiykovtun.allted.soc.services;
```

```
import com.oleksiykovtun.allted.soc.base.*;
```

```
import javax.ws.rs.Path;
```

```
@Path("/example/")
```

```
public class ExampleService extends Service {
```

```
    public static String DESCRIPTION = "Опис сервісу...";
```

```
    class ExampleTask extends Task {
```

```
        // поля даних завдання та функції доступу до них
```

```
        @Override
```

```
        public String generateAlltedTask() {
```

```
            // створення завдання для пакету ALLTED
```

```

        // у форматі АТО, використовуючи дані полей
    }
}

class ExampleResult extends Result {

    // поля даних результатів виконання
    // завдання та функції доступу до них

    @Override
    public void parseAlltedResult(String raw,
                                   String... plotRawData) {
        // заповнення полей, використовуючи результати
        // роботи пакету ALLTED у форматі АТО та OUT
    }
}
}

```

*Примітка.* Обов'язкову для усіх сервісів функцію `generateAlltedTask` описано у таблиці 1.6. Обов'язкову для усіх сервісів функцію `parseAlltedResult` описано у таблиці 1.10.

Після створення файлу з вихідним кодом нового сервісу веб-додаток компілюють та повторно розгортають у контейнері веб-додатків за допомогою команд терміналу:

```
user@server:~> cd ALLTED-SOC
```

```
user@server:~> mvn package
```

```
user@server:~> sudo mv target/allted-soc-1.0.0-SNAPSHOT.war
```

```
    /usr/share/tomcat/webapps/ROOT.war
```

Після виконання цієї дії новий сервіс стає доступним для використання автоматично.

### 3.3 Висновки

Реалізація програмних засобів SOC на основі ALLTED у вигляді програмного забезпечення з відкритим вихідним кодом у репозиторії Git надає можливість створення та інтеграції нових сервісів інженерних SOC на основі ALLTED, а також модифікації та інтеграції даних засобів у інші відповідно до завдань подальших досліджень та практичних потреб (виконання досліджень, інженерних розрахунків та лабораторних робіт) студентами та співробітниками Кафедри системного проектування та інших організацій.

Крім того, показано можливість встановлення розроблених програмних засобів у хмарне середовище, і, таким чином, можливість розгортання та виконання хмарних інженерних сервісно-орієнтованих обчислень на основі пакету ALLTED.



## 4 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1 Вступ

У даному розділі вирішується питання безпечної життєдіяльності у середовищі, в якому розроблювався програмний продукт на основі санітарних норм України.

В результаті дослідження у рамках магістерської дисертації розроблено комплекс програмних засобів. Передбачається впровадження розробки з навчальними та дослідницькими цілями на Кафедрі системного проектування та в інших навчальних і наукових закладах.

### 4.2 Опис приміщення

Приміщення, в якому розроблявся програмний продукт розташоване на четвертому поверсі п'ятиповерхового будинку. Приміщення має однобічне природне освітлення та загальне штучне освітлення. Вікно обладнане завісками, орієнтовано на північ, площа засклення 40%. Стіни обклеєні світлими шпалерами, стеля біла, підлога вкрита світлим килимовим покриттям з природнього матеріалу.

Приміщення загальною площею 11 м<sup>2</sup>, ширина якого складає 2,5 м, довжина – 4,4 м, висота стелі – 2,5 м.

Виходячи з того, що в приміщенні працює одна людина, отримаємо наступні дані, наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Фактичні та нормативні значення площі та об'єму приміщення

<b>Параметр приміщення</b>	<b>Нормативний</b>	<b>Фактичний</b>
Площа, м <sup>2</sup>	6 і більше	11,0
Об'єм, м <sup>3</sup>	20 і більше	27.5

Виходячи з даних, наведених в таблиці 4.1, зробимо висновок, що розміри приміщення задовольняють існуючим вимогам [15].

### 4.3 Напруженість праці користувача ПЕОМ

Виходячи з характеру розробленого програмного продукту та згідно з [16] робота користувача ПЕОМ за показниками напруженості трудового процесу відноситься:

*за показником інтелектуального навантаження – напружена 1 ступеня (класи 1-4, в середньому клас 3: частково творча і частково здійснюється за алгоритмами, вимагає оцінок взаємопов'язаних параметрів, по часу – робота за індивідуальним планом),*

*за сенсорним навантаженням* – напружена 2 ступеня (клас 4: робота на ПЕОМ більше 4 годин на добу),

*за емоційним навантаженням* – оптимальна (клас 1: відповідальність за окремі елементи роботи і відсутність ризиків для життя і безпеки),

*за монотонністю навантажень* – напружена 2 ступеня (клас 4: робота на ПЕОМ характеризується постійним активним виконанням різних операцій),

*за режимом праці* – допустима (клас 2: близько 8 годин на добу).

Отже, характер робіт в середньому відповідає класу 3 (напружена робота 1 ступеня), тому необхідно періодично та в достатній кількості вживати заходів щодо збереження здоров'я: розробити та виконувати комплекс вправ, забезпечити здорове харчування під час періодів відпочинку.

#### 4.4 Ергономіка робочого місця

Висота над рівнем підлоги робочої поверхні, на якій працює користувач, складає 740 мм. Розміри поверхні столу 1500 x 1000 мм<sup>2</sup>. Під столом є простір для ніг з розмірами по глибині 600 мм. Робочий стілець користувача оснащений підйомно-поворотним механізмом (висота регулюється в межах 400 - 550 мм), регулюванням нахилу. Підставка для ніг відсутня.

Екран розташований на відстані 350 мм від очей, клавіатура – на відстані 100 мм від краю стола. Кут нахилу екрана регулюється і в середньому становить 30 град.

Робоче місце не відповідає вимогам [15] через відсутність підставки для ніг, а також рекомендується збільшити відстань від екрана до очей до мінімальної визначеної в [15].

З урахуванням показників напруженості трудового процесу (див. п. 4.3.) рекомендовано проведення комплексів вправ.

*Комплекс вправ для очей ([15], додаток 7), покращує кровообіг і сприяє розслабленню м'язів очей:*

1. Вихідне положення – сидячи. Швидко моргати очима протягом 15 с.

2. Вихідне положення – сидячи на відстані 30 - 35 см від вікна обличчям до нього. Дивитися на позначку на склі протягом 5 с, потім перевести погляд на більш віддалений об'єкт за вікном і дивитися ще протягом 5 с. Повторити 10 разів.

3. Вихідне положення – сидячи. Швидко перевести погляд по діагоналі: праворуч вгору – ліворуч униз. Потім дивитися прямо у далеч протягом 6 с. Швидко перевести погляд по діагоналі: ліворуч вгору – праворуч униз. Потім дивитися прямо у далеч протягом 6 с. Повторити 4 - 5 разів.

*Комплекс вправ для хребта ([15], додаток 7), допомагає підтримати тонус м'язів спини і попередити захворювання опорно-рухового апарату:*

1. Вихідне положення – лежачи на животі обличчям додолу, ноги на ширині плечей, руки простягнути вперед. Підняти таз і вигнути спину.

Коліна і лікті випрямлені. Упор тільки на долоні і пальці ніг. Голова опущена. Опустити таз. Підняти голову і відхилити її назад.

2. Вихідне положення – те саме. Підняти таз і вигнути спину. Руки і ноги прямі. Повільно повернути таз якомога далі вліво, опускаючи лівий бік якомога нижче. Те саме зробити в інший бік.

3. Вихідне положення – лежачи на спині, ноги витягнені. Зігнути ноги в колінах, підтягнути їх до грудей, обхопити руками. Не віднімаючи рук, відхилити ноги від грудей, водночас намагаючись торкнутися підборіддям колін. Залишатися в такому положенні протягом 5 с.

*Комплекс вправ для мозкового кровообігу ([15], додаток 7), сприяє підтримці ефективності розумової праці:*

1. Вихідне положення – основна стійка. На рахунок "раз" – руки за голову, лікті розвести, голову нахилити назад. На рахунок "два" – лікті вперед. На рахунок "три - чотири" – руки розслаблено опустити вниз, голову нахилити вперед. Повторити 4 - 6 разів у повільному темпі.

2. Вихідне положення – стоячи або сидячи, руки в сторони, долоні вперед, пальці розведені. На рахунок "раз" обхопити себе за плечі руками якомога міцніше і далі, на рахунок "два" повернутися у В. п. Повторити 4 - 6 разів у швидкому темпі.

3. Вихідне положення – стійка "ноги порізнє", пальці стиснуті в кулаки. На рахунок "раз" – різкий мах лівою рукою назад, правою – вгору назад. На рахунок "два" – різко змінити положення рук. Повторити 6 - 8 разів у середньому темпі.

*Комплекс для психофізіологічного розвантаження ([15], додаток 8):*

1. Абстрагування. Лунають повільна мелодійна музика, пташиний спів. Обравши зручну позу, адаптуватися і психологічно готуватися до наступних періодів.

2. Заспокоєння. Розглядання фото із зображеннями квітучого луку, березового гаю, гладенької поверхні ставка. Транслюється спокійна музика. Як функціональне освітлення застосовується зелене світло. Яскравість світла має поступово знижуватись протягом періоду, а наприкінці його світло вимикається зовсім на одну - дві хвилини. Екран теж гасне.

3. Активізація. На початку періоду світло вимкнене, через певний час на екрані з'являється червона пряма, розміри і яскравість якої поступово збільшуються. Наприкінці періоду лунає бадьора музика.

## 4.5 Висновки

Аналіз умов праці в розглянутому робочому приміщенні показав, що умови праці з ПЕОМ не відповідають вимогам [15], оскільки на робочому відсутня підставка для ніг, а також відстань від екрана до очей занадто мала.

Для поліпшення умов та безпеки праці рекомендується усунути зазначені вище недоліки робочого місця. Також для отримання базових знань щодо підтримки здоров'я під час праці рекомендується бути ознайомленим з основними документами, що містять нормативні параметри приміщень і робочих місць та відомості про умови праці, а також з чинним законодавством про охорону праці.

## ВИСНОВКИ

За результати дослідження організовано виконання інженерних сервісно-орієнтованих обчислень (SOC) на основі пакету ALLTED у вигляді сервісу хмарних обчислень. Найбільш важливий науково-практичний результат, одержаний при дослідженні, полягає у тому, що інженерне проектування за допомогою ALLTED здійснюється за допомогою сервісів, що надаються у хмарному середовищі за допомогою програмного інтерфейсу додатків з передачею стану подання (REST API), що дозволяє забезпечити функціональну сумісність (interoperability) при обміні даними зі споживачами розроблених сервісів.

Виконано усі завдання дослідження, а саме:

а) розроблено засоби для організації сервісно-орієнтованих обчислень (SOC) на основі ALLTED у вигляді сервісу хмарних обчислень, де застосовуються моделі надання хмарних обчислювальних ресурсів PaaS та IaaS, причому ALLTED виступає у ролі набору ресурсів, які надаються як хмарні сервіси SOC і на кожний з яких можна посилатися глобальним ідентифікатором (URI) з боку веб-клієнтів, інших REST сервісів та інших споживачів сервісів;

б) показано можливість використання розроблених засобів для виконання сервісно-орієнтованих інженерних обчислень у хмарному середовищі, причому розроблені засоби дозволяють використовувати формат JSON для передачі завдань та результатів їх виконання замість специфічних для пакету ALLTED форматів ATD, ATO, OUT, чим забезпечується функціональна сумісність ALLTED, зокрема, можливість

інтеграції обчислень за допомогою ALLTED у нове та існуюче програмне забезпечення для інженерного проектування шляхом використання JSON REST API, що надається розробленими сервісами;

в) показано можливість створення сервісів та їх інтеграції у розроблені засоби для виконання сервісно-орієнтованих інженерних обчислень; зокрема, програмні засоби SOC на основі ALLTED реалізовано у вигляді програмного забезпечення з відкритим вихідним кодом.

Рекомендовано використовувати результати досліджень, зокрема, розроблені програмні засоби, для:

а) виконання досліджень, інженерних розрахунків, лабораторних робіт тощо студентами та співробітниками Кафедри системного проектування та інших організацій;

б) створення та інтеграції нових сервісів інженерних SOC на основі ALLTED, а також модифікації та інтеграції розроблених засобів у інші відповідно до завдань подальших досліджень та практичних потреб;

в) створення програмного забезпечення для інженерного проектування, зокрема, веб- та мобільних додатків, які використовують REST API, що надається розробленими програмними засобами.



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Petrenko A. ALLTED – a computer-aided engineering system for electronic circuit design / Petrenko A., Ladogubets V., Tchkalov V., Pudlowski Z. // Melbourne: UICEE, 1997. – 205p.
2. Tsai W. T. Introduction to Service-Oriented Computing / Tsai W. T., Chen Y., Bitter G., Miron D. // Arizona State University, 2006.
3. Петренко А. І. Архітектура мереженого комплексу схемотехнічного проектування ALLTED / А. І. Петренко, В. В. Ладогубець, О. О. Воєвода // Комп'ютерні системи проектування. Теорія і практика : вісник НУ «Львівська політехніка». – 2005. – № 522. – С. 30–33.
4. Петренко А.І., Дослідження архітектури комплексу схемотехнічного моделювання GridALLTED / Петренко А.І., Ладогубець В.В., Фіногенов О.Д., Булах Б.В. // Вісник Університету “Україна”. – 2011. – №2. – С. 65-70.
5. Zgurovsky M. WebALLTED: Interdisciplinary Modeling in Grid and Cloud / Zgurovsky Michael, Anatolii Petrenko, Volodymyr Ladogubets, Oleksii Finogenov, Bogdan Bulakh // Computer Science. – Krakow : AGH, 2013. – № 14 (2). – P. 295–306.
6. Petrenko A.I. Service-oriented computing (SOC) in a cloud computing environment. // Proc. of East-West Design and Test Conference (EWDT-13), Rostov-on-Don, 15-18 Sept. 2013.
7. Fielding R. T. Principled design of the modern Web architecture / Fielding R. T., Taylor R. N. // ACM Trans. Internet Techn. – 2002. – №2(2). – P. 115–150.

8. Ковтун О.О. Організація хмарних інженерних сервісно-орієнтованих обчислень (SOC) на базі пакету ALLTED / Ковтун О.О. // Системний аналіз та інформаційні технології: 17 міжнародна науково-технічна конференція “САІТ-2015” 22-25 червня 2015, Київ, Україна: матеріали. – К. : ННК “ІПСА” НТУУ “КПІ”, 2015. – С. N.

9. Петренко А.І. Практикум з грид-технологій / Петренко А.І., Свістунов С.Я., Кисельов Г.Д. // Київ: НТУУ “КПІ”, 2011. – 447 с.: іл.

10. Writing shell scripts [Electronic resource] / William E. Shotts, Jr. Mode of access: [http://linuxcommand.org/writing\\_shell\\_scripts.php](http://linuxcommand.org/writing_shell_scripts.php). – Title from the screen.

11. ALLTED-based Service-Oriented Computing in Cloud with REST API [Electronic resource] / Kovtun O. Mode of access: <https://github.com/oleksiykovtun/ALLTED-SOC>. – Title from the screen.

12. Ковтун А.А. Исследование возможности использования пакета GridALLTED для решения задач поиска экстремумов аналитически заданных функций / Ковтун А.А. // Системный анализ и информационные технологии: 15-я международная научно-техническая конференция “САИТ-2013” 27-31 мая 2013, Киев, Украина: материалы. – К. : УНК “ІПСА” НТУУ “КПІ”, 2013. – С. 448.

13. Google Cloud Platform [Electronic resource] / Mode of access: <https://cloud.google.com>. – Title from the screen.

14. Amazon EC2 [Electronic resource] / Mode of access: <https://aws.amazon.com/ec2>. – Title from the screen.

15. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПіН 3.3.2.007-98

(затверджено Постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.1998 р. № 7).

16. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу (затверджено наказом МОЗ України від 27.12.2001р № 528).