

Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра кібербезпеки та програмного забезпечення

”Допущено до захисту”
Завідувач кафедри кібербезпеки
та програмного забезпечення
д.т.н., професор
_____ Олексій СМІРНОВ
“ ____ ” _____ 2026 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему
“Програмне забезпечення системи інформаційного
моделювання ЦОД на основі графових моделей даних та
інтеграції різнорідних джерел”

Виконав здобувач вищої освіти
IV курсу, групи КН-22
ОПП «Комп’ютерні науки»
спеціальності 122 «Комп’ютерні науки»
_____ Решетицька Н.С.
« ____ » _____ 2026 р.

Керівник проекту
кандидат технічних наук, доцент
_____ Коваленко А.С.
« ____ » _____ 2026 р.
Рецензент _____

Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет Механіко-технологічний
Кафедра Кібербезпеки та програмного забезпечення
Освітній ступінь бакалавр
Галузь знань . 12 “Інформаційні технології”
Спеціальність 122 “Комп’ютерні науки”
Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма “Комп’ютерні науки”

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

д.т.н., проф.

Олексій СМІРНОВ

« 06 » лютого 2026 року

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Решетицькій Наталії Сергіївні

(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи

Програмне забезпечення системи інформаційного моделювання ЦОД на основі графових моделей даних та інтеграції різномірних джерел

2. Керівник роботи

Коваленко Анна Степанівна, канд. техн. наук, доцент

(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу № 116-02 від 06.02.2026 року

3. Строк подання студентом роботи до захисту 23.05.2026 р.

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи: *Метою роботи є розробка програмного забезпечення системи інформаційного моделювання ЦОД на основі графових моделей даних та інтеграції різномірних джерел*

5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Призначення та область використання.

2. Перегляд аналогічних існуючих систем.

3. Опис і обґрунтування проектних рішень.

4. Етапи програмування системи.

5. Впровадження системи в промислову експлуатацію.

6. Висновки

6. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень)

Структурна схема системи

1 аркуш

Функціональна схема системи

1 аркуш

Діаграма процесів

1 аркуш

Блок-схема алгоритму роботи додатку

2 аркуша

7. Дата видачі завдання « 06 » лютого 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти	Строк виконання етапів випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти	Примітка
1.	Аналіз існуючих систем	10.03.2026 р.	
2.	Постановка задачі, оформлення ТЗ	15.03.2026 р.	
3.	Розробка моделі компонента	20.03.2026 р.	
4.	Розробка структур даних	25.03.2026 р.	
5.	Розробка алгоритмів зв'язку та відображення	30.03.2026 р.	
6.	Програмування алгоритмів	10.04.2026 р.	
7.	Оформлення ПЗ	17.04.2026 р.	
8.	Попередній захист роботи	23.05.2026 р.	

Дата видачі завдання
« 06 » лютого 2026 р.

Підпис керівника

Коваленко А.С.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
« 06 » лютого 2026 р.

Підпис здобувача

Решетицька Н.С.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Решетицька Н.С. Програмне забезпечення системи інформаційного моделювання ЦОД на основі графових моделей даних та інтеграції різномірних джерел. 122 Комп'ютерні науки. Центральноукраїнський національний технічний університет. Кропивницький. 2026.

В даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи інформаційного моделювання ЦОД на основі графових моделей даних та інтеграції різномірних джерел.

Метою розробки є програмне забезпечення системи інформаційного моделювання ЦОД на основі графових моделей даних та інтеграції різномірних джерел.

Результат роботи – програмна реалізація системи інформаційного моделювання ЦОД на основі графових моделей даних та інтеграції різномірних джерел.

В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Розроблено зручний інтерфейс користувача. Наведені інструкції по роботі з програмними засобами.

Програма може використовуватися на ПЕОМ з ОС Windows 10/11.

Програму розроблено в середовищі Builder C++.

Ключові слова: комп'ютерні науки, інформаційне моделювання, ЦОД, BIM-технології

ABSTRACT

Reshetytska N.S. Software for the information modeling system of the data center based on graph data models and integration of heterogeneous sources. 122 Computer Science. Central Ukrainian National Technical University. Kropyvnytskyi. 2026.

In this final qualification work for the first (bachelor's) level of higher education, software has been developed, which is intended for the information modeling system of the data center based on graph data models and integration of heterogeneous sources.

The purpose of the development is the software for the information modeling system of the data center based on graph data models and integration of heterogeneous sources.

The result of the work is the software implementation of the information modeling system of the data center based on graph data models and integration of heterogeneous sources.

In the process of working on the software model, an analysis of existing hardware and software was performed. All components of the developed software are fully described.

A convenient user interface has been developed. Instructions for working with software are provided.

The program can be used on PCs with Windows 10/11.

The program was developed in the Builder C++ environment.

Keywords: computer science, information modeling, data center, BIM technologies

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ	2
ВСТУП.....	3
1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ	5
1.1 Призначення системи.....	5
1.2 Область застосування.....	7
2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ	10
2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур та програмних рішень за профілем теми випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.....	10
2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування.....	23
2.3 Розгорнута постановка завдання	25
3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ	27
3.1 Опис функціонування системи	27
3.2 Розробка структурної схеми.....	32
3.3 Розробка функціональної схеми	35
3.4 Розробка діаграми процесів.....	45
4 РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ВІРНІСТЬ ПРОЕКТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ.....	47
4.1 Розробка блок-схем та опис алгоритмів функціонування системи.....	47
4.2 Захист розробленого програмного забезпечення.....	64
5 ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ	70
6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ.....	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	78

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ			
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Програмне забезпечення системи інформаційного моделювання ЦОД на основі графових моделей даних та інтеграції різномірних джерел	Літ.	Аркуш	Арквівів
Розроб.	Решетицька Н.С.					Б	1	128
Перев.	Коваленко А.С.							
Н.контр.	Коваленко А.С.					ЦНТУ КН-22		
Затв.	Смірнов О.А.							

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

АРМ	—	автоматизоване робоче місце
АСУ	—	автоматизована система управління
ДБЖ	—	джерело безперебійного живлення
ДКС	—	домашня кабельна мережа
ДУ	—	дистанційне управління
ЕОМ	—	електронно-обчислювальна машина
ЕФ	—	екранна форма
ЗТО	—	звукова трансляція й оповіщення
ІБ	—	інтелектуальний будинок
ІЧ	—	інфрачервоний
ОВК	—	управління опаленням, вентиляцією й кондиціонуванням
ОДС	—	оперативна диспетчерська система
ОПС	—	охоронно-пожежна сигналізація
ПДУ	—	пульти дистанційного управління
ПЗ	—	програмне забезпечення
ПЛК	—	програмувальні логічні контролери
ПМО	—	програмно-математичного забезпечення
РК	—	рідкокристалічний
САПР	—	система автоматизованого проектування
СКК	—	система кабельних комунікацій
ТЗ	—	технічне завдання
BIM	—	Building Information Model
EIB	—	європейська інсталяційна шина

ВСТУП

Актуальність теми. Інформаційне моделювання будівель (BIM) еволюціонувало далеко за межі інструменту проектування та координації. У 2026 році BIM займає центральне місце в плануванні, реалізації та експлуатації будівельних та конструкційних проектів. Те, що починалося як спосіб візуалізації будівель у 3D, тепер перетворилося на процес, що базується на даних та орієнтований на життєвий цикл, який підтримує прийняття більш розумних рішень у проектуванні, будівництві та управлінні об'єктами.

Галузеві дослідження продовжують показувати, що організації, які тісно залучені до BIM, досягають вищої рентабельності інвестицій, кращого контролю ризиків та покращених результатів співпраці. Різниця сьогодні полягає в тому, що BIM більше не є обов'язковим чи експериментальним. Він стає базовим очікуванням для всіх проектів, зумовленим вимогами клієнтів, вимогами до цифрового постачання та зростаючою потребою в точності та передбачуваності.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є програмне забезпечення системи інформаційного моделювання ЦОД на основі графових моделей даних та інтеграції різнорідних джерел.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем інформаційного моделювання ЦОД на основі графових моделей даних та інтеграції різнорідних джерел.
- Дослідження системи інформаційного моделювання ЦОД на основі графових моделей даних та інтеграції різнорідних джерел.
- Програмна реалізація системи інформаційного моделювання ЦОД на основі графових моделей даних та інтеграції різнорідних джерел.

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що розроблені алгоритми дозволяють успішно вирішувати задачі інформаційного

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

моделювання ЦОД на основі графових моделей даних та інтеграції різнорідних джерел.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи інформаційного моделювання ЦОД на основі графових моделей даних та інтеграції різнорідних джерел, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

К6ПЗ_2026

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ

1.1 Призначення системи

Проектна команда – це основа основ. Знання й уміння необхідно постійно поповнювати: вивчати актуальні технологічні інновації й кращий світовий досвід. Тільки при такій умові інтегратор, що займається проектуванням, побудовою й експлуатацією ЦОД, зможе застосовувати кращі теоретичні підходи, розбиратися в плюсах і мінусах їхнього практичного використання й досконально розуміти, із чого буде складатися сукупна вартість ЦОД протягом 10–15 років життєвого циклу об'єкта. На сучасний момент саме останній показник і визначає конкурентоспроможність ЦОД на ринку – не CAPEX або OPEX окремо, а повна вартість володіння (TCO).

Однак стежити за сучасними технологіями й переймати передовий міжнародний досвід уже недостатньо. На тлі мінливих запитів споживачів і скорочення бюджетів потрібно вміти із усього різноманіття інженерних рішень вибрати оптимальний варіант саме для поставленого завдання. Найчастіше навіть найефективніше рішення, представлене на ринку, вдається ще більше оптимізувати для конкретного проекту.

У ЦОД можна виділити двох основних споживачів енергії: ІТ-устаткування й систему охолодження. Коли мова йде про оптимізацію інженерних рішень, насамперед це стосується саме системи охолодження. Якщо грамотно вибрати основні складові (чіллер, фанкойл, насос, градирні й т.д.) і поліпшити параметри кожного, то економія виявляється чималою.

Наприклад, для одного із закордонних ЦОД спеціально розробили високоефективну систему охолодження. У підсумку вдалося домогтися середньорічного показника PUE 1,25-1,3 при пікових значеннях менш 1,5. Такі результати були досягнуті за рахунок глибокої оптимізації класичної системи

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

охолодження «чіллер-фанкойл». Для цього довелося проаналізувати інформацію про температурний режим регіону, про ціну за електрику й воду, про плановане енергоспоживання і його ріст у міру розвитку центра обробки даних. Був проведений і ряд інших досліджень.

Тільки після збору й обробки всієї необхідної інформації узялися за вибір оптимального варіанта охолодження. Відразу ж відмовилися від ідеї використовувати систему з мокрими градирнями, тому що вологість висока, а вода дорога. Для вибору встаткування були складені таблиці з погодинними температурами й зміною навантаження в ЦОД протягом дня. По цих таблицях визначалося, як при таких температурах і навантаженнях будуть працювати чіллери різних виробників і яким виявиться річне споживання.

У підсумку вибрали гвинтовий чіллер з інверторним приводом, що забезпечує високе значення коефіцієнта енергетичної ефективності (EER) не тільки при максимальному навантаженні на систему кондиціювання, але й при мінімальній. Центр обробки даних практично ніколи не працює на повну потужність. Саме тому нам були потрібні чіллери із широким діапазоном енергетичної ефективності.

Інше встаткування для системи охолодження теж вибиралося з урахуванням максимальної ефективності. Опір у мережі вдалося знизити за допомогою прямих широких трас і застосування встаткування з мінімальним гідравлічним опором. Крім того, зуміли підібрати сполучення чіллерів і фанкойлів так, що різниця температури рідини на вході й на виході склала 7°C замість стандартних 5°C. Вибір більших фанкойлів з енергоефективними вентиляторами дозволив зменшити втрати при протоці повітря. У підсумку завдяки комплексній оптимізації системи охолодження витрата електроенергії знизився на 20%, а це сотні тисяч доларів у рік економії.

Подібний підхід повинен бути застосований і до інших систем. Без обліку кліматичних і географічних особливостей і бізнес-завдань інтегратор не зможе запропонувати вигідне рішення й виграти тендер у замовника.

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Оптимізованим рішенням завжди супроводжує автоматизація. Без її вже складно представити спорудження такого масштабу, як ЦОД, однак необхідно ясне розуміння, для чого це робиться. Автоматизувати можна що завгодно, але яку користь це принесе – зовсім інше питання. Звичайно, для рішення такого завдання потрібний грамотний технолог (це до слова про проектну команду), що повинен поставити чіткі завдання перед іншими фахівцями. Найчастіше зайві взаємоув'язки тільки збільшують бюджет, але не підвищують ефективність.

Основна мета автоматизації й диспетчеризації – не тільки реєстрація статистики роботи системи відповідно до заданих параметрів, але й швидке реагування на те або інша подія. Звичайно важливе встаткування має свою локальну систему автоматики, при цьому верхнерівнева надбудова всього об'єкта його контролює, але не управляє ім. Тим самим забезпечується надійність і безперебійність роботи ЦОД.

1.2 Область застосування

ВІМ-технології: новий крок у будівництві ЦОД

Як об'єкт будівництва ЦОД можна віднести до групи високотехнологічних і складних, особливо за рівнем інтеграції інженерних систем. Ціна помилок і неточностей, допущених на стадії проектування або будівництва, може бути дуже велика. Саме тому усе більше уваги приділяється інформаційному моделюванню, що допомагає точно планувати бюджет, повністю контролювати хід будівельних робіт і витрата матеріалів, виключити накладення інженерних систем. Інформаційна модель дозволяє розглянути різні варіанти компонування всіх систем будинку, розрахувати експлуатаційні характеристики й вибрати оптимальне рішення. На мій погляд, сьогодні використання ВІМ-технології стає нагальною потребою.

Перевага такого підходу полягає в тім, що можна докладно змоделювати взаєморозташування комплексу інженерного встаткування, у тому числі лоткових

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

конструкцій, шино- і трубопроводів, воздуховодів і інших компонентів, яким не завжди приділяється належна увага. Таким чином, застосування BIM-технології спрощує відомість всієї інформації воедино, допомагаючи при монтажі уникнути колізій, що збільшують строки будівництва й фінансові витрати.

Виходячи з мого досвіду реалізації різних проектів, можу сказати, що використання BIM-моделі допомагає на 10-20% скоротити капітальні витрати. Наприклад, можна точно визначити обсяг робіт і матеріалів при проведенні тендерів на поставку, що сильно знижує ймовірність і розмір помилок при плануванні бюджету як у меншу, так і в більшу сторону. При виконанні робіт полегшується контроль всіх поточних процесів, спрощується внесення коректувань і змін, знижуються працезатрати на створення систем керування будинком (BMS).

Поки деякі компанії використовують BIM-технологію при будівництві ЦОД, а виходить, ця компетенція допомагає одержати перевагу на ринку. Втім, уже найближчим часом вона стане обов'язковою для збереження конкурентоспроможності.

Останнім часом замовники стали приділяти більше увагу можливості сертифікації своїх центрів обробки даних. Ця послуга затребувана насамперед комерційними ЦОД, тому що подібний сертифікат – об'єктивна оцінка незалежної організації, що підтверджує надійність розглянутого замовником центра обробки даних. Для більшості міжнародних компаній, що працюють по єдиному стандарті в різних країнах, наявність такого документа може бути обов'язковою умовою звертання до послуг оператора ЦОД.

Серед різних систем сертифікації одним із самих популярних варіантів є наявність сертифіката відповідності Tier (від I до IV), видаваного Uptime Institute. Він гарантує високий рівень відказостійкості центра обробки даних (для Tier III і IV), відсутність у його інфраструктурі недоліків і слабких ланок. Сертифікація по LEED у сфері енергоефективності й екологічності ЦОД не так поширена, але, наприклад, у проектах уже зустрічалася.

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Буде потрібно чи сертифікація об'єкта, потрібно з'ясувати вже на етапі проектування. Інтегратор, що надає послуги із проходження й одержання сертифікації, повинен мати у своєму штаті досвідчених фахівців, а також використовувати перевірені рішення, створені із застосуванням актуальних світових технологій. Крім іншого, сертифікацію можна розглядати як якийсь консалтинг за відповідністю новітнім і найбільш успішним світовим практикам, тому що сертифікаційні процедури відбивають останні тенденції в області екологічного, енергоефективного й соціально відповідального будівництва.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи інформаційного моделювання ЦОД на основі графових моделей даних та інтеграції різномірних джерел, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

КБПЗ-2026

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур, програмних рішень за профілем теми випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

Засобів побудови BIM-моделей у світі неймовірно багато. За версією незалежного аналітичного агентства G2 Crowd, на початок 2026 р. лідирували на ринку в даному сегменті AutoCAD і Revit, а сам продуктивними були визнані DataCAD, Vectorworks Architect і ArchiCAD.

От найбільш популярні системи проектування й розробки BIM-моделей:

– Revit. Виробник – Autodesk. Програма для проектування будинків Revit надає можливості для проектування архітектурних елементів, інженерних систем і будівельних конструкцій. Споконвічно в продукті є багатий інструментарій і набір елементів, однак при необхідності користувач може додати власні. Ліцензію на Revit можна купити тільки в складі програмного комплексу Building Design Suite (версії Premium і Ultimate), однак доступні хмарні сервіси.

– Vectorworks Architect. Розроблювач – Nemetschek Vectorworks. Система відрізняється дружнім інтерфейсом і пропонує повний спектр послуг проектування й документування всіляких елементів від початку до кінця процесу, від створення ескізів до випуску будівельної документації.

– DataCAD. Це гнучкий інструмент розробки, створений однойменною компанією, що дозволяє проектувати й моделювати майже що завгодно. Легкий у вивченні. Доступ до команд малювання й моделювання не вимагає взаємодії з діалоговими вікнами й підказками й може здійснюватися натисканням на іконку або клавішу. Функціональність можна розширити за допомогою макросів, що вбудовуються. Для спеціальних випадків, таких як будівництво заздалегідь виготовлених будинків, можуть бути створені додаткові інструменти.

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

– ArchiCAD 19. Виробник – Graphisoft. Відмінна риса системи – висока продуктивність і швидкість роботи. У новій версії розширені 64-бітні мультипроцесингові функції з фоновною обробкою й підвищений пріоритет обробки даних BIM-моделей. Для зменшення часу відгуку призначене спеціальне відновлення, що грає роль «турбонаддува».

Незважаючи на відносну дорожнечу BIM-інструментарію, його використання обґрунтовано й ефективно, оскільки дає можливість інтегрувати дані на всіх етапах створення ЦОДу й передати готову й вивірену модель разом з об'єктом в експлуатацію. Активність регулювальних органів і галузевих будівельних експертних організацій дозволяє зробити вивід про швидкий перехід на BIM-моделювання як базову технологію проектування.

MiraCad

MiraCad – розроблювач програмного забезпечення на базі Autodesk Revit. Компанія спеціалізується на розробці ПЗ, використовуючи BIM-технології, для підвищення якості й швидкості проектування будинків і споруджень в 3D. ПЗ розділено на окремі модулі (Обробка приміщень, Квартирографія, Навігація й т.д.), що працюють на базі платформи MiraCad.

Vectorworks Architect

Використовуючи програму Vectorworks Ви зможете моделювати елементи архітектури й конструкцій у середовищі 2D і 3D. Vectorworks є 2D/3D програмою параметричного моделювання типу BIM. Програма призначена для архітекторів, дизайнерів, будівельників і інших хто цікавиться моделюванням. Дана програма доступна на двох операційних системах – Windows і Macintosh.

Можливості даного продукту:

- тестуйте повну версію програми 30 днів безкоштовно до придбання;
- створюйте BIM об'єкти в середовищі 2D і 3D;
- безстрокові ліцензії або ліцензії по підписці;
- великий діапазон функцій.

Функції:

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

– 3D моделювання з використанням параметричних об'єктів. Для повноцінного архітектурного моделювання доступний широкий спектр спеціалізованих функцій. Стіни можна креслити одночасно й в 2D і в 3D. Є присутнім можливість для автоматичного розміщення дверей, вікон, воріт і т.д. Як для внутрішніх, так і для зовнішніх стін. Елементи архітектури Ви можете швидко редагувати, використовуючи вікно властивостей. Складні форми дахів Ви можете моделювати в середовищі 3D.

– Автоматичні специфікації. Після створення 2D / 3D об'єктів можна їх порахувати й тим самим скласти звіти, наприклад, специфікації дверей і вікон разом з їхніми зображеннями. Для об'єктів з більшим обсягом даних модно створювати деталізовані звіти.

– 3D моделювання за допомогою простих і спеціалізованих 3D інструментів. У розпорядженні даної комп'ютерної програми доступний широкий спектр інструментів 3D моделювання, які можна використовувати від замальовки архітектурних моделей до створення дизайну продукту. Використовуючи ці 3D інструменти, Ви можете створювати складні елементи архітектури, такі як меблі або джерела світла.

– Бібліотеки. У програмі доступна велика бібліотека як для 2D так і для 3D об'єктів. Є присутнім можливість так само створювати свою бібліотеку з найбільше часто використовуваними об'єктами й налаштуваннями. Для клієнтів ліцензії по підписці (VSS) доступна так само онлайн бібліотека з великим доступом 2D і 3D об'єктів. У програму Vectorworks додаються тільки ті об'єкти, які використовуються в самому файлі. У такий спосіб можна оптимізувати розмір файлу й не перевантажувати модель.

– Створення й редагування 2D креслень. У програмі є доступ до великого діапазону інструментів для створення 2D креслень, тим самим Ви можете створювати 2D креслення не використовуючи 3D об'єкти. У випадку, коли необхідно редагувати креслення, що доступний тільки у форматі PDF, у програму Vectorworks убудований конвертор, що дозволяє перетворити PDF документ в 2D

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

креслення, яким можна редагувати. Для здійснення конвертації необхідні векторні креслення PDF, які створені в таких програмах як Autocad, Archicad, Revit і т.д.

– 2D документація – креслення. У програмі Vectorworks можна легко створювати креслення необхідні для проекту. Креслення можна створювати як з 2D так і з 3D об'єктів. Креслення автоматично обновляються після зроблених змін в 2D і 3D моделі. У такий спосіб у Вас завжди буде актуальна інформація на 2D кресленнях.

– Відправлення даних клієнтові або іншим пов'язаним із проектом фахівцям. Для перегляду файлів Vectorworks можна використовувати безкоштовну програму Vectorworks File Viewer. Програма доступна як для Windows, так і для Macintosh. Скачати програму можна по посиланню 3D модель можна зберегти у форматі HTML, щоб використовувати неї на інших комп'ютерах або мобільних пристроях, де не встановлена спеціалізована програма. Ці 3D моделі можна використовувати для віртуальних прогулянок і для презентацій. Кожному користувачеві програми Vectorworks доступні 2GB пам'яті в загальній хмарі Vectorworks Cloud. Таким чином, використовуючи будь-який комп'ютер або мобільний пристрій, Ви можете відкривати, переглядати або коментувати оригінальні файли Vectorworks.

– Взаємодія з іншими проектувальниками. Є присутнім можливість взаємодії з іншими проектувальниками, які використовують Autocad, Zwcad, Sketchup, Revit, Archicad і ін. 2D і 3D програми. Vectorworks Architect здатний імпортувати дані з розповсюджених форматів DWG / DXF, IFC, RVT (Revit), SKP (Sketchup), PDF, LAS (3D хмара точок) і ін. Vectorworks Architect може експортувати дані у формати PDF, DWG, DXF і ін. Для взаємодії з виготовлювачами будівельних і не тільки конструкцій доступна 3D друк з форматами файлу IGES, STEP, STL, SAT і ін. Використовуючи ці формати, Ви зможете відіслати конструкції або елементи інтер'єра виготовлювачам, які потім зможуть продовжити обробляти об'єкти й виготовити виробничу документацію з використанням таких програм як Solidworks, Inventor, Zw3D, і ін.

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

DataCAD

Модернізована система автоматизованого проектування дозволяє створювати тривимірні моделі, а коштує дешевше повної версії AutoCAD.

Інструменти креслення й візуалізації системи DataCAD, що дозволяють її користувачам домогтися високої продуктивності, цілком виправдують витрати на цей засіб САПР в області архітектури й будівництва, що працює в середовищі Windows.

Випущене фірмою DataCAD у вересні за ціною \$695 (що приблизно на \$200 дорожче пакета AutoCAD), це ПЗ має у своєму розпорядженні відсутніми в AutoCAD можливостями тривимірного моделювання, рендерингу поверхонь і переміщення точки спостереження в інтерактивному режимі. За ті ж гроші системою DataCAD можна оснастити приблизно вп'ятеро більше користувачів, чим наймогутнішим і дорогим пакетом AutoCAD R14 фірми Autodesk, що також дозволяє працювати із тривимірною графікою.

На відміну від спроектованої спеціально для Windows програми AutoCAD, що пропонує як найсучасніші, так і “класичні” варіанти конфігурації свого користувальницького інтерфейсу, первісна версія 8.0 пакета DataCAD сильно нагадувала його більше ранні реалізації, призначені для виконання в середовищі DOS. Цю версію не можна було назвати повною мірою адаптованою до Windows, а зовнішній вигляд і поведінка її користувальницького інтерфейсу були повні чужостей і несподіванок. Всі ці проблеми, однак, значною мірою усунуті у версії 8.05. Подання екранних кнопок, інтерактивних підказок і інших елементів інтерфейсу користувача зроблені в оновленому варіанті набагато вдаліше.

Власна мова програмування

Покупці, зацікавлені в оптимізованому для Windows продукті, не помістять DataCAD в один ряд ні з пакетом AutoCAD, що чудово інтегрований з комплектом додатків Microsoft Office, ні з AutoCAD R14 з його викликуваними за допомогою правої кнопки миші меню й діалоговими вікнами в стилі Explorer. Користувальницький інтерфейс DataCAD нескладний в освоєнні, але жадає від

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

користувачів Windows більших зусиль, чим кожний зі згаданих тут продуктів Autodesk. У цілому знайшли цей інтерфейс – з постійно мінливими колонками кнопок у нижній лівій частині екрана й виникаючими ще нижче запитами на одержання користувальницького вводу й повідомленнями про поточний стан – трохи незграбним. Втім, щодо цього ПЗ DataCAD мало чим відрізняється від системи AutoCAD, що також вимагає особливо пильної уваги до нижньої половини екрана.

У творців DataCAD було принаймні одну серйозну підставу для того, щоб зберегти тісні зв'язки між DOS- і Windows-Версіями свого продукту, – це ті сили й засоби, які користувачі й незалежні розроблювачі вже вклали в створення й оптимізацію коду з використанням фірмової мови програмування DCAL (DataCAD Applications Language – мова створення додатків для DataCAD). Наявність цієї паскалеподібної мови є однієї із сильних сторін DataCAD, особливо якщо врахувати відсутність засобів програмування в AutoCAD.

Тривимірні моделі й засоби їхнього перегляду тепер доступні й у САПР нижчого цінового класу – DataCAD.

У комплект поставки DataCAD включені великі бібліотеки шаблонів, що автоматизують створення тих або інших компонентів, наприклад таких, як тривимірні моделі сходових прольотів (включаючи спіральні конструкції), дверних і віконних прорізів. Як і інструментарій Autodesk, пакет DataCAD має засобу автоматичної прив'язки нових компонентів креслень до початкових і серединних точок або іншим обчислювати^{ся} елементам, що, уже наявних фрагментів, включаючи центри, нормалі й дотичні.

Постійно виконуваний у фоновому режимі розрахунок можливих точок прив'язки може привести до деякого збільшення часу відгуку в інтерактивній взаємодії користувача з пакетом, але DataCAD дозволяє вибірково відключати при необхідності ті або інші функції, що вимагають більших витрат часу. виявили, що по швидкості виконання аналогічних операцій цей пакет у цілому зрівняємо із продуктами фірми Autodesk. Подібно своїм колегам з Autodesk,

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

розроблювачі DataCAD пропонують ряд засобів для спільного доступу до креслень, у тому числі з боку користувачів, що не розташовують повним комплектом ПЗ проектування й креслення.

У комплект DataCAD входить призначена для подальшого поширення утиліта перегляду креслень із підтримкою тривимірних можливостей.

Крім того, DataCAD дозволяє експортувати зображення у формати ряду інших продуктів і у формат VRML (Virtual Reality Modeling Language – мова конструювання віртуальної реальності) для публікації через Інтернет або інші сумісні з ним канали.

Багато організацій можуть віддати перевагу заснований на VRML і інших стандартах підхід DataCAD методиці Autodesk, що опирається на фірмовий формат файлів Drawing Web File. Формати зберігання креслень є каменем спотикання для багатьох конкурентів Autodesk, які постійно спотикаються об уводяться нею в односторонньому порядку розширення DWG, що вже перетворилося в стандарт де-факто для обміну кресленнями.

Представники DataCAD заявляють про сумісність своєї системи з форматом DWG лише до його версії 12, тоді як такі продукти Autodesk, як LT 97 і R14, доросли вже до чотирнадцятої версії й прикрасилися логотипом Pure DWG, що в який уже раз демонструє, як Autodesk користується правами на фірмовий формат у конкурентній боротьбі.

Програма для тривимірного архітектурно-будівельного проектування ArchiCAD

Серед програм, призначених для планування в архітектурі, за допомогою яких просто, зручно й функціонально можна реалізувати різні технології, і навіть реалізувати технологію. Інформаційного моделювання знань (BIM) ця програма є найкращою.

ArchiCAD поставила зовсім по-новому архітектурне планування, з її допомогою архітекторів досить тільки займатися дизайном, а програма паралельно оформляє документацію. Коли архітектором плануються зведення

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

стін, розміщення перекриттів, вікон і дверей, за допомогою програми створюється тривимірна модель будинку.

База зберігає всю необхідну інформацію, починаючи від докладних креслень по-поверхових планів, будинків у розрізі, загальних фасадів, і закінчуючи архітектурними кресленнями окремих вузлів і фрагментів, також кошторису будинків і специфікації окремих елементів, матеріалів будинку. Також можна побачити планований об'єкт у реальності. Дизайнер займається творчим процесом, а програма працює над документацією, що найчастіше страждає навіть у самих талановитих архітекторів, адже це сама нудна й стомлююча робота. Наявність Ідеології Віртуального Будинку (Virtual Building) вирівнює стан документів до правильного варіанта, коли вносяться будь-які зміни.

Virtual Building – універсальна програма при проектуванні

Наявність такого інструмента як Віртуальний Будинок дає можливість спілкуватися людям з різними рівнями знань і навіть згладжує мовний бар'єр при спілкуванні. ArchiCAD дозволяє одержати доступ до будь-якого вузла й ділянки планованого об'єкта, зробивши кілька клічів мишкою. Величезний плюс даної програми при презентації проекту, адже в цьому випадку замовник може бачити не тільки незрозумілі креслення, але й віртуально відвідати елементи будинку, інакше кажучи, пройтися по кімнатах або кабінетах, побачити освітленість, і по ходу відразу внести необхідні коректування.

Інформація для головного архітектора надходить у вигляді незалежного електронного формату, що дозволяє неї переглянути без допоміжних програм, але в ньому можна внести зміни й повернути для подальшої роботи архітекторам.

Кожна з ланок планування з даної програми одержує необхідні специфікації: кошторисникам – специфікації, конструкторам – тривимірна модель і позначення конструкцій для подальших розрахунків, інженерам – обновлювані креслення планів поверхів і інших фрагментів будинку. Таке положення справ дозволяє спланувати графік роботи будівельників, а в процесі роботи одержувати безпосередньо на площадку актуальні креслення й навіть

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

ролики для коректування будівельних робіт і демонтажу. ArchiCAD здатний забезпечити потрібною інформацією на кожному вузлі робочого процесу, наприклад, повнокольорові зображення готових проектів можуть використовувати працівники рекламних служб для формування своїх буклетів.

А оскільки інформація завжди зав'язана на єдине джерело – Віртуальний Будинок, те завжди можна бути впевненим у її актуальності й вірогідності.

Основні елементи пакета ArchiCAD:

– Віртуальний будинок. Наявність єдиної бази даних усього архітектурного спорудження дозволяє вносити зміни в проект, такі зміни програма відразу ж передає у всю звітну документацію. Зміни зачіпають не тільки плани поверхів, але й розрізи, креслення фасадів, кошторису будинку й навіть фотографічні зображення й 3D-моделі.

– Об'єкти, відповідальні за інтелектуальну роботу. Під об'єктами, відповідальними за інтелектуальну роботу, маються на увазі вузли будинку, які перебувають у постійній взаємодії з обстановкою, що їх оточує. Тому проектування у віртуальному плані споріднено будівельному процесу, адже вікна потрібно монтувати в стінку, а перекриття підтримати колоною, скат даху облокотити на несучу стінку, а перекриття укласти на несучі підстави. Тому архітектор займається тільки проектуванням, а програма займається управлінням проекту.

– Робота в тривимірному форматі. Робота в тривимірному форматі дуже актуальна при демонстрації проекту замовникові. 3D-зображення дозволяє разом із замовником «прогулятися» по будинку, а в процесі внести зміни в проект.

– Негайна візуалізація на вимогу. Досить простими для роботи є інструменти для візуалізації. Тут не потрібні ніякі додаткові знання, при переході в 3D-Вікно, програма сама малює повністю креслення в тривимірному форматі. Також в ArchiCAD є можливість створення відеоролика, що нагадує реальну сцену віртуально.

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

– Обіг документації. Креслення з відновленнями й змінами ArchiCAD автоматично передає суміжним працівникам, досить тільки попередньо вказати адреси передачі й періодичність. Так можуть передаватися будь-які креслення по проекті, плани, розрізи, фасади й інші.

– Документація для друку. Крім розробки всіх креслень програма дозволяє вивести готові креслення на друк й зробити оформлення альбому креслень. Для всіх шаблонів аркушів є автоматична нумерація й стандартизація відповідно до держстандарту. А наявність елемента Віртуальний Будинок всі креслення автоматично виходять із урахуванням змін і коректувань, що відображено в таблиці звітів.

– Спільне проектування. Програма ArchiCAD дозволяє об'єднати для роботи не тільки окремо взятий архітектурний відділ, але й кілька відділів, якщо мова йде про великий архітектурному бюро, робиться це за допомогою функції TeamWork. Для розподілу документації у відділи використовується САПР-формат, для України найчастіше використовується формат *.dxf/*.dwg.

Провівши аналіз функціональності ArchiCAD, не можна не помітити новітнього інструмента MORPH TOOL, що дозволяє проектувати в об'ємно-концептуальному плані, також окремої уваги заслуговує система, що дозволяє не тільки створювати, але й відшукувати користувальницькі об'єкти, так звані BIM-компоненти, і обмінюватися ними. аналіз, що додався, енергетичної ефективності об'єкта, зробив програму однією із кращих для ринку САПР, що дозволяє створювати екологічні BIM-проекти.

Можливості моделювання

Сучасні конструкції вже не можна підтягти під стандартні шаблони, тому їхнє проектування має потребу в новому інструменті, який би був більше гнучким. Наявність в ArchiCAD нового BIM-середовища й МОРФ засобу, що дозволяє вільне моделювання (у програмі воно позначено MORPH™) дозволяє створювати самі складні елементи з більшою кількістю форм, користуючись інтуїтивним графічним інтерфейсом і популярними технологіями для об'ємного

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

моделювання, зокрема технології тягни-штовхай, позначуваної як push&pull. У вільному Морф-моделюванні елементи виходять із елементарних начерків. Одержати начерки можна при використанні 3D-полігонів для будь-якої об'ємної поверхні. Також підходить конвертація BIM-елемента із програми ArchiCAD. Доданий новий інструмент МОРФ найбільше вдало підходить для створення компонентів BIM-групи, а вже ці компоненти є складовими для загального формування будинку.

Відмінності BIM-компонентів

Сучасна будівельна індустрія характерна постійними змінами, появою нових матеріалів, конструкцій, що вирішують ідей і зроблених технологій. Сьогодні будь-якому користувачеві доступна можливість моделювання свого об'єкта в об'ємному форматі, також даний BIM-компонент може бути викладений у єдиній хмарній базі об'єктів. Новий об'єкт, що додається, одержує унікальний опис, що дозволяє в потрібний момент вийти на нього й інші схожі на нього об'єкти. Для цього досить використовувати ключові слова з опису. Коли опис зроблений, потрібно всього лише здійснити підбор і завантаження елементів, завантаження виконується однією дією після повної добірки. Для виконання всіх описаних операцій досить однієї програми ArchiCAD, адже вона містить повний перелік необхідних інструментів, які дозволяють створювати, здійснювати пошук, завантаження й вивантаження об'єктів. Всі об'єкти зберігаються в діалозі «Об'єкти». Також знайти всі об'єкти, що викладалися, можна, відвідавши спеціалізований веб-портал BIMcomponents.com. Даний веб-портал надає користувачам ArchiCAD додаткову й необхідну інформацію у вигляді коментарів, рейтингів об'єктів, причому відновлення в базі відбуваються регулярно. ТанDEM нових технологій по завантаженню/вивантаженню BIM-компонентів і сайту дає унікальний ресурс для обміну GDL-об'єктами.

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

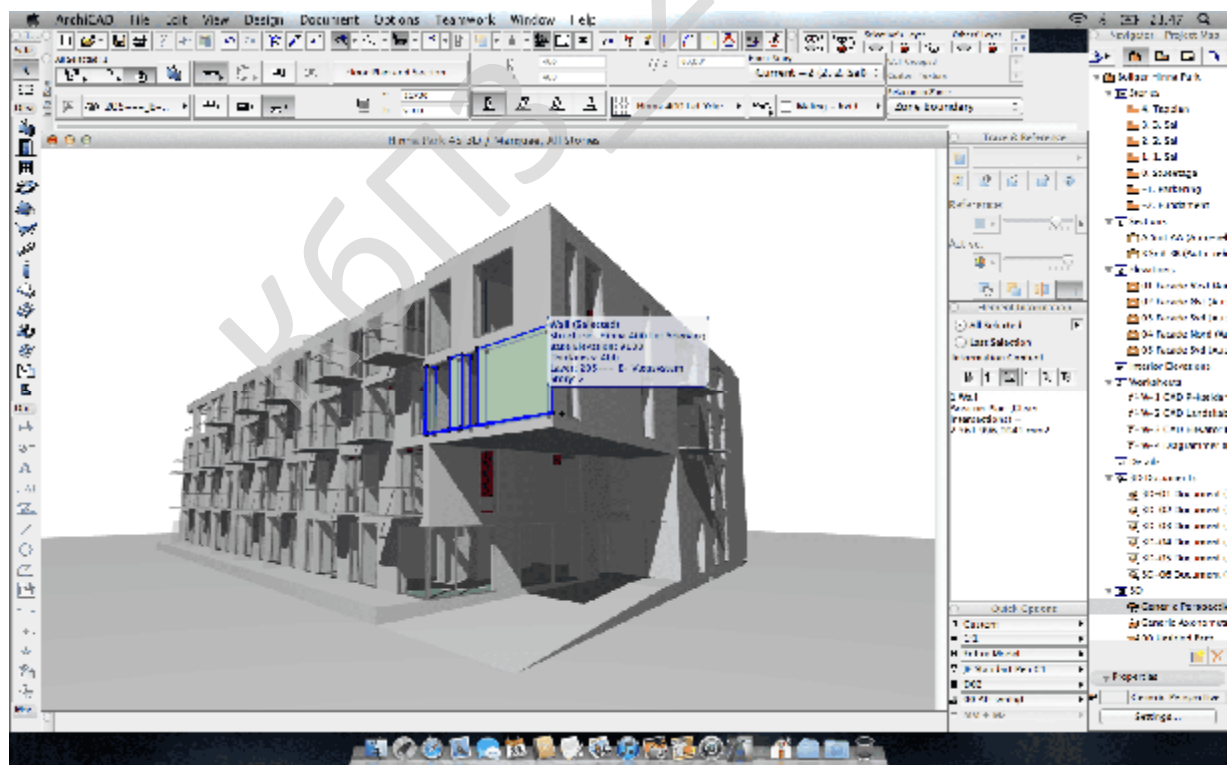
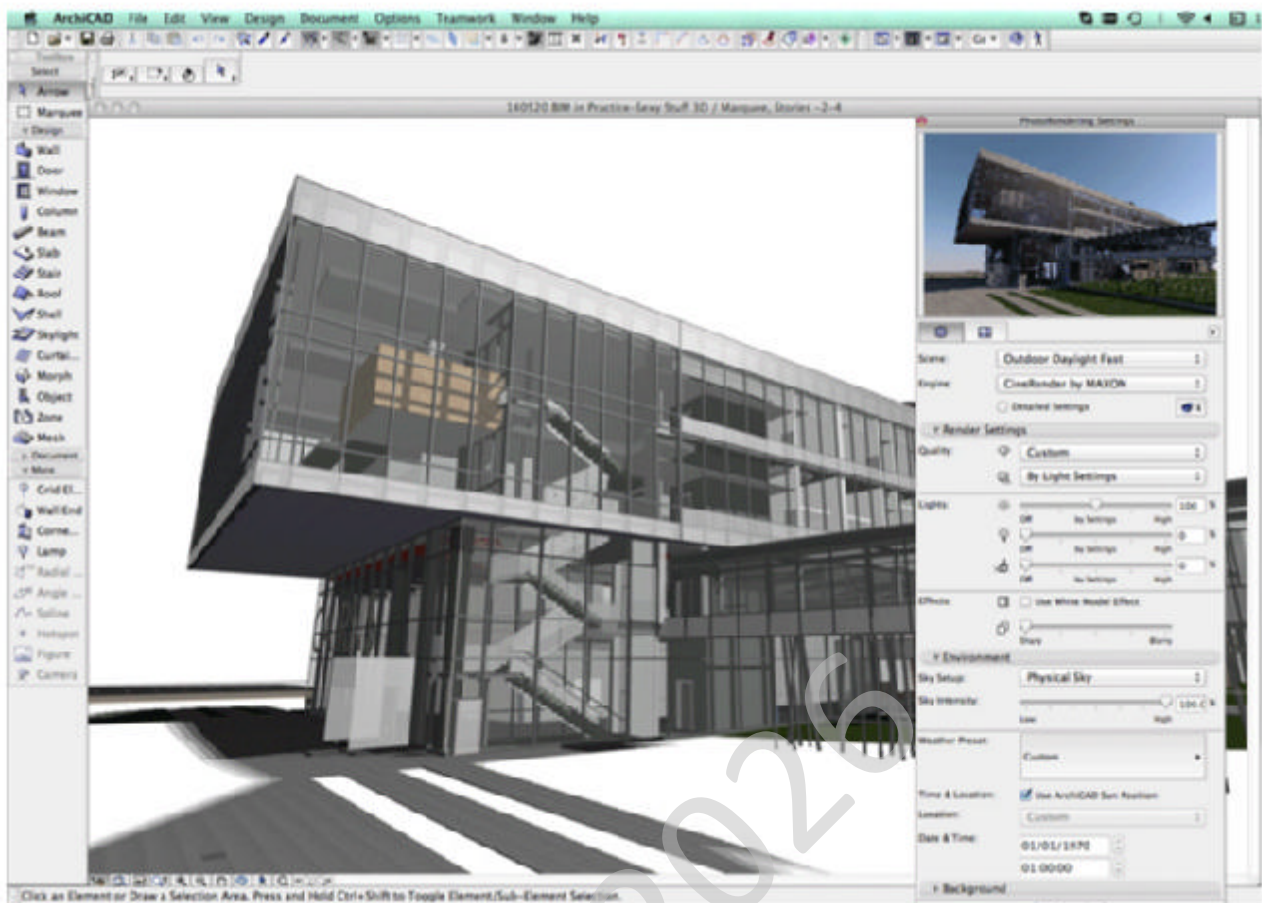


Рисунок 2.1 – Інтерфейси користувача ArchiCAD

Екологічна відповідальність

Відповідно до сучасних вимог часу й для збереження нашої планети до всіх сучасних будинків і проектів ставляться вимоги екологічності й енергоефективності. По наших переконаннях питання екологічної й енергетичної ефективності будинків повинні бути першими при проектуванні будинків архітекторами, адже внести зміни інженерам набагато складніше, ніж закласти все правильно споконвічно. Компанія GRAPHISOFT своїми програмами розвиває напрямок по озелененню й впровадженню інструментів по екологічному аналізі також при BIM-проектуванні. ArchiCAD має убудованого функціонала, що дозволяє проводити аналіз енергоефективності. Наприклад, можна проаналізувати геометрію моделі майбутнього будинку за допомогою граничних зон, провести аналіз погодних умов і інші аналізи. Раніше для такого аналізу використовувався самостійний програмний продукт EcoDesigner™. Абсолютно нова технологія, використовувана сьогодні, дозволяє провести аналіз, не зупиняючи динамічний режим, удавшись до BIM-геометрії й погодинній погодній інформації, сполучивши все це з місцем розташування будинку.

Залежність продуктивності від Open BIM

Запускаючи нову програму ArchiCAD, компанією GRAPHISOFT виробляються відновлення інших рішень, покликаних для окремих елементів роботи, а з відновленням зробивших більше ефективні й продуктивними проектні організації. У цьому ланцюжку новий BIM-сервер™, що одержав повне відновлення, новий сервіс, що дозволяє виконувати обмін моделями й переглядати необхідні моделі через мобільні пристрої, які підтримують формат IFC 2x3 Coordination View Version 2.0. Такий формат потрібний для безперебійної роботи через OPEN BIM.

Graphisoft створила спеціальну технологію ArchiCAD BIM для роботи невеликими архітектурними групами: ArchiCAD Star (T) Edition.

Версія ArchiCAD Star (T) Edition була зроблена простіше й базується на технології BIM, що покладена на ядро ArchiCAD. При цьому минулому враховані

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

побажання для роботи невеликих архітектурних майстерень, підрядників і будівельників на ділянці, наявність таких змін відбилося не тільки в ціні додатків, але й у функціональності. Спрощена програма включила в себе засобу, які необхідні для створення BIM моделі, що буде готова до випуску повного комплекту архітектурної документації й кошториси на використовувані матеріали.

Можливість сполучення обох версій, їхніх окремих форматів і файлів

Програма STAR (T) Edition дозволяє відкриття наступних файлів:

- Всіх проектів, які створювалися ArchiCAD STAR (T) Edition 2006–2011;
- Всіх проектів, які збули створені в ArchiCAD 8.1 і ArchiCAD 9.

Всі проекти, створені у версіях ArchiCAD 10 – ArchiCAD, програма ArchiCAD STAR (T) Edition відкрити не може через функціональні обмеження, що не можна сказати про повну версію. Для відкриття цих проектів їх варто завершити в повній версії ArchiCAD, якщо така дія не є можливим, те можна окремі документи одержати методом відтворення за допомогою доступних інструментів спрощеної версії.

ArchiCAD у повній версії відмінно справляється з відкриттям всіх файлів ArchiCAD STAR (T) Edition.

2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування

Оскільки потрібно розробити просту та легку у користуванні програму, яка б виконувалась під операційною системою Windows, то для її реалізації я обрав Builder C++. Існує велике число бібліотек написаних під Builder C++ , тому це одна з важливих причин вибору мови програмування. Середовище Builder C++ досить просте в користуванні, його вихідний код значно менше по об'єму в порівнянні з Delphi чи деякими іншими програмами такого типу. Досить легко

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

організувати взаємодію між модулями програм, об'єктно-орієнтований підхід дає можливість значно скоротити код програми, а отже і час його виконання.

На заміну старого розробленого набору елементів управління у Builder C++ інтегрована бібліотека візуальних компонентів VCL, представлених на палітрі компонентів. Після переносу на форму методом перетягування (drag-and-drop) компоненти відразу становляться діючими об'єктами вашої програми. Окрім типізованих інтерфейсних елементів Windows (кнопки, смуги прокручування, редагуємі текстові області, прості та комбіновані списки, та інше) у бібліотеку включені елементи підтримки діалогових вікон, обслуговування баз даних та багато іншого. Можливо не тільки модифікувати поведінку існуючих компонентів, але і будувати нові.

Builder C++ підтримує останні розширення стандарту мови C++ та забезпечує швидку компіляцію та складання 32-розрядних програм для Windows. Результируючі програми оптимізовані з точки зору швидкості виконання програм та затрат пам'яті. Зручний відлагоджувальник (з асемблерним вікном, можливістю крокового виконання, завдання точок зупинки, трасування та інше) повністю інтегрований у систему проектування. Дизайнер форм, редактор коду, інспектор об'єктів та інші інструменти залишаються доступними під час виконання програми, саме через це вносити зміни до коду можна прямо у процесі відлагодження.

Дизайнер форм, Інспектор об'єктів і інші засоби залишаються доступними під час роботи програми, тому вносити зміни можна в процесі відлагодження.

Builder C++ поставляється в трьох варіантах: Standard (стандартний), Professional (для професіоналів розробників, орієнтованих на мережеву архітектуру) і Client/Server Suite (для розробки систем в архітектурі клієнт/сервер). Останні два варіанти доповнюють стандартний початковими текстами візуальних компонентів, різномасштабним словником даних, новими функціями мови запитів SQL для бази даних, пакетом підтримки систем Internet, службою моніторингу програм, а також рядом інших засобів.

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Builder C++ підтримує зв'язок з різними базами даних 3-х видів: dBASE і Paradox: Sybase, Oracle, InterBase і Informix; Excel, Access, FoxPro і Btrieve. Механізм BDE (Borland Database Engine) додає обслуговуванню зв'язків з базами даних дивовижну простоту і прозорість. Провідник Database Explorer дозволяє зображати зв'язки і об'єкти баз даних графічно. Використовуючи компоненти баз даних, я побудував електронний записник згідно таблиці dBASE за півгодини роботи на комп'ютері. Спадкоємство готових форм і їх "підгонка" під специфічні вимоги помітно скорочують тимчасові витрати на вирішення подібних завдань.

Довідкова служба Builder C++ надавала мені допомогу в цій і багатьох інших подібних ситуаціях. Є повний опис кожного управляемого компонента, включаючи списки властивостей і методів, а також численні приклади. Виклад матеріалу в книзі був значно покращуваний і систематизований завдяки відомостям, почерпнутим мною з довідкової служби.

Завдяки засобам управління проектами, двосторонній інтеграції застосунку і синхронізації між засобами візуального і текстового редагування, а також вбудованому відладнику (з асемблерним вікном прокрутки, покрокового виконання, точок останову, трасуванням і тому подібне) – Builder C++ корпорації Borland надає собою вражаюче середовище розробки, яка, мабуть, витримає конкурентну боротьбу з такими модними продуктами як Developer Studio фірми Microsoft.

2.3 Розгорнута постановка завдання

Згідно з технічним завданням на випускню кваліфікаційну роботу за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, реалізації підлягає програмне забезпечення, яке призначено для системи інформаційного моделювання ЦОД на основі графових моделей даних та інтеграції різнорідних джерел.

В процесі розробки випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти необхідно виконати наступний обсяг роботи:

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

а) провести аналіз існуючих систем-аналогів для виявлення їх позитивних і негативних якостей. Результати аналізу врахувати в подальших розробках;

б) вибрати та обґрунтувати методику побудови системи контролю роботи технологічного обладнання на виробництві в автоматизованому режимі. Розробити функціональну та структурну схеми системи;

в) розробити програмне забезпечення системи, що дозволить реалізувати поставлену технічним завданням задачу. Побудувати блок-схеми алгоритмів програми та підпрограми;

г) організувати інтерфейс користувача з метою формування та виводу на екран ЕОМ повідомлень про некоректні дії користувача та нестандартні ситуації в роботі технологічного обладнання;

д) розробити рекомендації по організаційних та методичних заходах, які забезпечать впровадження системи в промислову експлуатацію та її подальшу успішну експлуатацію;

е) провести розрахунки по визначенню економічної ефективності розробленої системи;

ж) розробити заходи по охороні праці при впровадженні та експлуатації системи, а також розробити заходи з цивільного захисту;

з) сформулювати висновки про виконаний обсяг робіт та одержані результати.

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Опис функціонування системи

ВІМ та автоматизація на базі штучного інтелекту

Штучний інтелект (ШІ) став практичним та високоефективним розширенням робочих процесів ВІМ у 2026 році, вийшовши за рамки обіцяного та перейшовши до щоденного використання. Інструменти на базі ШІ тепер автоматизують повторювані завдання, такі як виявлення конфліктів та перевірка моделей, дозволяючи командам виявляти проблеми координації на ранній стадії та з більшою точністю, ніж традиційні перевірки на основі правил. Дослідження показують, що моделі виявлення конфліктів на базі ШІ можуть значно підвищити точність та скоротити час ручного перегляду, фільтруючи нерелевантні конфлікти та надаючи пріоритет питанням, які мають найбільше значення для координації будівництва.

До 2027 року близько 27% фірм у всьому світі активно будуть використовувати технології штучного інтелекту для автоматизації та прийняття рішень у своїх проектних процесах, і цей показник продовжує зростати зі збільшенням зрілості даних.

Окрім зіткнень, ШІ покращує якість та узгодженість моделі, навчаючись на даних проекту для автоматичної класифікації елементів, виділення відсутньої інформації та ризиків, пов'язаних з конструктивною придатністю поверхонь, перш ніж вони перетворяться на дороговартісні проблеми на місці. Замість того, щоб замінити людське судження, ШІ дозволяє фахівцям ВІМ зосередитися на рішеннях з більшою цінністю, таких як оптимізація проекту, тестування сценаріїв та проактивне зниження ризиків, що робить реалізацію проектів швидшою та надійнішою. Згідно зі звітом, 87% підрядників вважають, що штучний інтелект суттєво трансформує їхній бізнес

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Цифрові двійники та життєвий цикл BIM

Цифрові двійники стають наступним важливим етапом еволюції BIM у 2026 році. Хоча вони вже використовувалися в окремих проектах, їхнє впровадження неухильно зростає, оскільки команди проектів та власники усвідомлюють їхню довгострокову цінність. На відміну від традиційних моделей BIM, які часто стають статичними після передачі, цифрові двійники розширюють можливості BIM для оперативного використання в режимі реального часу протягом усього життєвого циклу активу.

Цифровий двійник – це живе цифрове представлення фізичного активу, яке об'єднує дані датчиків, системи будівлі та показники продуктивності. Це дозволяє командам контролювати фактичну продуктивність, запускати симуляції та приймати рішення на основі даних протягом усіх операцій.

Нещодавні галузеві опитування показують, що близько 52% керівників будівельної та будівельної промисловості впроваджують цифрових двійників, при цьому серед власників та керівників об'єктів, зосереджених на операційній ефективності, цей показник зростає майже до 67%.

Цифрові двійники дозволяють проводити прогнозне обслуговування, оптимізацію енергоспоживання та постійний аналіз продуктивності, які статичні BIM-моделі не можуть забезпечити самі по собі. Поєднуючи задум проектування з реальними умовами експлуатації, вони перетворюють BIM з інструменту реалізації проектів на платформу безперервної роботи. Зі зростанням впевненості в окупності інвестицій цифрові двійники стають дедалі важливішою частиною того, як галузь планує, експлуатує та оптимізує побудовані активи з часом.

Співпраця BIM, орієнтована на хмару

Хмарна BIM-співпраця перейшла від необов'язкової зручності до фактичного галузевого стандарту у 2026 році. Хмарні платформи тепер забезпечують доступ у режимі реального часу, спільні моделі та централізовані дані між розподіленими командами, що значно покращує координацію, зменшує конфлікти версій та пришвидшує вирішення проблем у різних дисциплінах –

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

можливості, які були складними або неможливими за допомогою традиційних робочих процесів на основі файлів.

Хмарні інструменти BIM усувають вузькі місця, спричинені локальним сховищем та розривом обміну електронною поштою, дозволяючи командам працювати разом над найновішою інформацією на кожному етапі проекту.

Хоча темпи впровадження різняться залежно від регіону та розміру фірми, використання хмарного BIM швидко зростає як частина ширших тенденцій цифрової трансформації в архітектурно-будівельній галузі. Зокрема, можливості доступу до моделей та співпраці з хмарними технологіями часто виділяються як ключові причини, чому BIM перетворився з інструменту проектування на інтегровану платформу реалізації проектів, що охоплює всі етапи проектування, будівництва та експлуатації.

BIM на основі даних: 4D, 5D та не тільки

Сучасне BIM все більше зосереджене на даних, а не лише на геометрії. У 2026 році 4D та 5D BIM стали невід'ємною частиною планування та контролю проектів.

- 4D BIM пов'язує моделі з графіками для імітації послідовності будівництва.

- 5D BIM інтегрує дані про витрати для покращення бюджетування, прогнозування та контролю витрат.

Згідно з галузевими дослідженнями, проекти, що використовують 4D та 5D BIM-робочі процеси, демонструють покращення надійності графіків та передбачуваності витрат на 20–30% порівняно з традиційними методами планування, що зумовлено кращим аналізом сценаріїв та розумінням ризиків.

Як планування на основі даних покращило планування будівництва для проекту реконструкції школи. Ці виміри дозволяють проектним командам оцінювати сценарії, виявляти ризики та приймати обґрунтовані рішення до виникнення проблем на об'єкті. BIM на основі даних сприяє кращій передбачуваності та допомагає зацікавленим сторонам узгодити задум проекту з

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

обмеженнями часу та витрат.

Інтеграція захоплення реальності: дрони, лазерне сканування та Інтернет речей

Оскільки BIM стає все більш залежним від даних та критично важливим для прийняття рішень, узгодження моделей з реальними умовами є надзвичайно важливим.

Технології фіксації реальності, такі як лазерне сканування, дрони та фотограмметрія, регулярно інтегруються в робочі процеси BIM для перевірки проектних намірів, відстеження прогресу та створення точних моделей фактичного стану. Така постійна перевірка допомагає зменшити розбіжності між запланованими та фактичними умовами, особливо у швидких та складних проектах.

Ця інтеграція дозволяє:

- Швидші та безпечніші обстеження місць.
- Точне відстеження прогресу за моделями BIM.
- Покращена документація щодо виконання робіт.
- Краща перевірка припущень щодо дизайну.

Поєднуючи захоплення реальності з BIM, команди можуть підтримувати узгодженість між проектними моделями та умовами на місці протягом усього життєвого циклу проекту.

Хоча вищезгадані тенденції вже формують основні робочі процеси BIM у 2026 році, існує ще одна тенденція, яка швидко набирає обертів у певних типах проектів – BIM для збірного та модульного будівництва.

BIM для збірного та модульного будівництва

Через нестачу робочої сили, тиск у графіках та потребу в вищому контролі якості, все більше проектних команд використовують моделі BIM для підтримки позамайданчикowego виробництва та модульних стратегій доставки. BIM забезпечує рівень точності, необхідний для проектування, координації та виготовлення будівельних компонентів у контрольованих середовищах до їх

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

прибуття на об'єкт.

Проекти з використанням префабрикації на основі BIM можуть скоротити час будівництва на 20–50% та значно зменшити кількість відходів матеріалів. Оскільки модульне будівництво розширюється в таких секторах, як освіта, охорона здоров'я, житлове будівництво та центри обробки даних, роль BIM у забезпеченні робочих процесів префабрикації стає дедалі важливішою.

Переваги співпраці BIM

Зі зростанням рівня впровадження BIM, його спільна цінність стала очевидною для всіх зацікавлених сторін. Архітектори, інженери, підрядники та власники тепер покладаються на спільні середовища BIM, щоб зменшити розрізненість та узгодити рішення на ранніх етапах.

Тепер співпраця – це вже не просто обмін моделями. Йдеться про обмін точними даними, підтримку контролю версій та забезпечення того, щоб усі працювали з єдиного джерела достовірної інформації.

Як технологія BIM формує майбутнє індустрії ЦОД

BIM неухильно стає основою цифрових технологій у будівництві. Уряди, державні установи та приватні клієнти все частіше вимагають стандартів BIM та структурованих даних.

Майбутнє BIM визначається інтеграцією. Проектні дані, інформація про будівництво, вартість, графік та операційні дані об'єднуються в пов'язані цифрові екосистеми. Цей зсув допомагає галузі ЦОД перейти від фрагментованих робочих процесів до більш передбачуваного, прозорого та ефективного виконання проектів. Зі зростанням впровадження BIM, фірми, які інвестують у навички, стандарти та вдосконалені робочі процеси, будуть краще підготовлені до задоволення очікувань клієнтів та конкуруватимуть на дедалі більш цифровому ринку. У 2026 році BIM – це вже не просто технологічний тренд. Це стратегічна можливість, яка формує те, як проекти задумуються, реалізуються та експлуатуються.

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

3.2 Розробка структурної схеми

Будівельна галузь переходить у нову еру, що визначається даними, автоматизацією та штучним інтелектом (ШІ). Цей зсув особливо помітний у гонці за будівництво центрів обробки даних наступного покоління. Попит надзвичайно високий, а використання ШІ його прискорює. Однак, хоча багато компаній прагнуть збільшення потужностей, традиційні методи реалізації проєктів ледве встигають за цим. Реальність така, що центри обробки даних, спроектовані навіть кілька років тому, вже застарівають. Цей розрив продовжуватиме зростати, якщо компанії не переосмислять те, як вони планують, проєктують та будують.

Саме тут зрілість BIM стає більше, ніж просто технічною віхою. Вона стає стратегічною перевагою. Зрілі практики BIM допомагають компаніям використовувати штучний інтелект та керувати складними даними. Деякі переходять на впровадження робочих процесів промислового будівництва (ІБ), що має сенс для сучасного розвитку центрів обробки даних.

Зрілість BIM у будівництві на основі штучного інтелекту

Використання штучного інтелекту змінює багато аспектів будівництва, від раннього планування до експлуатації об'єктів. Але штучний інтелект не може надавати змістовну аналітику без структурованих, надійних даних. Зрілість BIM безпосередньо впливає на те, наскільки добре компанія може організовувати, стандартизувати та використовувати ці дані.

Фірми на нижчих рівнях впровадження BIM часто покладаються на неузгоджені файли та розрізнені команди. Їхні ручні процеси уповільнюють прийняття рішень. Оскільки вимоги до проєкту стають більш динамічними для систем охолодження, розподілу електроенергії та конструкційного армування, затримки з координацією можуть перерости у дорогу переробку.

Однак команди з вищим рівнем зрілості BIM можуть працювати, використовуючи спільне джерело достовірної інформації. Моделі є більш інтелектуальними. Робочі процеси є більш передбачуваними. Інформацію можна

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

збирати таким чином, що інструменти штучного інтелекту можуть виявляти ризики та оптимізувати макети. Ця здатність підтримує автоматизацію робочих процесів. Чим повнішим та надійнішим є середовище даних, тим більшу цінність інтеграція BIM та штучного інтелекту може надати будівельним командам.

Центри обробки даних наступного покоління

Зміна вимог до інфраструктури центрів обробки даних відбувається швидко. Традиційні фальшпідлоги та периметральне охолодження більше не є достатніми для розширених робочих навантажень штучного інтелекту. Багато операторів переходять на контури охолодженої води, трубопроводи з нержавіючої сталі та структурні системи, побудовані для підтримки значно більших обчислювальних навантажень.

Ці зміни створюють нові складнощі в моделюванні та координації. Зварні компоненти з нержавіючої сталі вимагають точного деталізування. Методи охолодження суттєво відрізняються залежно від застосування. Щільність потужності продовжує зростати. І кожна зміна в інженерії впливає на закупівлі, монтаж, робочу силу та довгострокову продуктивність центру обробки даних.

Зріла екосистема BIM допомагає командам випереджати ці мінливі вимоги. Проектувальники можуть тестувати різні конфігурації інфраструктури, не уповільнюючи графіки. Робочі процеси на основі моделей підтримують автоматизоване виявлення конфліктів та планування виробництва. Крім того, інтегровані середовища даних гарантують, що власники, інженери та підрядники залишаються синхронізованими, коли системи змінюються або збільшуються в розмірі.

Індустріалізоване будівництво зі структурованими даними

Індустріалізоване будівництво (ІБ) стає основною стратегією для задоволення потреб у швидкості та обсягах розвитку центрів обробки даних, орієнтованих на штучний інтелект. Збірні та модульні збірки з повторюваними шаблонами проектування залежать від точної, стандартизованої інформації.

Зрілість BIM – це основа, на якій базуються ці методи. Коли моделі

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

відповідають узгодженим стандартам, а геометрія готова до виготовлення, виробники можуть впевнено виготовляти модулі або вузли поза межами об'єкта. Це зменшує потребу в робочій силі, пришвидшує виконання термінів і підвищує безпеку на місці – три фактори тиску, які створюють труднощі навіть для традиційного будівництва.

ІС також підтримує зростаючу потребу у співпраці в ланцюгах поставок. Спеціалізовані матеріали, такі як клапани з нержавіючої сталі та високопродуктивні трубопроводи, потребують ранньої координації з постачальниками. Процес будівництва сучасних центрів обробки даних спрощується, коли постачальники є частиною цифрового робочого процесу, а не просто відповідають на замовлення на придбання.

Нова трудова реальність

Хоча технології швидко змінюються, доступність робочої сили, схоже, призводить до протилежного результату. Північна Америка стикається зі значною нестачею кваліфікованих робітників, особливо механіків та електриків. Ця нестача сильно впливає на будівництво центрів обробки даних, що призводить до затримок проєктів та зростання витрат.

Зрілість BIM допомагає пом'якшити цей тиск, зменшуючи потреби в робочій силі на місці завдяки ІС, а також покращуючи координацію. Вона також підтримує використання інструментів планування на базі штучного інтелекту, щоб власники та підрядники могли прогнозувати потреби в робочій силі задовго до мобілізації.

Такий проактивний підхід стає необхідним. Традиційні методи, такі як тендери, потребують перегляду, щоб відповідати реаліям сучасного ринку праці. Власникам необхідно залучати підрядників та виробників до планування раніше, а робочі процеси з використанням BIM для центрів обробки даних роблять таку співпрацю можливою та більш продуктивною.

Впровадження штучного інтелекту відбувається швидше, ніж будь-яка інша тенденція в будівництві за останній час. Такі темпи вимагають гнучкості в

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

проектуванні об'єктів та адаптації команд до своїх процесів. Зрілість BIM забезпечує внутрішню культуру та структуру для швидкої адаптації, оскільки розвиваються інновації навколо центрів обробки даних та на ринок виходять нові технології компонентів.

Поєднання BIM, штучного інтелекту, даних та інтелектуальної комунікації вийшло за рамки необов'язкового. Це нова операційна модель для компаній, які хочуть залишатися конкурентоспроможними в умовах буму центрів обробки даних. Ті, хто інвестує в удосконалення своїх практик BIM, зможуть забезпечити стійкість та адаптивність, яких вимагає епоха штучного інтелекту.

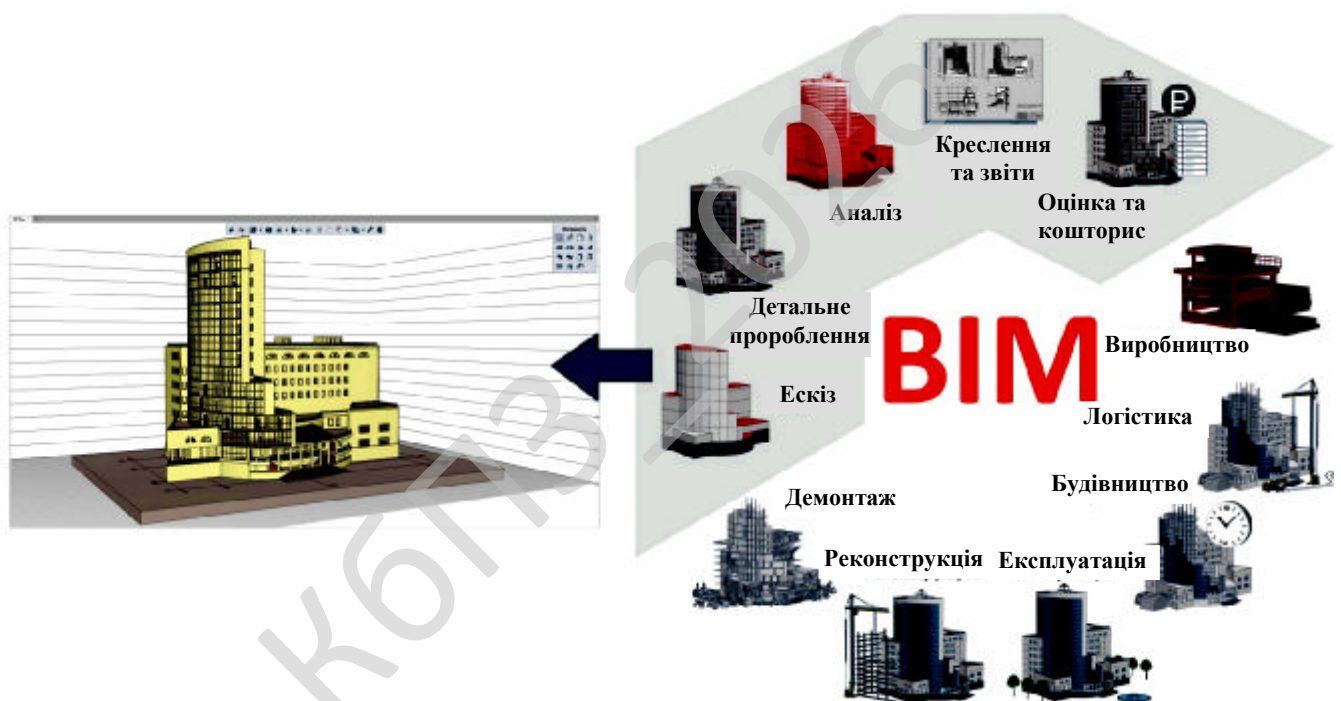


Рисунок 3.1 – Структурна схема системи

3.3 Розробка функціональної схеми

Функціональна схема зображена на рисунку 3.2. У ній реалізуються наступні функції:

1. Функціональний блок BIM для інформаційного моделювання ЦОД:

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

– Створення й редагування 2D креслень. У програмі є доступ до великого діапазону інструментів для створення 2D креслень, тим самим Ви можете створювати 2D креслення не використовуючи 3D об'єкти. У випадку, коли необхідно редагувати креслення, що доступний тільки у форматі PDF, у програму вбудований конвертор, що дозволяє перетворити PDF документ в 2D креслення, яке можна редагувати. Для здійснення конвертації необхідні векторні креслення PDF, які створені в таких програмах як Autocad, Archicad, Revit і т.д.

– 2D документація – креслення. У програмі можна легко створювати креслення необхідні для проекту. Креслення можна створювати як з 2D так і з 3D об'єктів. Креслення автоматично обновляються після зроблених змін в 2D і 3D моделі. У такий спосіб у Вас завжди буде актуальна інформація на 2D кресленнях.

– Відправлення даних клієнтові або іншим пов'язаним із проектом фахівцям. Для перегляду файлів можна використовувати безкоштовну програму File Viewer. Програма доступна як для Windows, так і для Macintosh. 3D модель можна зберегти у форматі HTML, щоб використовувати неї на інших комп'ютерах або мобільних пристроях, де не встановлена спеціалізована програма. Ці 3D моделі можна використовувати для віртуальних прогулянок і для презентацій. Кожному користувачеві програми доступні 2GB пам'яті в загальній хмарі Cloud. Таким чином, використовуючи будь-який комп'ютер або мобільний пристрій, Ви можете відкривати, переглядати або коментувати оригінальні файли.

– Взаємодія з іншими проектувальниками. Є присутнім можливість взаємодії з іншими проектувальниками, які використовують Autocad, Zwcad, Sketchup, Revit, Archicad і ін. 2D і 3D програми. Architect здатний імпортувати дані з розповсюджених форматів DWG / DXF, IFC, RVT (Revit), SKP (Sketchup), PDF, LAS (3D хмара точок) і ін. Architect може експортувати дані у формати PDF, DWG, DXF і ін. Для взаємодії з виготовлювачами будівельних і не тільки конструкцій доступна 3D друк з форматами файлу IGES, STEP, STL, SAT і ін.

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Використовуючи ці формати, Ви зможете відіслати конструкції або елементи інтер'єра виготовлювачам, які потім зможуть продовжити обробляти об'єкти й виготовити виробничу документацію з використанням таких програм як Solidworks, Inventor, Zw3D, і ін.

– 3D моделювання з використанням параметричних об'єктів. Для повноцінного архітектурного моделювання доступний широкий спектр спеціалізованих функцій. Стіни можна креслити одночасно й в 2D і в 3D. Є присутнім можливість для автоматичного розміщення дверей, вікон, воріт і т.д. Як для внутрішніх, так і для зовнішніх стін. Елементи архітектури Ви можете швидко редагувати, використовуючи вікно властивостей. Складні форми дахів Ви можете моделювати в середовищі 3D.

– Автоматичні специфікації. Після створення 2D / 3D об'єктів можна їх порахувати й тим самим скласти звіти, наприклад, специфікації дверей і вікон разом з їхніми зображеннями. Для об'єктів з великим обсягом даних модно створювати деталізовані звіти.

– 3D моделювання за допомогою простих і спеціалізованих 3D інструментів. У розпорядженні даної комп'ютерної програми доступний широкий спектр інструментів 3D моделювання, які можна використовувати від замальовки архітектурних моделей до створення дизайну продукту. Використовуючи ці 3D інструменти, Ви можете створювати складні елементи архітектури, такі як меблі або джерела світла.

– Бібліотеки. У програмі доступна велика бібліотека як для 2D так і для 3D об'єктів. Є присутнім можливість так само створювати свою бібліотеку з найбільше часто використовуваними об'єктами й налаштуваннями. Для клієнтів ліцензії по підписці (VSS) доступна так само онлайн бібліотека з великим доступом 2D і 3D об'єктів. У програму додаються тільки ті об'єкти, які використовуються в самому файлі. У такий спосіб можна оптимізувати розмір файлу й не перевантажувати модель.

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Функціональний блок BIM для інформаційного моделювання ЦОД

- Створення й редагування 2D креслень.
- 2D документація – креслення.
- Взаємодія з іншими проектувальниками.
- Відправлення даних клієнтові або іншим пов'язаним із проектом фахівцям.
- Автоматичні специфікації.
- Бібліотеки.
- 3D моделювання з використанням параметричних об'єктів.
- 3D моделювання за допомогою простих і спеціалізованих 3D інструментів.



Головне вікно програмної реалізації системи інформаційного моделювання ЦОД на основі графових моделей даних та інтеграції різномірних джерел



Блок інтелектуального керування пристроями ЦОД змодельованого за допомогою BIM-технології

- Зв'язок із промисловим устаткуванням.
- Керування кліматом.
- Контроль систем опалення, кондиціонування, вентиляції.
- Моніторинг пристроїв електропостачання й ІБЖ.
- Моніторинг генераторів.
- Візуалізація ЦОД.
- Візуалізація потоків повітря.
- Аналіз енергоефективності.
- Розширене керування інфраструктурою ЦОД.
- Контроль доступу.
- Відеоспостереження.
- Всебічний моніторинг і керування ІТ.
- Моніторинг маршрутизаторів і комутаторів.
- Моніторинг трафіку.
- Моніторинг пристроїв зберігання.
- Інвентаризація ІТ-активів.
- Моніторинг VLAN і uplink.
- Просунута робота з SNMP.
- Інтеграція з DCIM і Service Desk.
- Запатентована технологія.
- Графіки й тренди
- Тривоги й обробка подій.
- Просунуте формування звітів.
- Безкоштовний комплект розроблювача з відкритим вихідним кодом.
- Гнучка модель безпеки.
- Відказостійка кластеризація.
- Розподілена архітектура.
- Модульна, масштабована й надійна архітектура.
- Єдина модель даних.
- Моніторинг віртуалізованої інфраструктури.

Рисунок 3.2 – Функціональна схема системи

2. Блок інтелектуального керування пристроями ЦОД змодельованого за допомогою BIM-технології:

– Зв'язок із промисловим устаткуванням. Data Center Supervisor підтримує всі широко розповсюджені протоколи керування виробничим процесом у коробковому рішенні, включаючи Modbus, OPC, OPC UA, BACnet, SNMP і багато хто інші. Драйвери для промислових контролерів, датчиків і

контролюючих пристроїв, які використовують інші протоколи, можна легко написати, використовуючи комплект розроблювача драйверів з відкритим вихідним кодом (DDK). Лінійка програмувальних контролерів Tibbo може використовуватися для забезпечення цифрового й аналогового вводу-виводу даних, а також підключення до мережі будь-якого пристрою з інтерфейсами RS-232 і RS-485.

– Керування кліматом. Ви зможете контролювати температуру, вологість, тиск гарячого/холодного повітря, потоки повітря, сильне виділення вуглекислого газу. Також Ви зможете вчасно відстежити різні витoki, задимлення й затоплення. Організуйте моніторинг середовища в кожній стійці, відобразите потоки повітря, показники середовища, створіть інструментальні панелі й інше. Вам будуть доступні динаміка змін параметрів середовища й оповіщення при порушенні граничних значень.

– Контроль систем опалення, кондиціонування, вентиляції. Управляйте клапанами розподілу, бойлерами, теплообмінниками, насосами, вентиляторами й блоками підготовки повітря. Візуалізуйте стан устаткування на динамічних планах розміщення, забезпечте необхідне оповіщення, налаштуйте тривоги по критичних параметрах і створіть актуальні звіти.

– Моніторинг пристроїв електропостачання й ІБЖ. Підключитесь до модулів пристроїв електропостачання й блоків живлення через стандартні промислові протоколи або за допомогою послідовного інтерфейсу через CLI і проаналізуйте їхній стан. Візуалізуйте робочий статус модулів, активні тривоги й перемикання на аварійну шину. Стежте за напругою, силою й частотою струму, станом батарей і струмом заряду/розряду. Вам завжди буде відомо, що залишився час, роботи батарей і відсоток їхнього заряду, температура й інші параметри. У Вашім розпорядженні оповіщення, тривоги й тренди історичних даних.

– Моніторинг генераторів. Підключитесь до генераторів через будь-який протокол, не обов'язково через SNMP. Використовуйте візуалізацію, оповіщення й звітність для моніторингу рівня палива, тиску масла, температури води й масла,

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

заряду батарей, видаваної потужності, тривоги, помилок і періодичності техобслуговування.

– Візуалізація ЦОД. Створюйте карти, форми, віджети й мнемосхеми в інтегрованому повноцінному візуальному редакторі. Використовуйте більше 30 типів компонентів, включаючи складні, такі як таблиці, відеоплеєри, графіки топології мережі й т.д. Графіки мають більше 20 типів відображення й тисячі властивостей конфігурації. Зконфігуруйте під себе шаблони (підвіджети), використовуйте 4 таблиці контейнерного типу, таблиці із класичними абсолютними розмітками, а також удосконалені HMTL розмітки сітки. Налаштуйте розміри, границі, шрифти, кольори, лінії контуру, курсори, підказки й т.д. Включите параметри пристрою у свій інтерфейс, створивши прив'язки з даними сервера/пристрою.

– Візуалізація потоків повітря. Створіть тепловий профіль і візуалізуйте потоки повітря в гарячі/холодних каналах/коридорах. Відслідковуйте сотні датчиків, застосовуючи технологію моделювання сенсорної мережі з використанням серверів/маршрутизаторів/комутаторів. Побудова теплових карт базується на стандартних планах розміщення, де відразу видні незначні відхилення й гарячі/холодні ділянки.

– Аналіз енергоефективності. Повна демонстрація енергетичних показників ЦОД і аналіз ефективності використання енергії. Автоматична оцінка агрегованих показників ЦОД. Як результат, підвищення ефективності використання енергії по трендах і звітам.

– Розширене керування інфраструктурою ЦОД. Управляйте іншими об'єктами ЦОД, такими як ємності з водою, висвітлення, автомобільне паркування, і іншими другорядними засобами інтелектуального будинку. Розробіть користувацький інтерфейс для головного центра керування.

– Контроль доступу. Підключайтеся до контролю доступу, світлової сигналізації, захисту периметра й інших систем безпеки для одержання попереджень про небезпеку й інцидентів через стандартні протоколи (SOAP,

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

SQL, CAP, SNMP і т.д.) або власні API. Створіть централізоване керування інцидентами безпеки й опитування систем, контролюйте порядок, використовуючи автоматизацію й дані використовуваних мережних пристроїв. Використовуйте єдину точку входу за допомогою Service Desk. Створіть додаткове користувальницьке рішення для керування доступом на основі Tibbo Project System.

– Відеоспостереження. Інтегруйте систему відеоспостереження й додайте відеозображення від відеокамер і елементи PTZ-керування на операторську панель. Використовуйте пряме підключення IP-камер, відкривайте необхідне зображення прямо із мнемосхем. Інтегруйте систему відеоаналізу й використовуйте її як ще одне джерело інформації з безпеки.

– Всебічний моніторинг і керування IT. Data Center Supervisor дозволяє виконувати повний моніторинг всієї інфраструктури ЦОД. Тисячі мережних функцій керування, успадкованих від Network Manager, включаючи автоматичне виявлення мережі, відображення L2/L3, апаратні засоби сервера й контроль операційних систем, консолідацію мережних подій через пастки SNMP і повідомлення Syslog, кореляцію подій і аналіз першопричин, можливості моделювання бізнес-послуг і виявлення порушень SLA, а також контроль додатків, послуг, баз даних, голосових мереж, бездротової інфраструктури в коробковому рішенні. Система забезпечує конфігурацію мережних пристроїв і подальше відстеження відповідностей. Можна створити сотні зв'язаних інструментальних панелей, діаграм, звітів і попереджень.

– Моніторинг маршрутизаторів і комутаторів. Моніторинг статусу, продуктивності й пропускної здатності окремих інтерфейсів маршрутизаторів/комутаторів. Підтримуються всі популярні постачальники мережного встаткування, включаючи Cisco, 3Com, Alcatel, Nortel і Juniper. Використовуйте інтегровані діаграми, звіти, тривоги для стандартних і користувальницьких метрик (наприклад, стан вентилятора або напруга).

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

– Моніторинг трафіку. Спростите пошук і усунення проблем із пропускнуою здатністю, перевірку SLA і планування потужностей. Ознайомтеся з діаграмами й звітами за історичним даними трафіку/пропускнуої здатності. Аналізуйте мережний трафік і спостерігайте за докладною інформацією про склад трафіку (NetFlow, sFlow). Використовуйте візуальне подання трафіку, а також тривоги, коли виявлені мережні повідомлення, що відповідають певним критеріям і багато іншого.

– Моніторинг віртуалізованої інфраструктури. Плануйте, консолідуйте, контролюйте, оптимізуйте й автоматизуйте свою віртуальну інфраструктуру. Мониторьте vSphere, VMware ESX/ESXi і гіпервізори Microsoft Hyper-V, а також гостьові віртуальні машини. Використовуйте "коробкові" настроювання тривог для контролю змін параметрів гостьових машин, перевантаження пам'яті, високого завантаження ЦП і збільшення операцій вводу-виводу на диску. Дивіться подробиці для одержання детальної інформації.

– Моніторинг пристроїв зберігання. Виявляйте й контролюйте RAID-масиви, бібліотеки на магнітних стрічках, адаптери головної шини й будь-які інші мережні пристрої зберігання. Управляйте надійністю пристроїв зберігання, зручністю використання, якістю, продуктивністю й визначайте можливі відмови. Використовуйте тренди для прогнозу й планування.

– Інвентаризація ІТ-активів. Додайте властивості клієнтів до мережних пристроїв і системних ресурсів, використовуйте таблиці властивостей з бажаною структурою будь-якого розміру/довжини. Можливість проведення інвентаризації, використовуючи коробкове рішення, з визначенням серії, відповідальних людей, змін, розташування, подій і т.д. Розширте можливості системи по тривогах і подіям інформацією, узятій в будь-якої сторонньої системи інвентаризації, використовуючи будь-який протокол (SQL, SOAP, і т.д.). Автоматизуйте інвентаризацію апаратної частини й програмного забезпечення за допомогою SNMP і WMI. Одержуйте придатні для друку звіти по інвентаризації, посилаються автоматично по електронній пошті відповідно до заданого розкладу.

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

– Моніторинг VLAN і uplink. Обслуговуйте й візуалізуйте окремі мережі VLAN у своєму центрі обробки даних. Відслідковуйте використання й робочий стан шлюзів/маршрутизаторів з uplink-інтерфейсами. Прогнозуйте пропускні можливості мережі й запобігайте можливим порушенням.

– Просунута робота з SNMP. Збирайте, зберігайте й аналізуйте дані із всіх типів пристроїв, що підтримують SNMP, такі як стан вентилятора, температура навколишнього середовища/вологість або рівень радіосигналу. Поєднуйте, переглядайте й фільтруйте SNMP-пастки. Завантажуйте файли MIB від різних виробників у внутрішню базу даних MIB, використовуйте редактор MIB з виділенням синтаксису. Зробіть параметри налаштування SNMP-пристроїв і сигналів/пасток доступними для інтегрованих інструментів обробки даних, редакторів візуалізації й сторонніх систем.

– Інтеграція з DCIM і Service Desk. Інтеграція з будь-якою системою керування інфраструктурою ЦОД або системою інвентаризації для одержання більше повного оповіщення про релевантну інформацію з фізичного активу. Моделі залежать від виду матеріального майна й бізнес-послуг. Перенесіть розширені тривоги в іншу систему Service Desk або Helpdesk, використовуючи стандарти (SOAP, CORBA, JMX, SQL і ін.) або клієнтські з'єднання. Налаштуйте переклад тривоги в заявку по електронній пошті. Заовте команді Tibbo реалізацію будь-якого сценарію інтеграції.

– Запатентована технологія. Платформа пропонує багато інновацій у технології M2M. Це забезпечує створення об'єднаної моделі даних, що включає нормалізовані подання різноманітних апаратних засобів і представляє дані пристрої для внутрішніх інструментів обробки/візуалізації й зовнішніх систем.

– Графіки й тренди. Графіки й діаграми підтримують широкий вибір типів, включаючи динамічно оновлювані діаграми. Тисячі властивостей для вибору конфігурації діаграм. Підтримка автоматичних трендів, таких як лінійні/статечні регресії, що сковзає середнє й інші.

– Тривоги й обробка подій. Гнучке керування подіями, включаючи фільтрацію подій, агрегацію, дедуплікацію, маскування, кореляцію,

підтвердження й пошук першопричин. Тривоги, що набудовуються, підтримуючі різні типи повідомлень (звук, що спливають повідомлення, електронна пошта, SMS і т.д.). Підтримка ескалації тривог. Автоматичні й інтерактивні коригувальні дії.

– Просунуте формування звітів. Високомоцний модуль звітності, автоматична генерація звіту з будь-якого редактора даних. Убудований редактор звітів, друк звітів і експорт у різні формати.

– Безкоштовний комплект розроблювача з відкритим вихідним кодом. Використовуйте наші Java і .NET API з відкритим вихідним кодом, щоб розширити можливості Data Center Supervisor і легко інтегрувати його з будь-якою наявною корпоративною системою.

– Гнучка модель безпеки. Із самого початку розроблялася як багатофункціональна платформа з багатокористувальницьким підходом. Гнучке налаштування повноважень і модель ролівого доступу нерозривно зв'язані в системі.

– Відказостійка кластеризація. Гарантія високої надійності послуг при побудові відказостійкого кластера для сервера й основних баз даних. Технологія кластеризації нашої власної розробки не залежить ні від якого зовнішнього програмного забезпечення або підтримки кластеризації в операційній системі.

– Розподілена архітектура. Створіть розподілені системи, контролюючи трохи рознесених територіально центрів обробки даних з одного офісу. Унікальна багаторівнева архітектура гарантує необмежену масштабованість, розподіляючи системну функціональність між декількома серверами, розділеними на кілька рівнів.

– Модульна, масштабована й надійна архітектура. Модульна архітектура платформи гарантує, що нові модулі зберігання, обробки й візуалізації даних можуть бути встановлені в ядро сервера як плагіни. Наприклад, додавання можливостей керування доступом до існуючої системи керування автоматизації/ІТ є просто питанням установки додаткового пакета.

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

– Єдина модель даних. Наша єдина модель даних, успадкована від платформи, пропонує універсальний гнучкий підхід для настроювання, керування й контролю будь-якого пристрою, джерела даних або системного об'єкта, незалежно від його виробника, моделі, типу й призначення.

3.4 Розробка діаграми процесів

Розглянемо розроблену діаграму процесів яка зображена на рисунку 3.3. Основна будова діаграми процесів полягає у графічному представленні складу сукупностей даних, що характеризуються як співвідношення різних частин кожної з сукупностей. Склад статистичної сукупності графічно може бути представлений як за допомогою абсолютних, так і відносних показників. Графічне зображення складу сукупності по абсолютними і відносними показниками сприяє проведенню більш глибокого аналізу і дозволяє проводити аналіз системи.

Діаграма взаємодії процесів використовується для візуалізації процесів обробки даних (структурне проектування).

Для розробника вважається звичним спочатку креслити діаграму взаємодії процесів даних рівня контексту, завдяки чому буде показано взаємодію системи.

Ця діаграма в подальшому підлягає уточненню шляхом деталізації процесів та потоків даних з метою показати систему що розробляється.

При детальному її розгляді можна побачити як саме проходить взаємодія у розробленій системі. Використовується модель проектування, графічне представлення «потоків» даних в інформаційній системі.

Діаграми потоків даних містять чотири типи елементів:

- Зовнішні по відношенню до системи сутності.
- Потоки даних між елементами трьох попередніх типів.
- Процеси які являють собою трансформацію даних в рамках описуваної системи.
- Сховища даних (репозиторії).

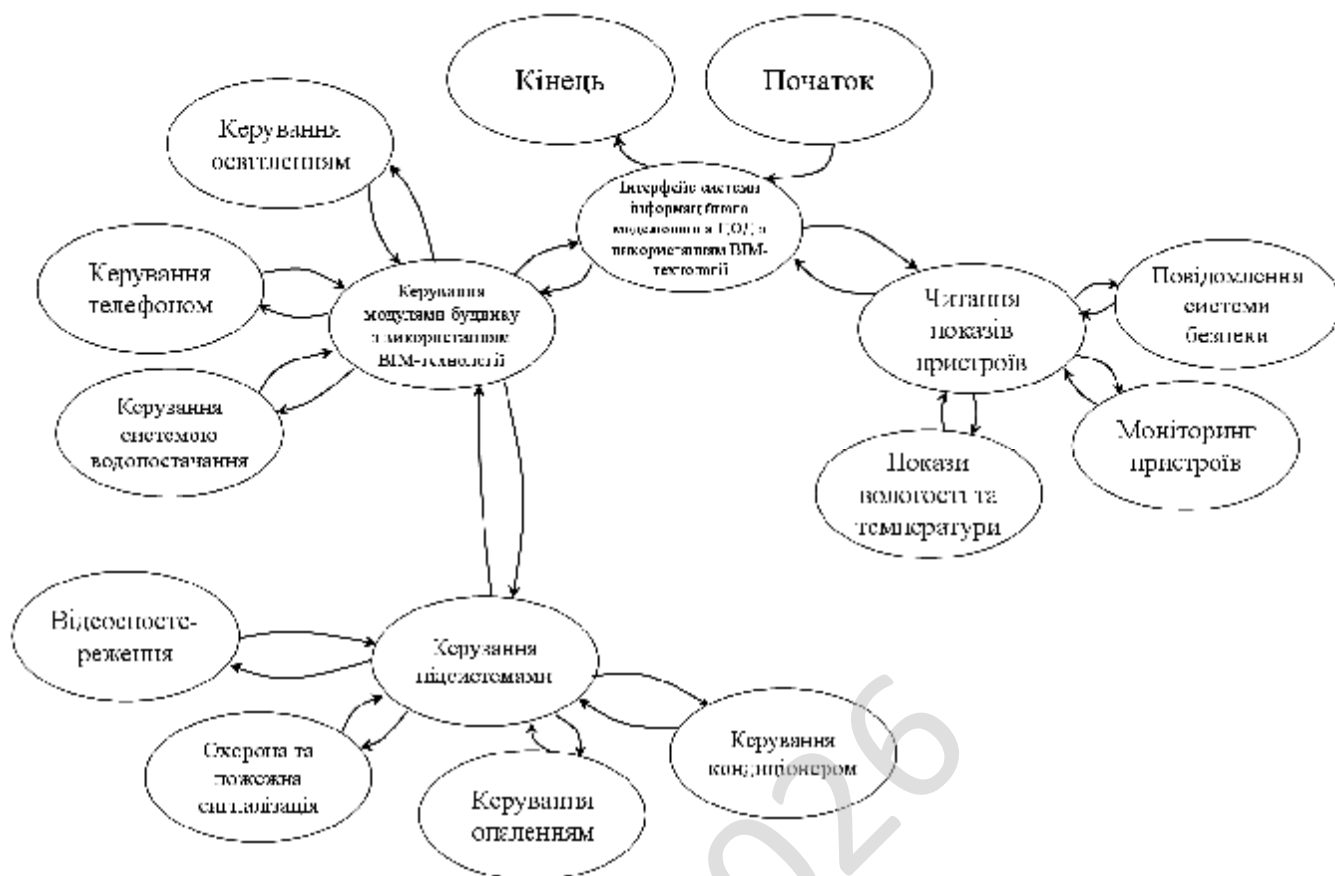


Рисунок 3.3 – Діаграма взаємодії процесів

Таким чином, розглянувши опис системи, структурну, функціональну схеми системи, та діаграму взаємодії процесів перейдемо до опису блок-схем основної програми, та підпрограм, які використовуються, для реалізації системи.

4 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАВИЛЬНІСТЬ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

4.1 Блок-схеми та опис алгоритмів функціонування системи

Розглянемо реалізацію бакалаврської дипломної роботи. Були проведені розрахунки і підібрані набори тестових даних для перевірки правильності реалізації проектних рішень.

Було створено блок-схеми роботи системи. Перед їх розглядом необхідно провести роз'яснення який саме тип блок-схем використовується. Блок-схема це представлення задачі для її аналізу або розв'язування за допомогою спеціальних символів (геометричних образів), які позначають такі елементи, як операції, потік, дані тощо.

Блок вхідних та вихідних даних прийнято позначати паралелограмом, блок обчислень (обробки) даних – прямокутником, блок прийняття рішень – ромбом, еліпсом – початок та кінець алгоритму.

У інформаційних технологіях функціональна схема складається з функціональних блоків, які являють собою конструктивно відособлені частини (елементи або пристрої) автоматичних систем, які виконують певні функції. Функціональні блоки на схемі позначають прямокутниками, всередині яких надписують їх найменування відповідно до функцій, що виконуються. Зв'язки між функціональними блоками (внутрішні впливи) позначаються лініями зі стрілками, які вказують напрям впливів.

Функціональні схеми можуть виконуватися в укрупненому і розгорненому вигляді. У першому випадку на схемі зображають найважливіші блоки системи і зв'язки між ними.

У другому варіанті схема відображається більш детально, що полегшує її читання та ілюструє принцип роботи.

Основні елементи схем алгоритму це термінатор, процес, рішення, зумовлений процес (підпрограма), дані та з'єднувач. Термінатор це елемент відображає вхід із зовнішнього середовища або вихід з неї (найчастіше застосування – початок і кінець програми). Всередині фігури записується відповідна дія.

Процес це виконання однієї або кількох операцій, обробка даних будь-якого виду (зміна значення даних, форми подання, розташування). Всередині фігури записують безпосередньо самі операції. Рішення це показує рішення або функцію перемикального типу з одним входом і двома або більше альтернативними виходами, з яких тільки один може бути обраний після обчислення умов, визначених всередині цього елемента.

Вхід в елемент позначається лінією, що входить зазвичай у верхню вершину елемента. Якщо виходів два чи три то зазвичай кожен вихід позначається лінією, що виходить з решти вершин (бічних і нижній). Якщо виходів більше трьох, то їх слід показувати однією лінією, що виходить з вершини (частіше нижній) елемента, яка потім розгалужується.

Відповідні результати обчислень можуть записуватися поруч з лініями, що відображають ці шляхи. Зумовлений процес (підпрограма) це символ відображає виконання процесу, що складається з однієї або кількох операцій, що визначені в іншому місці програми (у підпрограмі, модулі). Всередині символу записується назва процесу і передані в нього дані. Дані це перетворення у форму, придатну для обробки (введення) або відображення результатів обробки (виведення). Цей символ не визначає носія даних (для вказівки типу носія даних використовуються специфічні символи). З'єднувач це символ відображає вихід в частину схеми і вхід з іншої частини цієї схеми.

Використовується для обриву лінії та продовження її в іншому місці (приклад: поділ блок-схеми, що не поміщається на листі). Відповідні сполучні символи повинні мати одне (при тому унікальне) позначення.

Блок-схеми показують весь процес роботи системи з підсистемами та частково доказують правильність вибраних проектних рішень. Тому від точності і детальної блок-схеми залежить результат всієї програми.

При виборі початкової точки відліку при побудові схем було враховано, що виходячи з вибору мови програмування і інших технічних засобів, програма буде об'єктно-орієнтована що вимагає високого рівня декомпозиції задач на класи.

На рисунку 4.1 зображена основна блок-схема програми, на рисунку 4.2 зображено роботу підпрограми.

З яких видно що робота основної програми складається з початкових етапів ініціалізації ПЗ, перевірки наявності ресурсів системи, блоку початку основного циклу з чеканням запиту від користувача в якому відбувається виклик підсистеми та останньої стадії – перевірка поточного стану з завершенням роботи розробленого ПЗ. При роботі підпрограми виконується основний функціонал системи з циклічними послідовностями, перевіркою поточного стану та поверненням в основну програму прапорів стану виконання.

При розробці ПЗ було використано V-Model (або VEE модель) є моделлю розробки інформаційних систем (ИС), спрямованої на спрощення розуміння складнощів, пов'язаних з розробкою систем. Вона використовується для визначення єдиної процедури розробки програмного забезпечення, апаратного забезпечення та людино-машинного інтерфейсу.

Концепція V-подібної моделі була розроблена Німеччиною та США в кінці 1980-х років незалежно один від одного:

– Німецька V-модель була розроблена аерокосмічної компанією IABG в Оттобрунні поряд з Мюнхеном у сприянні з Федеральним департаментом з закупівлі озброєнь в Кобленці, для Міністерства оборони Німеччини. Модель

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

була прийнята німецькою федеральною адміністрацією для цивільних потреб влітку 1992.

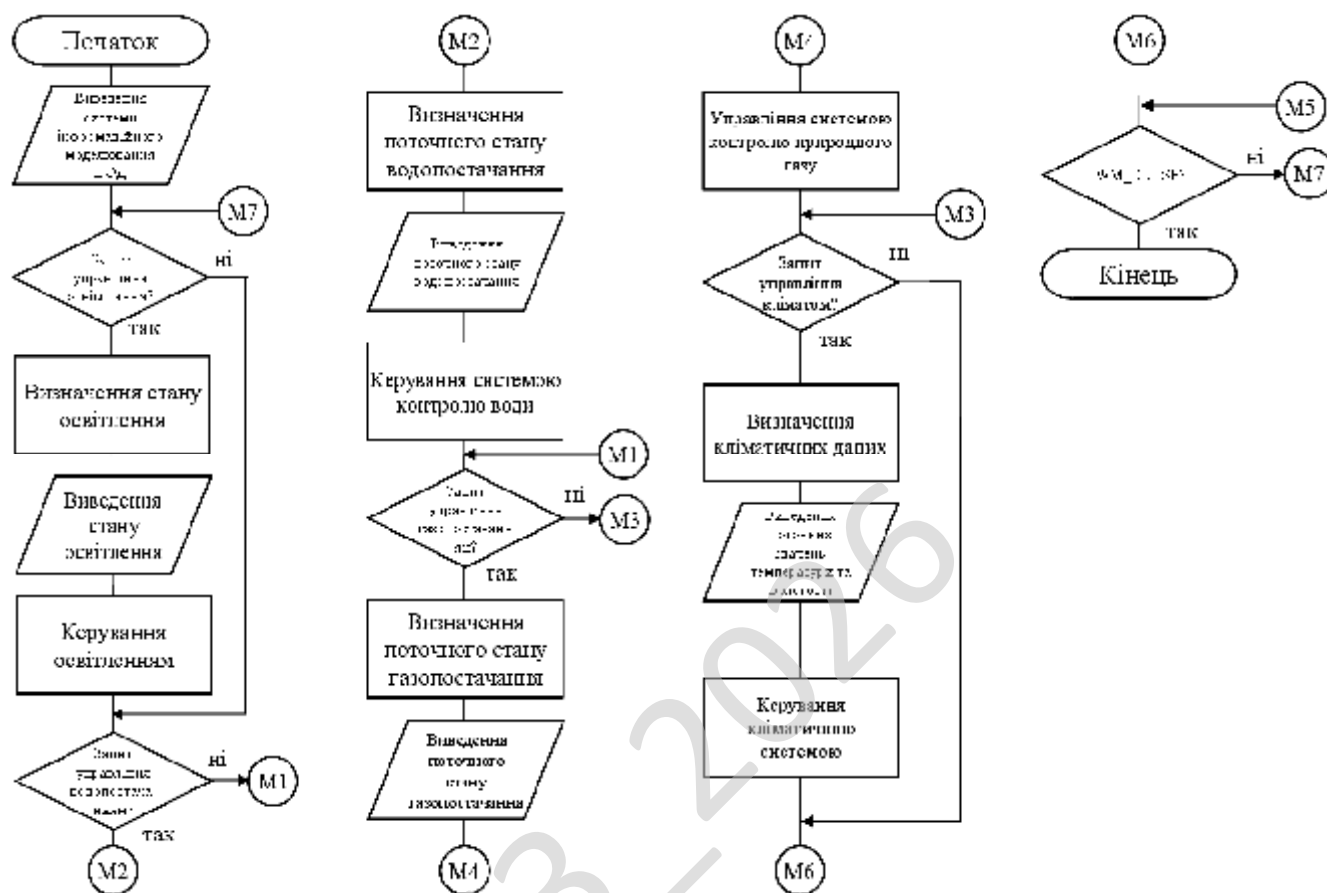


Рисунок 4.1 – Блок-схема основної програми

– Американська V-Model (VEE) була розроблена національною радою з системної інженерії (міжнародна – з 1995 року) для супутникових систем, включаючи обладнання, програмне забезпечення та взаємодію з користувачами.

Сучасною версією V-Model є V-Model XT, яка була затверджена в лютому 2005 року. V-модель використовується для управління процесом розробки програмного забезпечення для німецької федеральної адміністрації.

Зараз вона є стандартом для німецьких урядових і оборонних проектів, а також для виробників ПЗ в Німеччині. V-Model являє собою скоріше набір стандартів у галузі проектів, що стосуються розробки нових продуктів. Ця модель

багато в чому схожа з Prince2 і описує методи як для проектного управління, так і для системного розвитку.

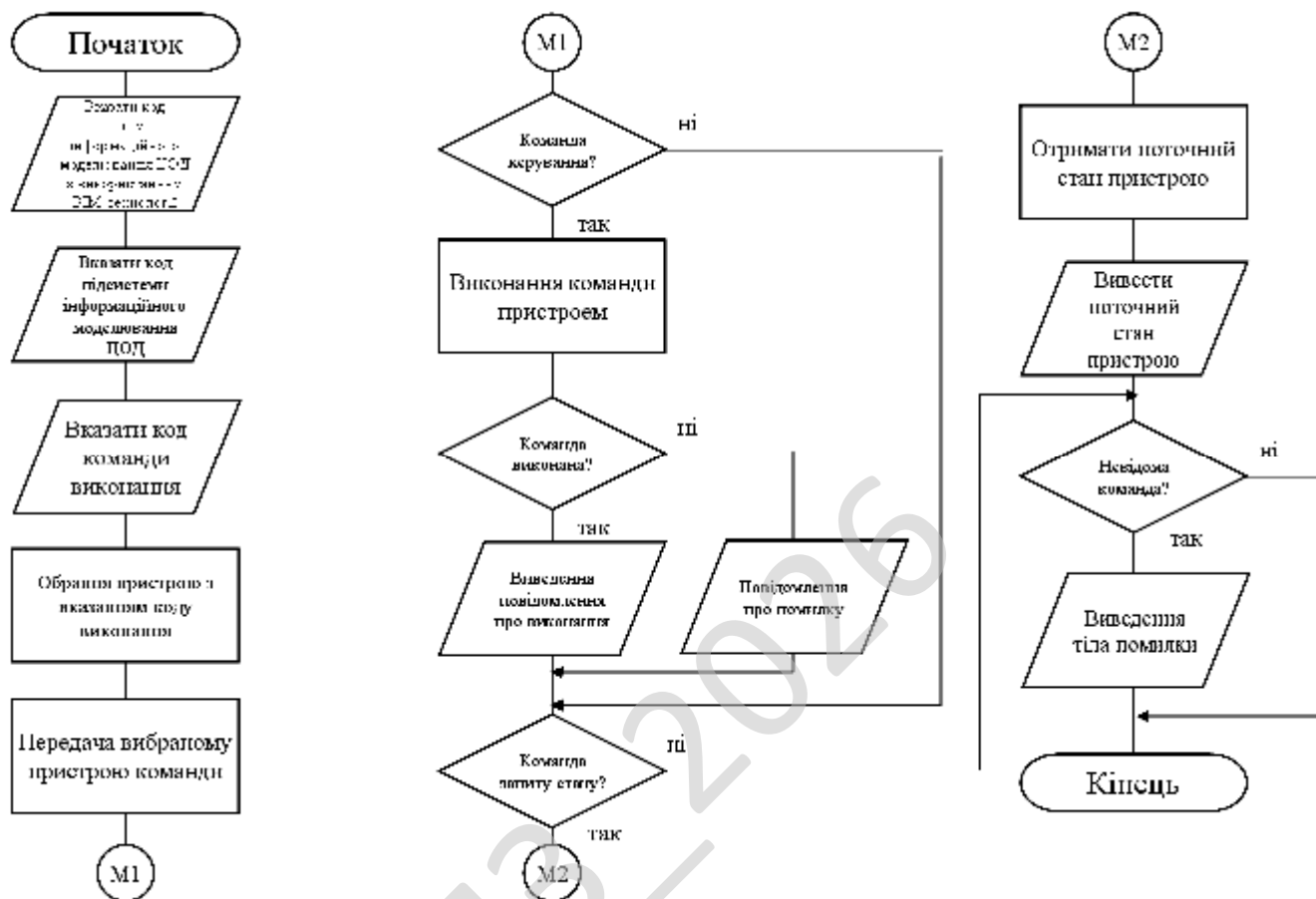


Рисунок 4.2 – Блок-схема роботи підпрограми

Основні принципи

Основний принцип V-подібної моделі полягає в тому, що деталізація проекту зростає при русі зліва направо, одночасно з плином часу, і ні те, ні інше не може повернути назад. Ітерації в проекті виробляються по горизонталі, між лівою і правою сторонами літери.

Стосовно до розробки інформаційних систем V-Model – варіація каскадної моделі, в якій завдання розробки йдуть зверху вниз по лівій стороні букви V, а завдання тестування – вгору по правій стороні букви V. Усередині V проводяться

горизонтальні лінії, що показують, як результати кожної з фаз розробки впливають на розвиток системи тестування на кожній із фаз тестування.

Модель базується на тому, що прийнятно-здавальні випробування ґрунтуються, насамперед, на вимогах, системне тестування – на вимогах та архітектури, комплексне тестування – на вимогах, архітектурі та інтерфейсах, а компонентне тестування – на вимогах, архітектурі, інтерфейсах та алгоритмах

Цілі

V-модель забезпечує підтримку у плануванні та реалізації проекту. В ході проекту ставляться такі завдання:

1. Мінімізація ризиків: V-подібна модель робить проект більш прозорим і підвищує якість контролю проекту шляхом стандартизації проміжних цілей і опису відповідних їм результатів та відповідальних осіб. Це дозволяє виявляти відхилення в проекті і ризики на ранніх стадіях і покращує якість управління проектом.

2. Підвищення та гарантії якості: V-Model – стандартизована модель розробки, що дозволяє домогтися від проекту результатів бажаної якості. Проміжні результати можуть бути перевірені на ранніх стадіях. Універсальне документування полегшує читаність, зрозумілість та контрольованість.

3. Зменшення загальної вартості проекту: Ресурси на розробку, виробництво, управління і підтримку можуть бути заздалегідь прораховані та проконтрольовані. Отримувані результати також універсальні і легко прогножуються. Це зменшує витрати на подальші стадії та проекти.

4. Підвищення якості комунікації між учасниками проекту: Універсальний опис усіх елементів та умов полегшує взаєморозуміння всіх учасників проекту. Таким чином, зменшуються неточності у розумінні між користувачем, покупцем, постачальником і розробником.

Переваги:

– Користувачі V-Model беруть участь у розробці та підтримці V-моделі. Комітет з контролю за змінами підтримує проект і збирається раз на рік для обробки всіх отриманих запитів на внесення змін до V-Model.

– На старті будь-якого проекту V-подібна модель може бути адаптована під цей проект, так як ця модель не залежить від типів організацій та проектів.

– V-model дозволяє розбити діяльність на окремі кроки, кожен з яких буде включати в себе необхідні для нього дії, інструкції до них, рекомендації та докладне пояснення діяльності.

Обмеження. Наступні моменти не враховуються в V-моделі, але можуть бути розглянуті окремо, або можливо адаптувати модель під них:

– Не регулюється розміщення контрактів на обслуговування.

– Організація і виконання управління, обслуговування, ремонту та утилізації системи не враховуються в V-моделі. Однак, планування і підготовка до цих операцій моделлю розглядаються.

– V-подібна модель більше стосується розробки програмного забезпечення в проекті, ніж всієї організації процесу.

Переваги:

– У моделі особливе значення надається плануванню, спрямованому на верифікацію та атестацію розроблювального продукту на ранніх стадіях його розробки. Фаза модульного тестування підтверджує правильність деталізованого проектування. Фази інтеграції та тестування реалізують архітектурне проектування або проектування на вищому рівні. Фаза тестування системи підтверджує правильність виконання етапу вимог до продукту і його специфікації.

– У моделі передбачені атестація та верифікація всіх зовнішніх і внутрішніх отриманих даних, а не тільки самого програмного продукту.

– У V-подібної моделі визначення вимог виконується перед розробкою проекту системи, а проектування ПО – перед розробкою компонентів.

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

– Модель визначає продукти, які повинні бути отримані в результаті процесу розробки, причому кожні отримані дані повинні піддаватися тестуванню.

– Завдяки моделі менеджери проекту можуть відслідковувати хід процесу розробки, так як в даному випадку цілком можливо скористатися тимчасовою шкалою, а завершення кожної фази є контрольною точкою.

Недоліки:

– Модель не передбачає роботу з паралельними подіями.

– У моделі не передбачено внесення вимоги динамічних змін на різних етапах життєвого циклу.

– Тестування вимог в життєвому циклі відбувається занадто пізно, внаслідок чого неможливо внести змін, не вплинувши при цьому на графік виконання проекту.

– У модель не входять дії, спрямовані на аналіз ризиків.

– Деякий результат можна отримати тільки при досягненні низу букви V.

Було використано **MongoDB** – документо-орієнтована система керування базами даних (СКБД) з відкритим вихідним кодом, яка не потребує опису схеми таблиць.

MongoDB займає нішу між швидкими і масштабованими системами, що оперують даними у форматі ключ/значення, і реляційними СКБД, функціональними і зручними у формуванні запитів.

Код MongoDB написаний на мові C++ і поширюється в рамках ліцензії AGPLv3.

MongoDB підтримує зберігання документів в JSON-подібному форматі, має досить гнучку мову для формування запитів, може створювати індекси для різних збережених атрибутів, ефективно забезпечує зберігання великих бінарних об'єктів, підтримує журналювання операцій зі зміни і додавання даних в БД, може працювати відповідно до парадигми Map/Reduce, підтримує реплікацію і побудову відмовостійких конфігурацій.

У MongoDB є вбудовані засоби із забезпечення шардінгу (розподіл набору даних по серверах на основі певного ключа), комбінуючи який з реплікацією даних можна побудувати горизонтально масштабований кластер зберігання, в якому відсутня єдина точка відмови (збій будь-якого вузла не позначається на роботі БД), підтримується автоматичне відновлення після збою і перенесення навантаження з вузла, який вийшов з ладу.

Розширення кластера або перетворення одного сервера на кластер проводиться без зупинки роботи БД простим додаванням нових машин.

При розробці автори виходили з необхідності спеціалізації баз даних, завдяки чому їм вдалося відійти від принципу «один розмір під усе».

За рахунок мінімізації семантики для роботи з транзакціями з'являється можливість вирішення цілого ряду проблем, пов'язаних з нестачею продуктивності, причому горизонтальне масштабування стає простішим.

Використовувана модель документів зберігання даних (JSON/BSON) простіше кодується, простіше управляється (у тому числі за рахунок застосування так званого безсхемного стилю (schemaless style), а внутрішнє угруповання релевантних даних забезпечує додатковий виграш в швидкодії.

Нереляційний підхід досить зручний для створення баз даних, у яких горизонтальне масштабування означає розгортання на множині машин. Можливість забезпечувати найкращу продуктивність повинна існувати паралельно з підтримкою більшої функціональності, ніж це дозволяє використання пар «ключ-значення» (у чистому вигляді).

Технологія баз даних має працювати скрізь, починаючи з серверів користувача та віртуальних машин і закінчуючи хмарними технологіями.

MongoDB, на думку розробників, має заповнити розрив між простими сховищами даних типу «ключ-значення» (швидкими і легко масштабованими) і великими СКБД (зі структурними схемами і потужними запитами).

Основні можливості MongoDB:

1. Документо-орієнтоване сховище (проста та потужна JSON-подібна схема даних).
2. Досить гнучка мова для формування запитів.
3. Динамічні запити.
4. Повна підтримка індексів.
5. Профілювання запитів.
7. Швидкі оновлення «на місці».
8. Ефективне зберігання бінарних даних великих обсягів, наприклад, фото та відео.
9. Журналювання операцій, що модифікують дані в БД.
10. Підтримка відмовостійкості і масштабованості: асинхронна реплікація, набір реплік і шардінг.
11. Може працювати відповідно до парадигми MapReduce.

СКБД управляє наборами JSON-подібних документів, що зберігаються в бінарному форматі BSON. Зберігання і пошук файлів в MongoDB відбувається завдяки викликам протоколу GridFS.

Подібно до інших документо-орієнтованих СКБД (CouchDB тощо), MongoDB не є реляційною СКБД.

Є докладна і якісна документація, велике число прикладів і драйверів для популярних мов Java, C++, C#, PHP, Python, Perl, Ruby.

При випуску одразу було заявлено, що реліз MongoDB 1.0 готовий до використання у виробництві як одиничний хост, так і у зв'язках master/slave.

Код цього релізу досить стабільний і перевірений в промисловій експлуатації протягом 1,5 років. MongoDB рекомендується розгортати мінімум на двох серверах використовуючи реплікацію Master/Slave.

Це забезпечує наявність актуальних даних при виході з ладу однієї з СКБД. MongoDB – продукт досить молодий, і відтак у ньому зустрічаються помилки, з'являються нові можливості тощо. Характерний високий темп розробки

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

(проект пишуть не тільки волонтери, а й компанія людей на повній зайнятості).
Компанія-розробник надає платні підтримку, хостинг, консультації.

Приклади запитів

Запити можуть витягати дані з вбудованих об'єктів та масивів. Якщо в колекцію users вставлений такий об'єкт:

```
{
  "username" : "bob",
  "address" : {
    "street" : "123 Main Street",
    "city" : "Springfield",
    "state" : "NY"
  }
}
```

Ми можемо запитати цей документ (і всі документи з адресою в Нью-Йорку) за допомогою:

```
> db.users.find({"address.state" : "NY"})
```

Можна також запитати елементи масиву:

```
> db.food.insert({"fruit" : ["peach", "plum", "pear"]})
> db.food.find({"fruit" : "pear"})
```

Redmine – вільне серверне ПЗ для управління проектами та відстежування помилок. До системи входить календар-планувальник та діаграми Ганта для візуального представлення ходу робіт за проектом та строків виконання. Redmine написано на мові Ruby і є ПЗ розробленим з використанням відомого веб-фреймворку Ruby on Rails, що означає легкість в розгортанні системи та її адаптації під конкретні вимоги. Для кожного проекту можна вести свої вікі та форуми.

Функціональні можливості:

- Ведення декількох проектів.
- Гнучка система доступу з використанням ролей.
- Система відстеження помилок.
- Діаграми Ганта та календар.
- Ведення новин проекту, документів та управління файлами.
- Сповіщення про зміни за допомогою RSS-потоків та електронної пошти.

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

- Власна Wiki для кожного проекту.
- Форуми для кожного проекту.
- Облік часових витрат.
- Налаштування власних (custom) полів для задач, затрат часу, проектів та користувачів.
- Легка інтеграція із системами керування версіями (SVN, CVS, Git, Mercurial, Bazaar и Darcs).
- Створення записів про помилки на основі отриманих листів.
- Підтримка LDAP автентифікації.
- Можливість самореєстрації нових користувачів.
- Багатомовний інтерфейс (у тому числі українська мова).
- Підтримка СКБД: MySQL, PostgreSQL, SQLite.

Діаграма Ганта (*Gantt chart*, також стрічкова діаграма, графік Ганта) – це популярний тип діаграм, який використовується для ілюстрації плану, графіка робіт за будь-яким проектом. Є одним з методів планування та управління проектами.

Діаграма Ганта являє собою відрізки (графічні плашки), розміщені на горизонтальній шкалі часу. Кожен відрізок відповідає окремому завданню або підзадачі. Завдання і підзадачі, складові плану, розміщуються по вертикалі. Початок, кінець і довжина відрізка на шкалі часу відповідають початку, кінцю і тривалості завдання. На деяких діаграмах Ганта також показується залежність між завданнями.

Діаграма може використовуватися для представлення поточного стану виконання робіт: частина прямокутника, що відповідає завданню, заштриховується, відзначаючи відсоток виконання завдання; показується вертикальна лінія, що відповідає моменту «сьогодні».

Часто діаграма Ганта використовується спільно з таблицею зі списком робіт, рядки якої відповідають окремо взятій задачі, зображеній на діаграмі, а стовпці містять додаткову інформацію про задачу.

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Система відстеження помилок Багтрекер – прикладна програма для допомоги розробникам програмного забезпечення (програмістам, тестувальникам тощо) враховувати і контролювати помилки, знайдені у програмах, питання щодо функціональності, рішення та оновлення, побажання користувачів, а також стежити за процесом їх виконання.

Кожному, хто розробляв програмні продукти, добре знайоме співвідношення «20/80» – останні 20 % роботи тривають 80 % часу.

Як це не парадоксально, але нічого дивного в цій пропорції немає, адже саме на завершальній стадії починається тестування проекту, коли виявляються помилки, і що більший проект, то більше буде знайдено помилок.

Водночас досить часто виявляється, що більшість цих помилок були відомі та могли бути виправлені з меншими витратами на попередніх стадіях роботи, але не були вчасно описані, а потім загубилися серед інших важливих завдань.

Отже, система відстеження помилок у найпростішому варіанті – це процес, що включає в себе виявлення помилки, її опис, виправлення і перевірку цього виправлення, тобто процес «стеження» за багом протягом всього як його життєвого циклу, так і життєвого циклу розробки в цілому.

Сукупність інформації про дефект. Головний компонент такої системи – база даних, що містить відомості про виявлені дефекти. Ці відомості можуть включати в себе:

- номер (ідентифікатор) дефекту;
- хто повідомив про дефект;
- дата і час виявлення дефекту;
- версія продукту, в якій виявлено дефект;
- серйозність (критичність) дефекту та пріоритет рішення;
- опис кроків для відтворення дефекту (неправильної поведінки програми);
- відповідальний за усунення дефекту;
- обговорення можливих рішень та їх наслідків;
- поточний стан виправлення дефекту;

– версії продукту, в якій дефект виправлений.

Крім того, розвинені системи надають можливість прикріплювати файли, які допомагають описати проблему, наприклад, дампи пам'яті або скріншот.

Використання. Основна перевага систем відстеження помилок полягає в забезпеченні чітких централізованих оглядів, запитів на розробку (включаючи помилки і виправлення) та їх стан. У корпоративному середовищі, системи відстеження помилок можуть бути використані для генерації звітів по продуктивності програмістів виправлення помилок. Однак, це може іноді приводити до неточних результатів, тому що різні помилки можуть мати різні ступені пріоритету та серйозності, що пов'язано з складністю їх фіксації.

Життєвий цикл дефекту. Як правило, система відстеження помилок використовує той чи інший варіант «життєвого циклу» помилки, стадія якого визначається поточним станом помилки.

Типовий життєвий цикл дефекту:

1. Новий – дефект зареєстрований тестувальником.
2. Призначений – призначений відповідальний за виправлення дефекту.
3. Дозволений – дефект переходить назад у сферу відповідальності тестувальника. Як правило, супроводжується резолюцією, наприклад:

– Виправлено (виправлення включені у версію таку-то);
– Дубль (повторює дефект, що вже знаходиться в роботі);
– Не виправлено (працює відповідно до специфікації, має занадто низький пріоритет, виправлення відкладено до наступної версії тощо);

– «В мене все працює» (запит додаткової інформації про умови, в яких дефект проявляється).

4. Далі тестувальник проводить перевірку виправлення, залежно від чого дефект або знову переходить у стан «Призначений» (якщо він описаний як виправлений, але не виправлений), або у стан «Закрито».

5. Відкрито повторно – дефект знайдено знову в іншій версії.

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Система може надавати адміністраторові можливість налаштування користувачі, які можуть переглядати і редагувати помилки залежно від їх стану, переводити їх в інший стан або видаляти.

У корпоративному середовищі, система відстеження помилок може використовуватися для отримання звітів, що показують продуктивність програмістів при виправленні помилок. Однак, часто такий підхід не дає достатньо точних результатів через те, що різні помилки мають різну ступінь серйозності та складності. При цьому серйозність проблеми прямо не стосується складності її усунення.

Розглянемо визначення API. Це прикладний програмний інтерфейс (Application Programming Interface, API) – набір визначень підпрограм, протоколів взаємодії та засобів для створення програмного забезпечення.

Спрощено – це набір чітко визначених методів для взаємодії різних компонентів. API надає розробнику засоби для швидкої розробки програмного забезпечення. API може бути для веб-базованих систем, операційних систем, баз даних, апаратного забезпечення, програмних бібліотек.

Одним з найпоширеніших призначень API є надання набору широко використовуваних функцій, наприклад для малювання вікна чи іконок на екрані. API є абстрактним поняттям – програмне забезпечення, що пропонує деякий API, часто називають реалізацією (implementation) даного API. У багатьох випадках API є частиною набору розробки програмного забезпечення, водночас, набір розробки може включати як API, так і інші інструменти/апаратне забезпечення, отже ці два терміни не є взаємозамінювані.

Високорівневі API часто програють у гнучкості. Виконання деяких функцій нижчого рівня стає набагато складнішим, або навіть неможливим.

В об'єктно-орієнтованих мовах, прикладний програмний інтерфейс зазвичай включає в себе опис набору визначень класу, з набором форм поведінки, пов'язаних з цими класами. Це абстрактне поняття пов'язане з реальними

функціями, які надані або надаватимуться, класами, які реалізуються в методах класу.

Прикладний програмний інтерфейс в даному випадку можна розглядати як сукупність всіх методів, які публічно доступні в класах (зазвичай званий інтерфейс класу). Це означає, що прикладний програмний інтерфейс вказує методи, за допомогою яких взаємодіє з об'єктами, отриманими з визначень класів і обробляє їх.

У більш загальному плані можна визначити Прикладний Програмний Інтерфейс як сукупність усіх видів об'єктів, які можна вивести з визначення класу, і пов'язаних з ними можливих варіантів поведінки.

Наприклад: клас, що представляє Stack, може просто виставити публічно два методи Push() (для додавання нового елемента в стек) і Pop() (для вилучення останнього пункту, ідеально розташований на вершині стека).

У цьому випадку Прикладний Програмний Інтерфейс може бути інтерпретованим як два методи pop() і push(), або, більш широко, використовується варіант, коли можна використовувати елемент типу Stack, який реалізує поведінку стека, надаючи йому можливість для додавання / видалення елементів з вершини. Друга інтерпретація видається більш доречною в дусі об'єктно-орієнтованого підходу.

Якість документації, пов'язаної з Прикладним Програмним Інтерфейсом, є часто ключовим фактором, що визначає його успішність з точки зору простоти використання.

ППІ, як правило, пов'язаний із бібліотеками програмного забезпечення: ППІ описує і вказує очікувану поведінку в той час, як бібліотека є фактичною реалізацією даного набору правил. Один ППІ може мати декілька реалізацій (або жодної, будучи абстрактним) у вигляді різних бібліотек, які мають такий же інтерфейс.

Прикладний програмний інтерфейс також може бути пов'язаним з платформами програмування: платформа може бути заснована на кількох

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

бібліотеках реалізує декілька інтерфейсів ППІ, але на відміну від звичайного використання ППІ, доступ до поведінки вбудований в платформу опосередкований шляхом розширення його змісту новими класами і вставлений в саму платформу. Крім того, загальний потік управління програми може бути під контролем абонента.

Прикладний програмний інтерфейс може бути також реалізацією протоколу.

Коли ППІ реалізує протокол, він може бути заснованим на проксі-методах віддалених викликів, що засновані на протоколі зв'язку. Роль ППІ може заключатися саме в тому, щоб приховати деталі транспортного протоколу. Наприклад: RMI є ППІ, який реалізує протокол або JRMP IIOP як RMI-IIOP.

Протоколи, як правило, розподіляються між різними технологіями і зазвичай дозволяють різним технологіям обмінюватися інформацією, діючи як абстракція між двома світами. ППІ, як правило, є специфічним для конкретної технології: звідси, інтерфейси даної мови не можуть бути використані на інших мовах, якщо виклики функції не будуть перетворені з конкретної адаптації бібліотеки.

Деякі мови, серед яких такі, що працюють на віртуальних машинах (наприклад: мови, сумісні з NET CLI середовища CLR і JVM сумісних мов у віртуальній машині Java) можуть ділитися програмними інтерфейсами.

У цьому випадку віртуальна машина дозволяє мові взаємодії завдяки спільному знаменнику віртуальної машини, що абстрагується від конкретної мови, використовувати проміжний байт-код і його мову.

При використанні прикладного програмного інтерфейсу в контексті веб-розробки, як правило, ППІ визначається набором повідомлень запиту HTTP, також визначається структура повідомлень-відповідей, зазвичай у розширенні мови розмітки XML або в форматі об'єктного запису JavaScript (JSON). У той час як прикладний програмний інтерфейс у Web історично був практично синонімом для веб-служби, останнім часом тенденція змінилась (так званий Web 2.0) на

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

відхід від Simple Object Access Protocol (SOAP) на основі веб-сервісів і сервіс-орієнтованої архітектури (SOA) на більш прямі передачі репрезентативного стану (REST) стилів веб-ресурсів та ресурсів-орієнтованої архітектури (ROA).

Частина цієї тенденції пов'язана з рухом Семантичного веб-ресурсу до Опису Платформ (RDF), Концепції розвитку веб-технологій інженерних онтологій. Прикладні програмні інтерфейси у Web, що дозволяють комбінувати декількома прикладними програмними інтерфейсами в нові додатки називають гібридними.

4.2 Захист розробленого програмного забезпечення

Захист розробленого програмного забезпечення буде відбуватися за допомогою MARS, який є блочно-симетричним шифром з відкритим ключем. Розмір блоку при шифруванні 128 біта, розмір ключа може варіюватися від 128 до 448 біт включно (кратні 32бітам). Творці прагнули поєднати в своєму алгоритмі швидкість кодування і стійкість шифру. В результаті вийшов один з самих криптостійкий алгоритм з алгоритмів, які брали участь в конкурсі AES.

Алгоритм унікальний тим, що використовував практично всі існуючі технології, застосовувані в криптоалгоритмах, а саме:

- Найпростіші операції (додавання, віднімання, виключаюче або).
- Підстановки з використанням таблиці заміन.
- Фіксований циклічний зсув.
- Залежний від даних циклічний зсув.
- Множення за модулем 2^{32} .
- Ключове забілювання.

Використання подвійного перемішування представляє складність для криптоаналізу, що деякі відносять до недоліків алгоритму. У той же час на даний момент не існує будь-яких ефективних атак на алгоритм, хоча деякі ключі можуть генерувати слабкі підключі.

Структура алгоритму

Автори шифру виходили з наступних припущень:

1. Вибір операцій. MARS був спроектований для використання на найсучасніших комп'ютерах того часу. Для досягнення найкращих захисних характеристик в нього були включені самі «сильні операції» підтримувані в них. Це дозволило добитися більшого відносини securityper-instruction для різних реалізації шифру.

2. Структура шифру. Двадцятирічний досвід роботи в області криптографії підштовхнув творців алгоритму до думки, що кожен раунд шифрування грає свою роль в забезпеченні безпеки шифру. Зокрема, ми можемо бачити, що перший і останній раунди зазвичай сильно відрізняються від проміжних («центральных») раундів алгоритму в плані захисту від криптоаналітичних атак. Таким чином, при створенні MARSa використовувалася змішана структура, де перший і останній раунди шифрування істотно відрізняються від проміжних.

3. Аналіз. Швидше за все, алгоритм з гетерогенною структурою буде краще протистояти криптоаналітичним методам майбутнього, ніж алгоритм, всі раунди якого ідентичні. Розробники алгоритму MARS надали йому сильно гетерогенну структуру – раунди алгоритму дуже різняться між собою.

У шифрі MARS використовувалися такі методи шифрування:

1. Робота з 32-х бітними словами. Всі операції застосовуються до 32-бітовим словами. тобто вся початкова інформація розбивається на блоки по 32біта. (Якщо ж блок опинявся меншої довжини, то він доповнювався до 32біт)

2. Мережа Фейстеля. Творці шифру вважали, що це найкращий варіант поєднання швидкості шифрування і криптостійкості. В MARS використана мережа Фейстеля 3-го типу.

3. Симетричність алгоритму. Для стійкості шифру до різних атакам всі його раунди були зроблені повністю симетричними, тобто друга частина раунду є дзеркальне повторення першої його частини.

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Структуру алгоритму MARS можна описати таким чином:

1. Попереднє накладення ключа: на 32-бітові субблоки A, B, C, D накладаються 4 фрагмента розширеного ключа $k_0 \dots k_3$ операцією складання за модулем 2^{32} .
2. Виконуються 8 раундів прямого перемішування (без участі ключа шифрування).
3. Виконуються 8 раундів прямого криптоперетворення.
4. Виконуються 8 раундів зворотного криптоперетворення. [2]
5. Виконуються 8 раундів зворотного перемішування, також без участі ключа шифрування.
6. Фінальне накладення фрагментів розширеного ключа $k_{36} \dots k_{39}$ операцією віднімання за модулем 2^{32} .

Пряме перемішування

У першій фазі на кожне слово даних накладається слово ключа, а потім відбувається вісім раундів змішування згідно з мережею Фейстеля третього типу спільно з деякими додатковими змішування. У кожному раунді ми використовуємо одне слово даних (зване, вихідним словом) для модифікації трьох інших слів (звані, цільовими словами). Ми розглядаємо чотири байта вихідного слова як індексів на двох S-блоків, S_0 і S_1 , кожен, що складається з 256 32-розрядних слів, а далі проводимо операції XOR або додавання даних відповідного S-блоку в три інших слова.

Якщо чотири байти вихідного слова b_0, b_1, b_2, b_3 (де b_0 є першим байтом, а b_3 є старшим байтом), то ми використовуємо b_0, b_2 , як індекси в блоку S_0 і байти b_1, b_3 , як індекси в S-блоці S_1 . Спочатку зробимо XOR S_0 до першого цільовим речі, а потім додамо S_1 до того ж слова. Ми також додаємо S_0 до другого цільовим слову і XOR блоку- S_1 до третього цільовим слову. У висновку, ми обертаємо вихідне слово на 24 біта вправо.

У наступному раунді ми обертаємо наявні у нас чотири слова: таким чином, нинішні перші цільове слово стає наступним вихідним словом, поточним

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

другий цільове слово стає новим першим цільовим словом, третє цільове слово стає наступний другий цільовим словом, і поточне вихідне слово стає третім цільовим словом.

Більш того, після кожного з чотирьох раундів ми додаємо одне з цільових слів назад у вихідне слово. Зокрема, після першого і п'ятого раундів ми додав третю цільове слово назад у вихідне слово, а після другого і шостого раунду ми додаємо першої цільової слово назад у вихідне слово. Причиною цих додаткових операцій змішування, є ліквідація декількох простих диференціальних криптоатаки в фазі перемішування, щоб порушити симетрію у фазі змішування та отримати швидкий потік.

Криптографічне ядро

Криптографічне ядро MARS – мережа Фейстеля 3-го типу, що містить в собі 16 раундів. У кожному раунді ми використовуємо ключову Е-функцію, яка є комбінацією множень, обертань, а також звернень до S-блоків. Функція приймає на вхід слово даних, а повертає три слова, з якими згодом буде здійснена операція додавання або XOR до інших трьох слів даними. У доповненні вихідне слово обертається на 13 біт вліво.

Для забезпечення, серйозного опору до криптоатаки, три вихідних значення Е-функції (O_1 , O_2 , O_3) використовуються в перших восьми раундах і в останніх восьми раундах в різних порядках. У перші вісім раундів ми додаємо O_1 і O_2 до першого і другого цільовим речі, відповідно, і XOR O_3 у третьому цільовим слову. За останні вісім раундів, ми додаємо O_1 і O_2 до третього і другого цільовим речі, відповідно, і XOR O_3 до першого цільовим слову.

Е-функція

Е-функція приймає як вхідні дані одне слово даних і використовує ще два ключових слова, виробляючи на виході три слова. У цій функції ми використовуємо три тимчасові змінні, що позначаються L, M і R (для лівої, середньої та правої).

Спочатку ми встановлюємо в R значення вихідного слова зміщеного на 13 біт вліво, а в M – сума вихідних слів і першого ключового слова. Потім ми використовуємо перші дев'ять бітів M як індекс до однієї з 512S-блоків (яке виходить суміщенням S_0 і S_1 змішуванням фази), і зберігаємо в L значення відповідного S-блоку.

Потім помножимо друге ключове слово на R , зберігши значення в R . Потім обертаємо R на 5 позицій вліво (так, 5 старших бітів стають 5 нижніми бітами R після обертання). Тоді ми робимо XOR R в L , а також переглядаємо п'ять нижніх біт R для визначення величини зсуву (від 0 до 31), і обертаємо M вліво на цю величину. Далі ми обертаємо R ще на 5 позицій вліво і робимо XOR в L . У висновку, ми знову дивимося на 5 молодших бітів R , як на величину обертання і обертаємо L на цю величину вліво. Таким чином результат роботи Е-функції – 3 слова (по порядку): L , M , R .

Зворотне перемішування

Зворотне перемішування практично збігається з прямим перемішуванням, за винятком того факту, що дані обробляються в зворотному порядку. Тобто, якби ми поєднали пряме і зворотне перемішування так, щоб їх виходи і входи були б з'єднані в зворотному порядку ($D[0]$ прямого і $D[3]$ зворотного, $D[1]$ прямого і $D[2]$ зворотного), то не побачили б результату перемішування. Як і в прямому змішуванні, тут ми теж використовуємо одне вихідне слово і три цільових. Розглянемо чотири перших байта вихідного слова: b_0, b_1, b_2, b_3 . Будемо використовувати b_0, b_2 як індекс до S-блоку – S_1 , а b_1, b_3 для S_0 . Зробимо XOR $S_1[b_0]$ в перше цільове слово, віднімемо $S_0[b_3]$ з другого слова, віднімемо $S_1[b_2]$ з третього цільового слів і потім проробимо XOR $S_0[b_1]$ також до третього цільового слова. Нарешті, ми повертаємо початкове слово на 24 позицій вліво. Для наступного раунду ми обертаємо наявні слова так, щоб нинішнє перше цільове слово стало наступним вихідним словом, поточне друге цільове слово стало першим цільовим словом, поточне третє цільове слово стало другим цільовим словом, і поточне вихідне слово стало третім цільовим словом. Крім

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

того, перед одним з чотирьох «особливих» раундів ми віднімаємо одне з цільових слів з вихідного слова: перед четвертим і восьмим раундами ми віднімаємо першої цільової слово, перед третьому і сьомим раундами ми віднімаємо третя цільова слово з вихідного.

Дешифрування

Процес декодування обернений процесу кодування. Код дешифрування схожий (але не ідентичний) на код шифрування.

КБПЗ_2026

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

5 МЕТОДИКА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ

На рисунку 5.1 зображено розроблена система інформаційного моделювання ЦОД на основі графових моделей даних та інтеграції різнорідних джерел. З рисунку можна побачити що інтерфейс головного вікна розподілено на наступні функціональні розділи:

- Верхнього меню: Файл; В.І.М.; Налаштування; Довідка.
- Функціональних кнопок ПЗ.
- Навігаційного меню яке викликається натисканням правої клавіші маніпулятора миші.
- Розділу виведення результату роботи системи.



Рисунок 5.1 – Головне вікно ПЗ

Проектна команда – це основа основ. Знання й уміння необхідно постійно поповнювати: вивчати актуальні технологічні інновації й кращий світовий досвід.

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Тільки при такій умові інтегратор, що займається проектуванням, побудовою й експлуатацією ЦОД, зможе застосовувати кращі теоретичні підходи, розбиратися в плюсах і мінусах їхнього практичного використання й досконально розуміти, із чого буде складатися сукупна вартість ЦОД протягом 10–15 років життєвого циклу об'єкта.

На сучасний момент саме останній показник і визначає конкурентоспроможність ЦОД на ринку – не CAPEX або OPEX окремо, а повна вартість володіння (TCO).

Однак стежити за сучасними технологіями й переймати передовий міжнародний досвід уже недостатньо.

На тлі мінливих запитів споживачів і скорочення бюджетів потрібно вміти із усього різноманіття інженерних рішень вибрати оптимальний варіант саме для поставленого завдання.

Найчастіше навіть найефективніше рішення, представлене на ринку, вдається ще більше оптимізувати для конкретного проекту. У ЦОД можна виділити двох основних споживачів енергії: ІТ-устаткування й систему охолодження.

Коли мова йде про оптимізацію інженерних рішень, насамперед це стосується саме системи охолодження. Якщо грамотно вибрати основні складові (чіллер, фанкойл, насос, градирні й т.д.) і поліпшити параметри кожного, то економія виявляється чималою.

Розроблена програма має дуже простий і зрозумілий інтерфейс з користувачем.

Кожен, хто в достатньому обсязі володіє операційним середовищем Windows без особливих складностей освоїть і цю програму, оскільки її інтерфейс інтуїтивно зрозумілий.

Якщо програма не видала ніяких помилок, і працює, то можна використовувати, інакше слід слідувати інструкціям, які пропонує програма.

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

На рисунку 5.2 зображено авторські дані розробленого програмного забезпечення.

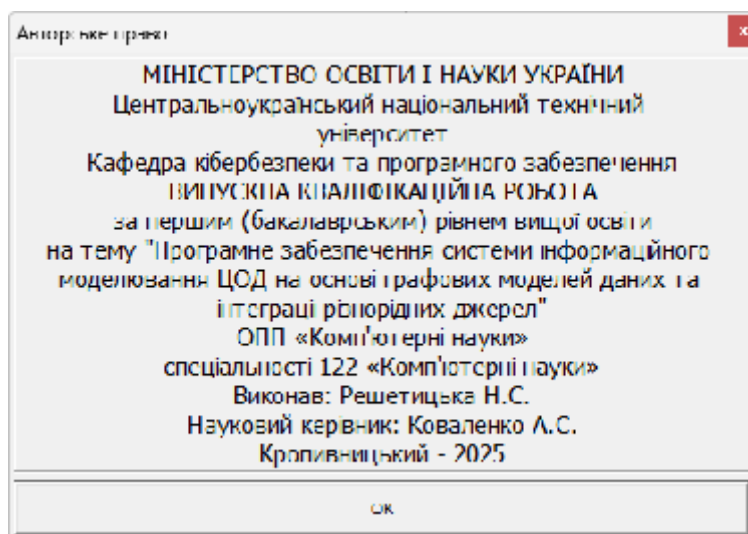


Рисунок 5.2 – Авторське право

Розглянемо процес впровадження програмного забезпечення, це процес налаштування програмного забезпечення під певні умови використання, а також навчання користувачів роботі з програмним продуктом. Впровадження програмного забезпечення це усі дії, що роблять розроблену програмну систему готовою до використання. Даний процес є частинною життєвого циклу програмного забезпечення.

Загалом процес розгортання складається з кількох взаємопов'язаних дій із можливими переходами між ними. Ця активність може відбуватися як з боку виробника так і з боку споживача. Оскільки кожна програмна система є унікальною, то усі процеси та процедури під час розгортання важко передбачити. Тому, "розгортання" можна трактувати як загальний процес відповідно до певних вимог та характеристик. Розгортання може здійснюватись програмістом і в процесі розробки програмного забезпечення.

До діяльностей пов'язаних із розгортанням програмного забезпечення відносять:

– Випуск.

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

- Встановлення та активація.
- Деактивація.
- Адаптація.
- Оновлення.
- Вмонтування.
- Відстежування версій.
- Видалення.
- Вилучення з обігу.

При впровадженні програмного забезпечення потрібно урахувати наступні дії:

– Виділення критичних, з точки зору загального результату, процедур в діяльності організації. Коли набір таких процедур визначений, необхідно в першу чергу використовувати ІТ рішення для автоматизації операцій усередині саме цих процедур. Таким чином, розроблене ІТ рішення автоматично стає життєво важливим і затребуваним для організації, а також буде забезпечена публічність процесу впровадження;

– Розширення нормативної бази організації шляхом включення до неї регламентів, що описують порядок виконання процедур автоматизованих процесів. В іншому випадку є небезпека виникнення неузгодженості між автоматизованими процедурами та іншими процесами організації.

– Виконання робіт з загальної стандартизації існуючої діяльності організації, коли виділяються кращі практики виконання процедур і включаються в ІТ рішення за принципом найбільшої корисності для більшості учасників. Відсоток таких процедур щодо загального обсягу автоматизації може бути невеликий, але це надає процесу побудови рішення вагу в організації за рахунок збільшення його необхідності.

Під час роботи над програмою було проведено тестування програмного забезпечення, тобто технічне дослідження, призначене для виявлення інформації про якість продукту відносно контексту, в якому воно має використовуватись.

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

Тестування включає як процес пошуку помилок або інших дефектів, так і випробування програмних складових з метою їх оцінки.

Проводилась оцінка:

- відповідності поставленим вимогам;
- правильна відповідь для усіх можливих вхідних даних;
- виконання функцій за прийнятний час;
- практичність;
- сумісність з ОС та стороннім ПЗ.

Оскільки число можливих тестів для програмних компонент практично нескінченне, тому стратегія тестування полягала в тому, щоб провести всі можливі тести з урахуванням наявного часу та ресурсів.

Як результат ПЗ тестувалось стандартним виконанням програми з метою виявлення помилок або інших дефектів.

Проводилось тестування форматом білої скриньки засноване на аналізі керуючої структури програми. Програма вважається повністю перевіреною, якщо проведено вичерпне тестування маршрутів (шляхів) її графа управління.

У цьому випадку формуються тестові варіанти, в яких:

- Гарантується перевірка всіх незалежних маршрутів програми.
- Знаходяться гілки True, False для всіх логічних рішень.
- Виконуються всі цикли (у межах їхніх кордонів та діапазонів).
- Аналізується правильність внутрішніх структур даних.

Недоліки тестування "білої скриньки":

- Кількість незалежних маршрутів може бути дуже велика.
- Повне тестування маршрутів не гарантує відповідності програми вихідним вимогам до неї.
- У програмі можуть бути пропущені деякі маршрути.
- Не можна виявити помилки, поява яких залежить від даних.

Переваги тестування "білої скриньки" пов'язані з тим, що принцип «білої скриньки» дозволяє врахувати особливості програмних помилок:

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

– Кількість помилок мінімально в «центрі» і максимально на «периферії» програми.

– Попередні припущення про ймовірність потоку керування або даних у програмі часто бувають некоректними. У результаті типовим може стати маршрут, модель обчислень за яким опрацьована слабо.

– При записі алгоритму програмного забезпечення у вигляді тексту на мові програмування можливе внесення типових помилок трансляції (синтаксичних та семантичних).

– Деякі результати в програмі залежать не від вихідних даних, а від внутрішніх станів програми.

Обрано умови розповсюдження – Freeware.

Це власницьке програмне забезпечення, котре можна Безоплатно використовувати протягом необмеженого терміну без обмежень у функціональності, і поширюване без сирцевих кодів.

Автори такого програмного забезпечення, як правило, хочуть «дати щось спільноті», але хочуть також контролювати його подальшу розробку. Іноді, коли програмісти вирішують припинити розробку, вони передають сирцевий код іншим програмістам, або ж спільноті як вільне програмне забезпечення.

Дуже часто плутають поняття «безплатне програмне забезпечення» та «вільне програмне забезпечення», хоча вони суттєво відрізняються.

Безплатне програмне забезпечення можна безоплатно встановлювати та використовувати (іноді з певними обмеженнями, як, наприклад, «безплатне для домашнього або некомерційного вжитку»), в той час як вільне програмне забезпечення можна продавати за будь-яку суму, але при тому, у користувача, котрий його отримує, повинні бути права на вивчення, модифікацію та поширення сирцевих кодів одержаної програми.

6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

Програмне забезпечення, створене в результаті виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, призначено для системи інформаційного моделювання ЦОД на основі графових моделей даних та інтеграції різнорідних джерел.

В межах України в недостатній мірі представлені вітчизняні розробки в цій області.

Рішення завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем інформаційного моделювання ЦОД на основі графових моделей даних та інтеграції різнорідних джерел.
- Досліджена система інформаційного моделювання ЦОД на основі графових моделей даних та інтеграції різнорідних джерел.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи інформаційного моделювання ЦОД на основі графових моделей даних та інтеграції різнорідних джерел.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання інформаційного моделювання ЦОД на основі графових моделей даних та інтеграції різнорідних джерел.

Розроблене програмне забезпечення має простий, дружній та зручний інтерфейс користувача, що забезпечує легкість у освоєнні роботи програмного продукту, зручність у використанні, і не потребує особливих спеціальних знань.

При створенні програмного забезпечення було використано об'єктно-орієнтований підхід, що відповідає сучасним тенденціям у галузі розробки комерційних програмних систем.

Програма реалізована на мові високого рівня Builder C++. Дана мова програмування дозволяє найбільш ефективно обробляти дані призначені для

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

системи інформаційного моделювання ЦОД на основі графових моделей даних та інтеграції різномірних джерел. Це дозволило мінімізувати строк розробки програмного забезпечення, і, як слід, зменшити витрати на його розробку. Запропоноване програмне забезпечення ділиться на загальне програмне забезпечення, що поставляється із засобами обчислювальної техніки й спеціальне програмне забезпечення, що спеціально розроблене для даної конкретної системи й включає програми, що реалізують її функції.

Програма призначена для виконання під управлінням багатозадачної операційної системи Windows 10/11.

Даються необхідні рекомендації з установки розробленого програмного забезпечення.

Для підвищення рівня безпеки запропоновано застосовувати алгоритм MARS.

В цілому створене програмне забезпечення підтверджує правильність використаних проектних рішень та повністю відповідає вимогам технічного завдання. Створене програмне забезпечення має потенційну можливість для подальшого вдосконалення і застосування у різних галузях.

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. M. Holmes He. Creating Apps with React Native. Apress Media. 2022. 445 p.
2. Maurício Aniche. Effective Software Testing. Manning Publications. 2021. 372 p
3. Priscila Heller. Automating Workflows with GitHub Actions. Packt Publishing. 2021. 216 p.
4. JJ Geewax. API Design Patterns. Manning Publications Co. 2021. 481 p.
5. Prateek Prasad. App Design Apprentice. Razeware LLC. 2020. 272 p.
6. Dawn Griffiths, David Griffiths. Head First Android Development. O'Reilly Media, Inc. 2021. 1414 p.
7. Nathan Metzler. Kotlin Programming for Beginners. Independently published. 2021. 158 p.
8. Aaron Torres. Go Programming Cookbook Second Edition. Packt Publishing Ltd. 2019. 427 p.
9. Мелешко Є.В., Якименко М.С., Поліщук Л.І. Алгоритми та структури даних: Навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей денної та заочної форми навчання. – Кропивницький: Видавець – Лисенко В.Ф., 2019. – 156 с.
10. Knuth D. The Art of Computer Programming, Vol. 1: Fundamental Algorithms, 3rd Edition 3rd Edition. – Addison-Wesley Professional, 2019. – 672 p.
11. Knuth D. Art of Computer Programming, Vol. 2: Seminumerical Algorithms 3rd Edition, Kindle Edition. – Addison-Wesley Professional, 2019. – 672 p.
12. Knuth D. The Art of Computer Programming: Vol. 3: Sorting and Searching 2nd Edition, Kindle Edition. – Addison-Wesley Professional, 2019. – 800 p.
13. Cormen T.H., Leiserson C.E., Rivest R.L., Stein C. Introduction to Algorithms, 3rd Edition (The MIT Press) 3rd Edition – The MIT Press, 2019. – 1292 p.

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

14. Вінтенко Б.Ю., Миронець І.В., Смірнов О.А. «Модель комп'ютерно-орієнтованої процедури системи підтримки оперативного персоналу АЕС». *IV Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція «Інновації та перспективні шляхи розвитку інформаційних технологій (ІПШРІТ-2025)»* м.Черкаси 25 листопада 2025 року – Черкаси: ЧДТУ.– 2025. – С.101-103.

15. Kuznetsov O., Frontoni E., Kuznetsova Y., Chevardin V., Smirnov O. «Architectural foundations for adaptive security in edge computing systems». *Cybersecurity Defensive Walls in Edge Computing*, 2025. pp. 21-61.

16. Вінтенко, Б.Ю., Миронець, І.В., Смірнов, О.А., Коваленко, О.В., Усік, П.С., Буравченко, К.О., Лисенко, І.А. «Логіко-структурна модель комп'ютерно-орієнтованої процедури системи підтримки оперативного персоналу АЕС». *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2025. Том 2 № 30. С. 413-427, 2025.

17. Смірнова, Т.В. «Дослідження методів, моделей та сучасних ІТ-рішень для підтримки технологічних процесів у критичній інфраструктурі держави». *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2025. Том 2 № 30. С.195-208, 2025.

18. Вінтенко Б., Смірнов О., Миронець І., Смірнова Т., Смірнов С. «Імітаційна модель шляхів вхідних даних комп'ютерної інтелектуальної системи підтримки оператора енергоблоку АЕС». *Комбінаторні конфігурації та їхні застосування: Матеріали XXVII Міжнародного науково-практичного семінару, присвяченого 125-річчю Національного університету «Запорізька політехніка» (Запоріжжя-Кропивницький-Київ, 4-6 червня 2025 р.)*. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2025. С.82-91.

19. Al-Azzeh, J., Ayyoub, B., Mesleh, A., Smirnova, T., Gnatyuk, S., Driev, O., Smirnov, O., Dorenskyi, O. «Cloud-Based Information System for Evaluating Caverns in the Process of Blasting Metal Surfaces of Details». *International Review on Modelling and Simulations* 18 (1), 2025. pp. 32-42.

20. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Миронець І.В., Смірнова Т.В., Коваленко О.В., Мацуї А.М. «Модель шляхів отримання вхідних даних

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

комп'ютерної інтелектуальної системи підтримки оперативного персоналу АЕС». *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2025. Вип. 11(42), ч. II. С.52-62.

21. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Миронець І.В., Смірнова Т.В. «Методи забезпечення відмовостійкості інтелектуальних систем підтримки оператора». *VIII міжнародна науково-практична конференція “Інформаційна безпека та комп'ютерні технології”*, м. Кропивницький. 24-25 квітня 2025 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2025. – С. 44-46.

22. Смірнов, О.А., Константинова, Л.В., Коноплицька-Слободенюк, О.К., Козірова, Н.В, Якименко, Н.М., Доренський, О.П., Буравченко, К.О. «Дослідження інструментів штучного інтелекту для роботи з базами даних та аналізу даних». *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2025. №3(27), С. 429–448.)

23. Smirnov O., Fedorov E., Neskorodieva A., Neskorodieva T. «Intellectual Classification method of Gymnastic Elements Based on Combinations of Descriptive and Generative Approache». *CEUR Workshop Proceedings Volume 3664*, 2024, Pages 11-23.

24. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Коваленко, А., Коноплицька-Слободенюк, О., Смірнова, Т., Константинова, Л. «Дослідження застосування систем підтримки оперативного персоналу об'єкту критичної інфраструктури при керуванні енергоблоком АЕС з реактором типу ВВЕР-1000». *Електронне фахове наукове видання «Кібербезпека: освіта, наука, техніка»*, 2024. № 2(26), С. 6-26.

25. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2024. №3(23), С. 111-131.

26. Kuznetsov O., Ilchenko O., Kryvinska N., Buravchenko K., Smirnov O., Savchenko Iu. «An Empirical Assessment of Leading Blockchain Financial Services».

					ВКРБ-122.26.0038.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

2023 IEEE 1st Ukrainian Distributed Ledger Technology Forum (UADLTF), Kyiv, Ukraine, 2023, pp. 1-6,

27. Kuznetsov, O., Kryvinska, N., Ilchenko, O., Smirnova, T., Ulianovska, Y. «Comparative Analysis of Cryptocurrency Trading Platforms Using the Analytic Hierarchy Process». *CEUR Workshop Proceedings*, 2023, 3628, pp. 106-115.

28. Malyukov V., Bebeshko B., Lakhno V., Smirnov O., Malyukova I., Mohylnyi H. «Managing the Purchase-Sale Process of Digital Currencies Under Fuzzy Conditions». *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2023, 729 LNNS, pp. 104–112.

29. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.

30. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchев, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.

31. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.

32. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів ІЕС60880 та ІЕС62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.

33. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2024. №3(23), С. 111-131.

34. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А., Коваленко А.С. «Дослідження нормативних документів та галузевих стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 2(72), С. 170-178.

35. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувацького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.

36. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А. «Дослідження нормативної документації та стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». VI міжнародна науково-практична конференція «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології», м. Кропивницький. 20-21 квітня 2023 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2023. – С. 35-36.

37. Smirnov, O., Karapetyan, A., Fedorov, E., «Creating Neural Network and Single Solution Human-Based Metaheuristic Methods of Solving the Traveling Salesman Problem». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3312, 2022, pp. 47-58.

38. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.

39. Smirnov O., Kovalenko O., Kovalenko A., Kavun S. «Quantitative Risk Assessment Method Development in the Context of the SDLC-model». 2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), 2021, pp. 203-208, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772143

40. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.

41. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
42. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
43. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
44. Smirnov, O., Shekhanin, K., Kuznetsov, A., Krasnobayev, V. «Detecting Hidden Information in FAT». International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS). Vol. 12, No. 3, 2020. PP.33-43.
45. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
46. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
47. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
48. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of

Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.

49. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.

50. Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.

51. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobayev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding Using 3D-Printing Technology», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P.701-706.

52. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.