

Міністерство освіти і науки України

Відокремлений структурний підрозділ «Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Відділення інформаційних технологій, менеджменту, туризму
та підготовки іноземних громадян

(назва відділення)

Циклова комісія комп'ютерної інженерії

(повна назва циклової комісії)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

фахового молодшого бакалавра

(освітньо-професійного ступеня)

на тему: **Розробка проєкту технічного обслуговування моноблоку Lenovo
ThinkCentre M920Z**

Виконав: студент IV курсу, групи KI-405

Спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

_____ Максим МАРТИНЧУК
(ім'я та прізвище)

Керівник _____ Галина РАДЧИК
(ім'я та прізвище)

Рецензент _____
(ім'я та прізвище)

Тернопіль – 2026

**ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
імені ІВАНА ПУЛЮЯ»**

Відділення **інформаційних технологій, менеджменту, туризму
та підготовки іноземних громадян**

Циклова комісія **комп'ютерної інженерії**

Освітньо-професійний ступінь **фаховий молодший бакалавр**

Освітньо-професійна програма: **Обслуговування комп'ютерних систем і мереж**

Спеціальність: **123 Комп'ютерна інженерія**

Галузь знань: **12 Інформаційні технології**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії
комп'ютерної інженерії

_____ Андрій ЮЗЬКІВ

“30” березня 2026 року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Мартинчуку Максиму Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: **Розробка проєкту технічного обслуговування
моноблоку Lenovo ThinkCentre M920Z**

керівник роботи **Радчик Галина Іванівна**
(прізвище, ім'я, по батькові)

Затверджені наказом Відокремленого структурного підрозділу «Тернопільський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя» від 27.03.2026р № 4/9-167.

2. Строк подання студентом роботи: 15 червня 2026 року.

3. Вихідні дані до роботи: пристрій обслуговування, документація до моноблоку Lenovo ThinkCentre M920Z, довідкові матеріали

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
Загальний розділ. Спеціальний розділ. Економічний розділ. Охорона праці та безпека
життєдіяльності.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

- структурна схема моноблоку;
- алгоритм виявлення та виправлення несправностей;
- таблиця кодів помилок;
- таблиця техніко-економічних показників.

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Ім'я, прізвище та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--|---------------------------------------|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Економічний розділ | Богдана МАРТИНЮК викладач | | |
| Охорона праці та безпека життєдіяльності | Володимир ШТОКАЛО викладач | | |

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|--|-------------------------------|----------|
| 1 | Отримання і аналіз технічного завдання | 01.04 | |
| 2 | Збір і узагальнення інформації | 05.05 | |
| 3 | Написання першого розділу | 16.05 | |
| 4 | Написання спеціального розділу | 30.05 | |
| 5 | Розрахунок економічної частини | 2.06 | |
| 6 | Написання розділу охорони праці | 4.06 | |
| 7 | Виконання графічної частини | 9.06 | |
| 8 | Оформлення проєкту | 11.06 | |
| 9 | Погодження нормоконтролю | 12.06 | |
| Є0 | Попередній захист роботи | 13.06 | |
| 11 | Захист кваліфікаційної роботи | | |

7. Дата видачі завдання: 31 березня 2026 року

Студент

(підпис)

Максим МАРТИНЧУК

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Галина РАДЧИК

(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Мартинчук М.В. Розробка проєкту технічного обслуговування моноблоку Lenovo ThinkCentre M920Z: кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня фаховий молодший бакалавр за спеціальністю «123 – Комп’ютерна інженерія». Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026. 104 с

Кваліфікаційна робота передбачає розробку проєкту технічного обслуговування моноблоку Lenovo ThinkCentre M920Z. Вона містить розширений опис будови та принципів роботи моноблоку, принципи правильної експлуатації, методи виявлення та усунення неполадок. Розроблено детальний алгоритм технічного обслуговування, який дозволить технічному персоналу швидко локалізувати поломку і здійснити ефективний ремонт. Кваліфікаційна робота містить графічну частину і пояснювальну записку з додатками.

Ключові слова: моноблок, процесор, кулер, оперативна пам’ять, клавіатура, BIOS, UEFI, ремонт.

ANNOTATION

Martynchuk M.V. Development of a technical maintenance project for the Lenovo ThinkCentre M920Z all-in-one: qualification work for the degree of professional junior bachelor in the specialty "123 - Computer Engineering". Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026. 104 p

The qualification work involves the development of a technical maintenance project for the Lenovo ThinkCentre M920Z all-in-one. It contains an extended description of the structure and principles of operation of the all-in-one, principles of proper operation, methods for detecting and eliminating problems. A detailed troubleshooting algorithm has been developed, which will allow technical personnel to quickly localize the breakdown and carry out effective repairs. The qualification work contains a graphic part and an explanatory note with appendices.

Keywords: all-in-one, processor, cooler, RAM, keyboard, BIOS, UEFI, repair.

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------------------|------------|
| | | | | | <i>2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ</i> | <i>Арк</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 4 |

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| Перелік термінів і скорочень | 7 |
| Вступ..... | 8 |
| 1 Загальний розділ..... | 9 |
| 1.1 Аналіз вихідних даних | 9 |
| 1.2 Технічне завдання | 11 |
| 1.2.1 Найменування та призначення пристрою обслуговування | 11 |
| 1.2.2 Вимоги до даних про об’єкт обслуговування | 12 |
| 1.3 Узагальнені відомості про об’єкт обслуговування..... | 14 |
| 1.3.1 Зовнішній вигляд моноблоку Lenovo ThinkCentre M920Z | 14 |
| 1.3.2 Структурна схема моноблоку Lenovo ThinkCentre M920Z..... | 18 |
| 1.4 Прицип роботи основних компонентів моноблока | 20 |
| 1.5 Основні техніко-економічні показники об’єкта обслуговування | 22 |
| 1.6 Програмне забезпечення моноблоку Lenovo ThinkCentre M920Z | 23 |
| 1.7 Взаємодія користувача із моноблоком Lenovo ThinkCentre M920Z..... | 25 |
| 2 Спеціальний розділ | 27 |
| 2.1 Інструкція із налаштування моноблока Lenovo ThinkCentre M920Z..... | 27 |
| 2.1.1 Початкове ввімкнення моноблока | 27 |
| 2.1.2 Налаштування UEFI BIOS | 32 |
| 2.1.3 Інсталяція операційної системи та драйверів..... | 35 |
| 2.1.4 Підключення до мережі | 40 |
| 2.1.5 Програмне керування живленням | 42 |
| 2.1.6 Налаштування засобів біометричної автентифікації..... | 45 |
| 2.1.7 Налаштування середовища віддаленого інженерного моніторингу ... | 47 |
| 2.2 Обслуговування моноблока Lenovo ThinkCentre M920Z..... | 50 |
| 2.2.1 Розташування та заміна легкознімних FRU-компонентів | 51 |
| 2.2.2 Заміна жорсткого диску | 56 |
| 2.2.3 Заміна оптичного приводу | 60 |

| | | | | | | | | | | |
|------------------|-----------------------|-----------------|---------------|-------------|---|--|--|-------------|-------------|----------------|
| | | | | | <i>2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ</i> | | | | | |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | | | |
| <i>Розробив</i> | <i>Мартинчук М.В.</i> | | | | <i>Розробка проєкту технічного обслуговування моноблоку Lenovo ThinkCentre M920Z Пояснювальна записка</i> | | | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Перевірів</i> | <i>Радчик Г.І.</i> | | | | | | | | | |
| <i>Н. Контр.</i> | <i>Юзьків А.В.</i> | | | | <i>ВСП ТФК ТНТУ зр. КІ-4.18 м. Тернопіль</i> | | | | | |
| <i>Затв.</i> | | | | | | | | | | |

| | | |
|--------|---|-----|
| 2.2.4 | Заміна кабелів оптичного привода та жорсткого диска..... | 64 |
| 2.2.5 | Заміна твердотільного диска M.2 | 66 |
| 2.2.6 | Заміна модуля пам'яті..... | 69 |
| 2.2.7 | Заміна блоку живлення..... | 71 |
| 2.2.8 | Заміна датчика встановленого корпусу | 74 |
| 2.2.9 | Заміна карти та антени Wi-Fi..... | 77 |
| 2.2.10 | Заміна процесора, кулера та термопасти..... | 79 |
| 3 | Економічний розділ..... | 84 |
| 3.1 | Визначення стадій техпроцесу та загальної тривалості проведення НДР. | 84 |
| 3.2 | Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соц. заходи | 85 |
| 3.3 | Розрахунок матеріальних витрат | 86 |
| 3.4 | Розрахунок витрат на електроенергію | 87 |
| 3.5 | Визначення транспортних затрат..... | 88 |
| 3.6 | Розрахунок суми амортизаційних відрахувань | 88 |
| 3.7 | Обчислення накладних витрат | 89 |
| 3.8 | Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР..... | 89 |
| 3.9 | Розрахунок ціни НДР | 90 |
| 3.10 | Визначення економічної ефективності..... | 90 |
| 4 | Охорона праці та безпека життєдіяльності | 92 |
| 4.1 | Обґрунтування системи безпечних методів виконання робіт з технічного сервісу моноблоку Lenovo ThinkCentre M920Z | 92 |
| 4.2 | Вплив електромагнітних випромінювань на оператора та методи їх екранування | 95 |
| 4.3 | Захист електронних компонентів від електростатичного розряду під час розбирання пристрою. | 97 |
| | Висновки | 101 |
| | Перелік посилань | 102 |
| | Додатки..... | 104 |
| | Додаток А Структурна схема моноблоку Lenovo ThinkCentre M920Z | 104 |

ВСТУП

Сучасний етап розвитку інформаційних технологій характеризується широким впровадженням високопродуктивних та компактних комп'ютерних систем у корпоративний та державний сектори. Одним із найбільш затребуваних рішень для організації робочих місць стали моноблоки (All-in-One PC), які поєднують у собі потужність настільного комп'ютера та ергономічність монітора. Моноблок Lenovo ThinkCentre M920Z є типовим представником бізнес-лінійки пристроїв, що вирізняються високою надійністю, продуктивністю та підтримкою сучасних технологій керування.

Проте, специфіка конструкції моноблоків – висока щільність компонування елементів у обмеженому просторі корпусу – висуває підвищені вимоги до їхнього технічного обслуговування (ТО) та ремонту. На відміну від класичних персональних комп'ютерів, обслуговування моноблоків потребує спеціалізованих знань щодо алгоритмів розбирання, заміни компонентів (FRU) та налаштування інтелектуальних систем охолодження й безпеки. Несвоєчасне або некваліфіковане ТО може призвести до перегріву, виходу з ладу дорогих вузлів (материнської плати, РК-дисплею) та втрати критично важливих даних. Тому розробка комплексного проекту технічного обслуговування для конкретної моделі Lenovo ThinkCentre M920Z є актуальним завданням, спрямованим на подовження терміну експлуатації техніки та мінімізацію витрат на її утримання.

Метою роботи є розробка цілісного проекту технічного обслуговування моноблока Lenovo ThinkCentre M920Z, що включає методику діагностики, алгоритми налаштування програмного забезпечення, чіткі інструкції із заміни апаратних компонентів та обґрунтування ефективності запропонованих заходів.

Практичне значення отриманих результатів полягає у створенні прикладної бази для технічних спеціалістів сервісних центрів та системних адміністраторів. Розроблений проект дозволяє стандартизувати процес обслуговування Lenovo ThinkCentre M920Z, що забезпечує високу якість ремонтних робіт та зменшує ризик пошкодження обладнання під час сервісних маніпуляцій.

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 8 |

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

Перший розділ кваліфікаційної роботи присвячений комплексному дослідженню моноблока Lenovo ThinkCentre M920Z. У ньому проаналізовано архітектурні та конструктивні особливості пристрою, визначено сферу його практичного застосування та розкрито принципи функціонування ключових апаратних компонентів. Окрему увагу приділено розгляду структурної схеми, обґрунтуванню вибору техніко-економічних показників, а також підбору засобів технічного обслуговування з чіткою аргументацією їх використання..

1.1 Аналіз вихідних даних

Об'єктом дослідження у даній кваліфікаційній роботі є моноблок Lenovo ThinkCentre M920z – високопродуктивне рішення класу «All-in-One» (AIO), що належить до преміальної бізнес-лінійки компанії Lenovo. Аналіз вихідних даних цього пристрою дозволяє визначити основні напрямки для розробки проекту його технічного обслуговування.

Моноблок інтегрує системний блок безпосередньо у корпус 23,8-дюймового монітора із матовим дисплеєм з роздільною здатністю Full HD (1920x1080). Зовнішній вигляд моноблоку представлено на рисунку 1.1



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд моноблоку Lenovo ThinkCentre M920z

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 9 |

Таблиця 1.1 – Базові технічні характеристики Lenovo ThinkCentre M920z

| Параметр | Характеристика |
|---------------------|--|
| Дисплей | 23.8" WVA, 1920x1080, опційно тачскрін |
| Чіпсет | Intel Q370 (з підтримкою vPro) |
| Процесорний сокет | LGA1151 |
| Тип пам'яті | DDR4-2666 MHz (2 слоти SO-DIMM) |
| Система охолодження | Активна (радіатор з тепловими трубками + турбінний вентилятор) |
| Блок живлення | Внутрішній, потужністю 150W або 180W |

Аналіз вихідних даних показує, що Lenovo ThinkCentre M920z є технічно складною, але придатною до ремонту системою. Висока щільність компонентів вимагає розробки точного алгоритму розбирання, а наявність сучасних інтерфейсів та засобів безпеки – кваліфікованого програмного налаштування BIOS та операційної системи.

1.2 Технічне завдання

1.2.1 Найменування та призначення пристрою обслуговування

Повне найменування пристрою обслуговування: персональний комп'ютер типу «моноблок» (All-in-One PC) моделі Lenovo ThinkCentre M920z [10].

Моноблок Lenovo ThinkCentre M920z розроблений як високопродуктивна обчислювальна система корпоративного класу. Його основним призначенням є забезпечення ефективного робочого місця в умовах сучасного офісу, де надзвичайно важливими факторами є продуктивність, економія робочого простору та високий рівень безпеки даних [10].

Основними сферами застосування моноблоку Lenovo ThinkCentre M920z є:

- корпоративний сектор, де робота пов'язана із виконання складних офісних завдань, робота з великими масивами даних, CRM-системами;

- у державні та фінансові установах, де завдяки підтримці технологій захисту (наприклад, модуля TPM 2.0 та фізичної шторки камери), пристрій призначений для роботи з конфіденційною інформацією;

- освіта та медицина, завдяки компактним габаритам та можливості монтажу на стіну (VESA) можна використовувати його в навчальних аудиторіях, лабораторіях або на рецепціях медичних закладів;

- інженерні та дизайнерські завдання початкового рівня. Потужна апаратна частина дозволяє працювати з 2D/3D графікою та професійним ПЗ для проектування.

Основні функціональні можливості:

- висока швидкість обчислень завдяки використанню багатоядерних процесорів Intel Core;

- відтворення якісного зображення на 23,8-дюймовому антивідблиско-вому дисплеї, що важливо для тривалої роботи оператора;

- організація відеоконференцій за допомогою вбудованої Full HD камери та масиву мікрофонів із функцією шумозаглушення;

- інтеграція всіх системних компонентів у корпус монітора, що мінімізує кількість дротів на робочому столі.

У контексті даної роботи моноблок розглядається як об'єкт планового та позапланового технічного обслуговування, що включає:

- діагностику та підтримку працездатності апаратних вузлів;
- заміну компонентів (модулів пам'яті, накопичувачів, системи охолодження);

- програмне налаштування та оптимізацію роботи системи.

1.2.2 Вимоги до даних про об'єкт обслуговування

Для забезпечення високої якості технічного обслуговування (ТО) та мінімізації ризиків виникнення апаратних збоїв під час сервісних робіт, встановлюється комплекс вимог до вихідних даних про моноблок Lenovo

| | | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|--|------------------------------|-----|
| | | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | | 12 |

Lenovo Vantage – це інтегрований програмний центр, який дозволяє отримувати наступні дані:

- System Health & Diagnostics – результати автоматичного тестування материнської плати, пам'яті та відеоядра;
- Smart Performance – аналіз швидкодії системи та виявлення програмних конфліктів.
- статус гарантії та запчастин – інформація про те, які компоненти є активними і які офіційні замітники (FRU) доступні для даної конфігурації.
- актуальність драйверів – перелік застарілого ПЗ, що може впливати на апаратну стабільність.

Додатково до автоматизованого збору даних, висуваються вимоги до візуальної фіксації стану:

- фотофіксація маркувальних наклейок: на корпусі, блоці живлення та внутрішніх компонентах (особливо на РК-панелі);
- акти дефектації: письмові звіти про виявлені фізичні пошкодження (тріщини корпусу, подряпини дисплея, люфти підставки).

Для виконання робіт спеціаліст повинен мати доступ до Hardware Maintenance Manual (НММ) для серії M920z [10]. Дані з цього посібника є першоджерелом при визначенні послідовності розбирання пристрою (Step-by-step instructions) та моментів затягування гвинтів.

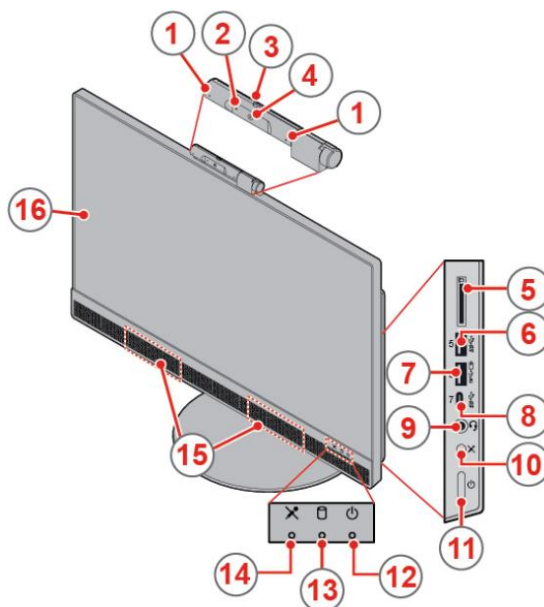
1.3 Узагальнені відомості про об'єкт обслуговування

1.3.1 Зовнішній вигляд моноблоку Lenovo ThinkCentre M920Z

Зовнішній вигляд моноблоку Lenovo ThinkCentre M920z розроблений з урахуванням корпоративних стандартів серії ThinkCentre, що передбачає поєднання строгого бізнес-дизайну, високої функціональності та ергономічності. Пристрій виконаний у класичному чорному кольорі (Raven Black) з матовим покриттям, яке стійке до відбитків пальців та механічних подряпин.

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 14 |

Центральним елементом фронтальної панелі є 23,8-дюймовий екран (див. рис.1.2.16). Основною особливістю дизайну є надвузькі рамки (так званий дизайн Borderless), що дозволяє пристрою виглядати компактніше за традиційні моноблоки та забезпечує максимальне використання площі екрана.



| | |
|--|--|
| 1 Вбудовані мікрофони (2) (додатково) | 2 Індикатор роботи вбудованої камери (додатково) |
| 3 Повзунок керування заслінкою вбудованої камери (додатково) | 4 Вбудована камера (додатково) |
| 5 Роз'єм пристрою читання карток (додатково) | 6 Роз'єм USB 3.1 Gen 1 |
| 7 Роз'єм Always On USB 3.1 Gen 2 (для швидкого заряджання) | 8 Роз'єм USB-C™ |
| 9 Роз'єм для гарнітури (також відомий як комбіноване гніздо для навушників) | 10 Кнопка увімкнення та вимкнення беззвучного режиму (режим комп'ютера) |
| 11 Кнопка живлення | 12 Індикатор живлення |
| 13 Індикатор активності диска | 14 Індикатор увімкнення та вимкнення беззвучного режиму |
| 15 Внутрішні динаміки (2) | 16 Екран |

Рисунок 1.2 – Вид моноблока спереду

У нижній частині під дисплеєм розташована перфорована панель, за якою приховані вбудовані стереодинаміки (див. рис.1.2.15).

У верхній частині рамки розміщено модуль веб-камери (див. рис.1.2.4). Специфічною деталлю дизайну M920z є фізична шторка ThinkShutter (див. рис.1.2.3), яка дозволяє користувачеві одним рухом закрити об'єктив

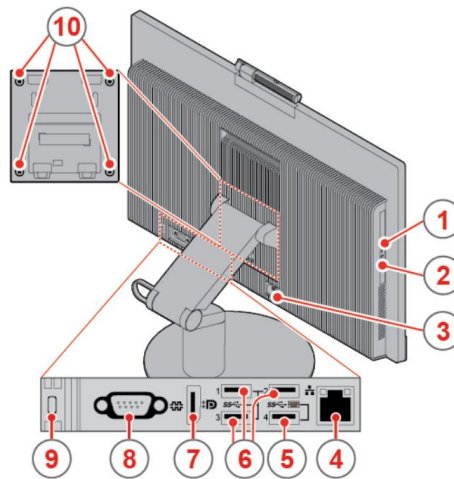
камери для забезпечення приватності. Залежно від комплектації, камера може бути поворотною (для використання як фронтальної, так і тилової).

Для зручності користувача основні інтерфейси, що потребують частого доступу, винесені на ліву бічну сторону пристрою:

- порти USB 3.1 Gen 1 (див. рис.1.2.6) та Gen 2 (див. рис.1.2.15), включаючи порт із функцією швидкої зарядки;
- роз'єм USB-C (див. рис.1.2.8);
- комбінований аудіороз'єм 3,5 мм для гарнітури (див. рис.1.2.9);
- опційний пристрій для читання карток «3-в-1» (див. рис.1.2.5).

На правій бічній грані зазвичай розташовується кнопка живлення з індикатором активності та вхід у лоток оптичного приводу (якщо він передбачений конфігурацією).

Задня панель (див. рис.1.3) має плавний вигин і виконана з високоякісного армованого пластику. В центрі розташована знімна панель для доступу до внутрішніх компонентів.



| | |
|---|--|
| 1 Індикатор роботи оптичного дисководу (додатково) | 2 Кнопка відкриття/закриття оптичного дисководу (додатково) |
| 3 Роз'єм кабелю живлення | 4 Роз'єм для мережі Ethernet |
| 5 USB-роз'єм 3.1 Gen 1 (підтримує функцію керування вмиканням) | 6 Роз'єми USB 3.1 Gen 1 (3) |
| 7 Роз'єм входу та виходу DisplayPort® 1.2 | 8 Послідовний роз'єм (додатково) |
| 9 Роз'єм для захисного замка | 10 Різьбові отвори VESA (гвинти M4 x 8 мм, 4 шт.) |

Рисунок 1.3.9 – Вид моноблока ззаду

У заглибленні нижньої частини задньої панелі зосереджені стаціонарні порти:

- роз'єм живлення (див. рис.1.3.3);
- DisplayPort (вхід/вихід) (див. рис.1.3.7);
- мережевий роз'єм RJ-45 (див. рис.1.3.4);
- порти USB (див. рис.1.3.7 та рис.1.3.6);

Моноблок може комплектуватися декількома типами підставок, найпоширенішою з яких є Ultra Flex Stand II. Вона має складну шарнірну конструкцію, що дозволяє:

- регулювати висоту екрана над столом;
- змінювати кут нахилу від -5 до 70 градусів (що дозволяє перевести моноблок у режим, близький до планшетного);
- повертати екран навколо вертикальної осі.

Також передбачено стандартне кріплення VESA (100x100 мм), приховане під місцем кріплення штатної підставки, що дає можливість монтувати моноблок на стіну або на спеціальні кронштейни.

Важливою характеристикою зовнішнього виконання є проходження тестування за стандартом MIL-SPEC 810G. Це означає, що корпус та зовнішні елементи розраховані на роботу в екстремальних умовах: підвищена вологість, вібрація, пил та перепади температур, що підтверджує довговічність матеріалів.

Продумана система перфорації розташована у верхній та нижній частинах корпусу, що забезпечує ефективну наскрізну циркуляцію повітря для охолодження компонентів.

Особливу увагу в конструкції Lenovo ThinkCentre M920z приділено питанням фізичної безпеки та цілісності пристрою в умовах відкритого офісного простору. На тильній частині корпусу передбачено наявність стандартизованого гнізда для замка Kensington Lock, що є важливим елементом загальної системи безпеки. Це дозволяє фізично закріпити моноблок на робочому місці за допомогою сталевого троса, запобігаючи несанкціонованому винесенню дорогого обладнання. Таке рішення, у поєднанні з програмними засобами

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 17 |

захисту та датчиком відкриття корпусу, створює багаторівневий контур безпеки, який мінімізує ризики як зовнішнього викрадення пристрою, так і внутрішнього втручання в його апаратну частину.

Дизайн Lenovo ThinkCentre M920z є прикладом професійного інструменту, де естетика підпорядкована функціональності. Компактне розміщення елементів та продумана ергономіка підставки роблять його зручним для тривалої експлуатації, а модульна конструкція задньої панелі полегшує процес технічного обслуговування.

1.3.2 Структурна схема моноблоку Lenovo ThinkCentre M920Z

Функціонування моноблоку Lenovo ThinkCentre M920z базується на тісній логічній взаємодії центрального процесора Intel Core 8-го або 9-го покоління з системним чіпсетом Intel Q370, що разом утворюють високопродуктивну платформу архітектури Coffee Lake. Процесор відіграє роль головного обчислювального вузла, який через вбудований контролер пам'яті на пряму керує потоками даних у двоканальній оперативній пам'яті стандарту DDR4 SO-DIMM, забезпечуючи мінімальні затримки при зверненні до ОЗП. Одночасно з цим, графічне ядро, інтегроване безпосередньо в кристал процесора, формує цифровий сигнал високої чіткості, який передається на 23,8-дюймову РК-матрицю через внутрішній інтерфейс Embedded DisplayPort (eDP), що дозволяє уникнути зайвих перетворень сигналу та зменшити енергоспоживання системи відображення.

Зв'язок між процесором та всією іншою периферією здійснюється через високошвидкісну шину DMI 3.0, яка з'єднує його з чіпсетом Intel Q370. Цей системний контролер виступає центральним комутатором для всіх пристроїв введення-виведення та накопичувачів інформації. Зокрема, чіпсет забезпечує роботу ліній PCI Express, які виділені для підтримки надшвидких твердотільних накопичувачів формату M.2 NVMe та комбінованого модуля бездротового зв'язку Wi-Fi/Bluetooth. Паралельно з цим, вбудований SATA-контролер керує

| | | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|--|------------------------------|-----|
| | | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | | 18 |

обміном даних із додатковим 2,5-дюймовим жорстким диском та оптичним приводом, створюючи гібридну систему зберігання, де швидкість поєднується з великим об'ємом.

Окрему роль у структурній схемі відіграє мультиконтролер (Super I/O), який працює на нижчому рівні та забезпечує апаратний моніторинг важливих параметрів системи. Він безперервно опитує датчики температури, розташовані біля ключових компонентів, та динамічно регулює швидкість обертання вентиляторів активної системи охолодження за допомогою широтно-імпульсної модуляції (PWM). Крім того, цей вузол відповідає за обробку сигналів від кнопки живлення та датчика відкриття корпусу, що є критичним для забезпечення безпеки в корпоративному середовищі. На відміну від стандартних ноутбуків, внутрішня архітектура M920z передбачає наявність потужного інтегрованого блока живлення, який перетворює мережеву напругу та живить складну систему стабілізаторів (VRM) на материнській платі, що розподіляють необхідні вольтажі між усіма функціональними блоками моноблока.

Усі описані вузли об'єднуються в єдину систему через багат шарову друковану плату, де особлива увага приділена екрануванню та захисту від перешкод. Наявність апаратного модуля TPM 2.0 та підтримка технології Intel vPro на рівні чіпсета додають у структуру пристрою рівень захищеного менеджменту, що дозволяє виконувати криптографічні операції та здійснювати віддалене адміністрування системи. Таким чином, структурна схема моноблока є збалансованою ієрархічною системою, де швидкісні обчислення центрального процесора гармонійно поєднуються з розгалуженою периферійною мережею під управлінням чіпсета Q370, забезпечуючи надійну та стабільну роботу всього пристрою.

Графічне представлення структурної схеми моноблоку Lenovo ThinkCentre M920z відображено на додатку А.

Окремою важливою характеристикою Lenovo ThinkCentre M920z є високий ступінь модульності конструкції за концепцією Tool-less Architecture. На відміну від споживчих моноблоків, ця модель спроектована таким чином,

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 19 |

щоб забезпечити технічному персоналу максимально швидкий доступ до основних вузлів без використання спеціалізованого складного інструментарію. Задня панель та основні компоненти (пам'ять, накопичувачі) фіксуються за допомогою затискачів або гвинтів, що мінімізує час простою обладнання під час сервісних операцій. Крім того, пристрій має продуману систему кабель-менеджменту всередині корпусу, що запобігає перетисканню дротів та сприяє кращій циркуляції повітря.

З точки зору надійності, об'єкт обслуговування відповідає низці міжнародних стандартів, серед яких сертифікація Energy Star 7.0 та EPEAT Gold, що свідчить про високу енергоефективність вбудованого блока живлення та використання екологічно безпечних матеріалів у корпусі. Також варто відзначити антистатичне виконання внутрішніх шасі, що знижує ризик пошкодження мікросхем електростатичним розрядом під час розбирання.

1.4 Принцип роботи основних компонентів ноутбука Lenovo ThinkCentre M920Z

Оскільки Lenovo ThinkCentre M920z є моноблоком, принципи роботи його компонентів поєднують у собі технології високопродуктивних настільних систем та компактні рішення, характерні для мобільних платформ. Робота пристрою починається з блоку живлення, який, на відміну від більшості побутових систем «все-в-одному», інтегрований безпосередньо в корпус. Він виконує перетворення змінної напруги побутової мережі на стабільну постійну напругу, яка через систему імпульсних перетворювачів на материнській платі розподіляється між енергозалежними вузлами. Центральний процесор Intel Core, що є головним обчислювальним центром, працює за принципом послідовної та паралельної обробки інструкцій, використовуючи кеш-пам'ять трьох рівнів для мінімізації затримок при доступі до найбільш затребуваних даних. Його взаємодія з оперативною пам'яттю DDR4 базується на роботі інтегрованого контролера, який організовує обмін інформацією за двоканальною схемою, що

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 20 |

фактично подвоює пропускну здатність шини даних та дозволяє ефективно працювати з ресурсомісткими додатками в багатозадачному режимі.

Графічна підсистема пристрою, представлена інтегрованим ядром Intel UHD Graphics, функціонує шляхом динамічного виділення частини оперативної пам'яті для потреб відеоадаптера. Вона відповідає за рендеринг інтерфейсу операційної системи та прискорення обробки відеоданих, передаючи сформований піксельний потік безпосередньо на контролер РК-панелі. Робота дискової підсистеми реалізована через паралельне функціонування двох інтерфейсів: NVMe для твердотільних накопичувачів, що забезпечує прямий доступ до ліній PCIe для досягнення максимальних швидкостей читання та запису, та SATA III для класичних жорстких дисків або оптичних приводів, де дані передаються послідовними пакетами. Це дозволяє системі швидко завантажувати операційну систему з одного носія та зберігати великі масиви даних на іншому.

Важливим аспектом функціонування моноблока є робота інтелектуальної системи охолодження, яка працює на основі термодинамічного циклу. Тепло від кристалів процесора та відеоядра поглинається мідними тепловими трубками, всередині яких циркулює холодоагент, що переходить із рідкого стану в газоподібний і переносить енергію до радіатора. Програмно-керований турбінний вентилятор, отримуючи дані від датчиків через шину SMBus, змінює швидкість обертів для створення оптимального повітряного потоку, що проходить крізь ребра радіатора та виводиться за межі корпусу. Водночас мережеві компоненти, як-от гігабітний контролер Ethernet та модуль бездротового зв'язку Wi-Fi, здійснюють модуляцію та демодуляцію сигналів для обміну даними з зовнішніми мережами, а вбудований звуковий кодек перетворює цифрові потоки в аналогові сигнали для динаміків, завершуючи цикл роботи всіх основних вузлів системи.

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 21 |

1.5 Основні техніко-економічні показники

Техніко-економічні показники моноблока Lenovo ThinkCentre M920z визначають його конкурентоспроможність у корпоративному сегменті та формують базу для розрахунку ефективності витрат на його технічне обслуговування. Основним технічним показником є інтегральна продуктивність системи, яка забезпечується використанням енергоефективних процесорів Intel Core з тепловим пакетом (TDP) до 65 Вт, що дозволяє досягти оптимального балансу між обчислювальною потужністю та рівнем тепловиділення. Економічна значущість цього показника полягає у зниженні витрат на електроенергію при масовому розгортанні таких пристроїв в офісних мережах, оскільки висока енергоефективність блоку живлення стандарту 80 PLUS Platinum мінімізує втрати на перетворення напруги, забезпечуючи коефіцієнт корисної дії понад 90%.

Важливим експлуатаційним показником є надійність, яка вимірюється середнім часом напрацювання на відмову (MTBF). Для даної моделі цей показник підсилюється відповідністю військовому стандарту MIL-SPEC, що в довгостроковій перспективі знижує капітальні витрати підприємства на заміну парку техніки. Економічний аспект обслуговування також тісно пов'язаний із показником ремонтпридатності: модульна конструкція компонентів FRU (Field Replaceable Unit) дозволяє проводити відновлювальні роботи безпосередньо на робочому місці, суттєво скорочуючи показник MTTR (середній час до відновлення працездатності). Це мінімізує збитки від простою персоналу, що є критичним фактором для бізнес-процесів.

З точки зору загальної вартості володіння (TCO), Lenovo M920z демонструє високу ефективність завдяки тривалому життєвому циклу платформи Q370 та можливості поетапної модернізації оперативної пам'яті й дискової підсистеми без необхідності повної заміни пристрою. Ергономічний показник компактності («All-in-One» дизайн) додатково приносить непряму економічну вигоду за рахунок оптимізації вартості оренди офісної площі,

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 22 |

оскільки пристрій займає на 60% менше місця порівняно з традиційним комплектом «системний блок + монітор». Таким чином, сукупність технічних характеристик та економічних переваг робить цей моноблок виправданим об'єктом для інвестицій, а розробка якісного проєкту його технічного обслуговування є ключовою умовою збереження цих показників протягом усього терміну експлуатації.

1.6 Програмне забезпечення моноблоку Lenovo ThinkCentre M920Z

Ефективне функціонування моноблока Lenovo ThinkCentre M920z забезпечується дворівневою структурою програмного забезпечення, що включає системне (низькорівневе) ПЗ та прикладні інструменти для керування й діагностики. Базовим елементом системного рівня є мікропрограма UEFI BIOS, яка прийшла на зміну застарілій системі BIOS. Вона виконує роль посередника між апаратною частиною та операційною системою, забезпечуючи безпечно завантаження (Secure Boot) та підтримку сучасних протоколів ініціалізації пристроїв. Особливістю ПЗ даного моноблока є інтеграція технології Intel vPro та модуля Intel Management Engine (ME), що дозволяє здійснювати віддалене налаштування, моніторинг та оновлення мікрокоду навіть у випадках, коли основна операційна система не завантажується. Це створює надійний фундамент для корпоративного використання та спрощує процес централізованого технічного обслуговування великого парку техніки.

Моноблок оптимізований для роботи під керуванням Windows 10/11 Pro, проте його стабільність залежить від специфічного набору драйверів, які реалізують потенціал архітектури Q370:

- Intel Chipset Device Software – набір інструкцій, що дозволяє ОС правильно ідентифікувати та конфігурувати шини даних (PCIe, USB, SATA);
- Intel Rapid Storage Technology (RST) – програмний стек для керування гібридною системою зберігання (SSD + HDD), що забезпечує прискорення доступу до даних та можливість створення RAID-масивів;

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 23 |

- Lenovo Intelligent Cooling – спеціалізований драйвер, який на програмному рівні аналізує положення моноблока та поточне навантаження, динамічно змінюючи криву обертів вентилятора для підтримки акустичного комфорту.

Важливою складовою системи Lenovo є фірмове програмне забезпечення Lenovo Vantage, яке є важливим інструментом для технічного фахівця. Ця утиліта дозволяє в автоматизованому режимі проводити глибоку діагностику апаратних вузлів, перевіряти стан накопичувачів, контролювати актуальність критичних оновлень та налаштовувати параметри живлення й охолодження залежно від сценаріїв використання пристрою. Завдяки інтегрованим алгоритмам штучного інтелекту, програмне забезпечення може прогнозувати можливі збої в роботі жорстких дисків або батареї (якщо вона присутня в конфігурації), що є основою превентивного технічного обслуговування.

Функціонал Lenovo Vantage, розділений на декілька модулів:

- Hardware Scan & Diagnostic – пакет тестів для перевірки цілісності оперативної пам'яті, поверхні накопичувачів та відеопам'яті;
- System Update – модуль автоматичного пошуку та встановлення критичних оновлень безпеки та драйверів безпосередньо з серверів виробника;
- Smart Performance – аналітичний інструмент, що виявляє «сміттєві» файли, помилки реєстру та програмні конфлікти, які знижують продуктивність.

Оскільки M920z – це пристрій бізнес-класу, його ПЗ включає інструменти для захисту комерційної таємниці:

- ThinkVantage Password Manager: Апаратне шифрування паролів з прив'язкою до чіпа TPM 2.0;
- Smart USB Protection: Програмна надбудова в BIOS, яка дозволяє обмежити доступ до USB-портів лише для периферії (миша/клавіатура), блокуючи можливість підключення флеш-накопичувачів для запобігання витоку даних;
- Lenovo Shield: Комплексне рішення для захисту від загроз на рівні ОС, що інтегрується з Microsoft Defender.

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------------------|------------|
| | | | | | <i>2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ</i> | <i>Арк</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 24 |

Додатковою перевагою є підтримка програмного пакету Lenovo Patch, який полегшує системним адміністраторам процес розгортання оновлень програмного забезпечення через Microsoft System Center Configuration Manager.

Такий комплексний підхід до програмного забезпечення робить Lenovo ThinkCentre M920z не просто обчислювальним пристроєм, а керованою та захищеною інформаційною системою.

Отже, при розробці проекту технічного обслуговування необхідно враховувати не лише фізичний стан пристрою, а й актуальність та цілісність його програмного середовища, оскільки саме воно визначає продуктивність, стабільність та безпеку експлуатації моноблока в довгостроковій перспективі.

1.7 Взаємодія користувача із моноблоком Lenovo ThinkCentre M920Z

Основним каналом отримання інформації є 23,8-дюймовий дисплей. Залежно від комплектації, взаємодія може бути:

- через звичайну антивідблискову матрицю, яка забезпечує комфортну роботу при будь-якому освітленні;
- сенсорною (Multitouch із підтримкою розпізнавання до 10 одночасних дотиків, що дозволяє використовувати жести для навігації в ОС. Це підвищує продуктивність у презентаційних та графічних задачах.

Для введення даних користувач використовує стандартний набір периферії, проте в моделі M920z реалізовані специфічні можливості підключення:

- завдяки вбудованому Bluetooth-модулю користувач може звільнити робочий простір від кабелів, використовуючи фірмові набори Lenovo Calliope;
- бічна панель введення-виведення розташована так, щоб користувач міг підключити USB-накопичувачі або гарнітуру «наосліп», не розвертаючи корпус пристрою.

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------------------|-----|
| | | | | | <i>2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ</i> | Арк |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 25 |

2 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Інструкція із налаштування моноблоку Lenovo ThinkCentre M920Z

Процес впровадження, розгортання та первинного конфігурування моноблока Lenovo ThinkCentre M920z у корпоративному чи навчальному середовищі вимагає чіткого дотримання послідовності інженерно-технічних етапів. Дана інструкція розроблена з метою типізації та стандартизації дій технічного персоналу (системних адміністраторів, сервісних інженерів) для мінімізації ризиків пошкодження апаратної частини пристрою, оптимізації його швидкодії та забезпечення максимального рівня кібербезпеки з перших хвилин експлуатації.

Комплексний алгоритм налаштування моноблока інтегрує в собі декілька взаємопов'язаних стадій: фізичне розгортання та комутацію інтерфейсних ліній, контроль низькорівневих параметрів мікропрограми UEFI BIOS, розгортання операційної системи з інтеграцією сертифікованого пакету драйверів, конфігурування мережеских стеків, а також активацію засобів інтелектуального моніторингу, енергозбереження та безпеки, що підтримуються платформою Intel Q370 та фірмовим програмним забезпеченням Lenovo Vantage.

2.1.1 Початкове ввімкнення моноблока

Первинний запуск моноблока є важливою стадією, під час якої закладається база для стабільної роботи системи відображення, обчислювальних модулів та внутрішнього блока живлення. Порушення регламенту розпакування чи підключення може призвести до виникнення мікротріщин у багат шаровій друкованій платі або пробою елементів вузла регулювання напруги (VRM) через конденсацію вологи.

Робоча поверхня (стіл) повинна бути сухою, рівною, стійкою до вібрацій та очищеною від сторонніх предметів. Враховуючи, що моноблок поєднує в одному корпусі РК-матрицю та системні компоненти, необхідно забезпечити

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 27 |

навколо пристрою вільний простір (не менше 10 см з кожного боку) для безперешкодного функціонування наскрізної системи активного повітряного охолодження.

У разі транспортування або зберігання моноблока в умовах знижених температур або підвищеної вологості (наприклад, у зимовий період), перед розпакуванням та першим ввімкненням пристрій обов'язково повинен витриматися у вимкненому стані за кімнатної температури (+18°C...+22°C) протягом не менше ніж 2–3 годин. Це запобігає утворенню конденсату на внутрішніх електронних компонентах, чіпсеті Intel Q370 та шлейфах Embedded DisplayPort (eDP), що унеможливорює ризик короткого замикання під час подачі струму.

За необхідності підключення внутрішніх компонентів перед запуском, інженер повинен використовувати антистатичний браслет для захисту інтегрованих напівпровідникових структур від електростатичного розряду (ESD).

Моноблок Lenovo ThinkCentre M920z за замовчуванням комплектується фірмовою ергономічною шарнірною підставкою Ultra Flex Stand II або монтується на настінний кронштейн за допомогою стандартизованого кріплення VESA (100x100 мм).

Для встановлення підставки пристрій укладається екраном униз (див. рис. 2.1) на м'яку захисну підкладку (пінополістирол або тканинну основу) для запобігання подряпинам матового покриття 23,8-дюймової WVA-матриці.

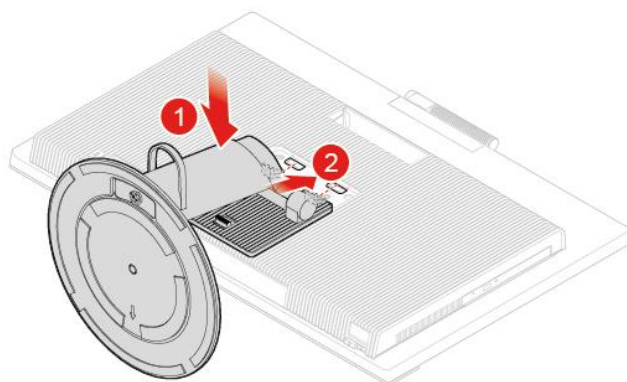


Рисунок 2.1 – Встановлення підставки Ultra Flex Stand II

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 28 |

Монтажна пластина підставки вставляється у відповідні пази на задній панелі шасі, як показано на рисунку 2.1, за концепцією Tool-less Architecture (без використання гвинтів) до характерного звуку замикання фіксатора (див. рис.2.1).

Для зняття підставки перед внутрішнім сервісним обслуговуванням чи ремонтом моноблока, теж потрібно положити екраном униз як показано на рисунку 2.2. Безпосередньо під шарнірним вузлом підставки на задній панелі моноблока розташована спеціальна механічна кнопка-засувка (фіксатор швидкого зняття). Сервісний інженер повинен однією рукою зафіксувати корпус моноблока, а пальцем іншої руки натиснути і утримувати цю кнопку у верхньому або притиснутому положенні (залежно від модифікації кріплення), що призводить до виходу сталевих зубців підставки із зачеплення з внутрішнім металевим пазом шасі.

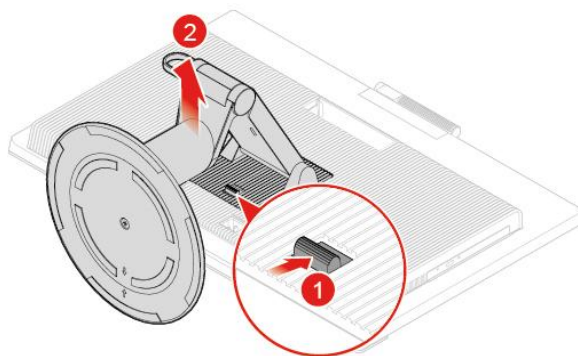


Рисунок 2.2 – Зняття підставки Ultra Flex Stand II

Утримуючи кнопку розблокування натиснутою, необхідно плавно підняти нижню частину підставки вгору під кутом приблизно 20–30 градусів відносно площини корпусу (див. рис. 2.2). Після цього підставка легким рухом зсувається в напрямку від верхньої межі моноблока (на себе), що дозволяє верхнім напрямним гакам монтажної пластини повністю вийти з пазів корпусу. Демонтована підставка прибирається з робочої зони для забезпечення повного вільного доступу до задньої кришки моноблока для подальшого розбирання.

Після встановлення моноблока у вертикальне положення інженер здійснює калібрування кута нахилу (в діапазоні від -5 до 70 градусів) та висоти екрана під

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 29 |

Фізична кнопка живлення розташована на правій бічній грані моноблока. Кнопка має короткий хід та чіткий тактильний відгук. Одразу після її натискання інженер повинен провести візуальний контроль статусних світлодіодів (LED), які інтегровані в праву нижню частину фронтальної перфорованої панелі або безпосередньо біля кнопки живлення:

- індикатор живлення (Power LED) має засвітитися безперервним білим (або зеленим) кольором, що сигналізує про успішну ініціалізацію внутрішнього БЖ та подачу штатних номінальних вольтажів на шини материнської плати;

- індикатор активності накопичувача (HDD/SSD LED) має циклічно блимати, вказуючи на те, що контролер чіпсета Intel Q370 здійснює зчитування завантажувальних секторів та обмін пакетами даних із твердотільним накопичувачем M.2 чи SATA HDD;

- індикатор веб-камери розташований у верхній частині рамки біля об'єктива камери індикатор сигналізує про подачу живлення на модуль.

Протягом 2–5 секунд після старту турбінний вентилятор системи охолодження короткочасно запускається на максимальних обертах (процес самоочищення від пилу під керуванням мультиконтролера Super I/O), після чого на 23,8-дюймовому дисплеї з'являється фірмовий логотип завантаження «ThinkCentre». Це свідчить про успішну ініціалізацію відеоядра Intel UHD Graphics та матриці через eDP;

За умов штатного проходження тесту POST вбудовані динаміки не видають жодних звукових сигналів (або видають один короткий низькоамплітудний звуковий сигнал, залежно від версії мікрокоду UEFI). Якщо під час тестування оперативної пам'яті DDR4 чи процесора виявлено критичну помилку, система згенерує серію звукових сигналів (POST Beep Codes), а запуск буде зупинено, що вимагатиме від інженера розшифровки коду за посібником Hardware Maintenance Manual (HMM).

У разі виникнення помилок конфігурації (наприклад, за наявності активованого датчика відкриття корпусу – Chassis Intrusion, або скидання налаштувань системного часу через розрядження батареї CMOS – Error 0199:

| | | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|--|------------------------------|-----|
| | | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | | 31 |

накопичувачі з метою запобігання витоку конфіденційної інформації або занесення шкідливого програмного забезпечення, але при цьому зберігаючи працездатність підключених USB-миші та клавіатури.

За необхідності у вкладці Devices можна деактивувати інтегровані модулі бездротового зв'язку Wi-Fi та Bluetooth, дискретний аудіоконтролер або вбудовану веб-камеру, якщо цього вимагають стандарти безпеки підприємства.

Розділ Security є надзвичайно важливим для забезпечення цілісності обчислювальної системи та захисту від низькорівневих кібератак, спрямованих на завантажувальні сектори. У цьому меню здійснюється обов'язкова активація криптографічного чипа TPM 2.0 (Trusted Platform Module), який забезпечує апаратне шифрування логічних дисків за допомогою технологій BitLocker, збереження криптографічних ключів, автентифікацію користувачів та контроль цілісності системних файлів.

Наступним кроком є конфігурування функції Secure Boot, яка дозволяє запускати лише перевірені операційні системи із сертифікованим цифровим підписом, що повністю унеможливорює активацію руткітів та буткітів на етапі до завантаження ядра ОС. Для захисту самого інтерфейсу UEFI BIOS від несанкціонованої зміни параметрів сторонніми особами сервісний інженер встановлює пароль адміністратора (Supervisor Password), а для додаткового захисту моноблока від крадіжки – пароль на ввімкнення (Power-On Password) та пароль доступу до накопичувача (Hard Disk Password).

Оптимізація обчислювальних можливостей та керування режимами енергоспоживання реалізується у вкладках Advanced та Power.

У меню Advanced активуються технології апаратної віртуалізації Intel Virtualization Technology (VT-x) та Intel VT for Directed I/O (VT-d), які є необхідною умовою для коректного функціонування віртуальних машин, ізольованих контейнерів та засобів розробки в операційній системі.

Також тут налаштовуються параметри Intel AMT (Active Management Technology), що дозволяє здійснювати віддалений моніторинг, апаратну

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|--|--|--|--|------------------------------|-----|
| | | | | | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | 34 |

діагностику та ремонт моноблока через мережу незалежно від стану операційної системи.

У розділі Power налаштовуються режими енергозбереження та параметри фірмової технології Intelligent Cooling Engine (ICE), де обирається баланс між акустичним комфортом (тихий режим роботи вентилятора) та максимальною продуктивністю відведення тепла від компонентів шляхом вибору профілю автоматичного регулювання обертів турбіни залежно від температурних датчиків.

Завершальним етапом низькорівневого налаштування є визначення пріоритетів завантаження у розділі Boot. Для розгортання операційної системи режим завантаження Boot Mode встановлюється в положення UEFI (параметр Legacy Support вимикається), що забезпечує підтримку сучасних таблиць розділів GPT на SSD-накопичувачах та прискорює старт системи.

У списку пріоритетності пристроїв (Boot Priority Order) на перше місце тимчасово встановлюється завантажувальний USB-накопичувач або мережевий адаптер (для розгортання ОС через PXE-сервер), а після завершення інсталяції першим пристроєм призначається Windows Boot Manager на внутрішньому накопичувачі M.2 NVMe.

Для збереження всіх внесених змін та перезавантаження моноблока інженер переходить до вкладки Exit і обирає пункт Save Changes and Exit або натискає гарячу клавішу F10, після чого система автоматично ініціює наступний цикл POST уже з новими робочими параметрами.

2.1.3 Інсталяція операційної системи та драйверів

Враховуючи архітектурні особливості платформи, що базується на корпоративному чіпсеті Intel Q370 та процесорах Intel Core 8-го покоління, базовим стандартом для встановлення в сучасних корпоративних та виробничих умовах є 64-розрядні операційні системи Windows 10 Pro або Windows 11 Pro. Вибір архітектури x64 та лінійки Pro зумовлений необхідністю повної реалізації

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 35 |

потенціалу багатоядерності процесорів Coffee Lake, підтримки обсягів оперативної пам'яті понад 4 ГБ, а також інтеграції пристрою в доменну структуру підприємства (Active Directory) та забезпечення сумісності із засобами апаратного шифрування BitLocker і віртуалізації Hyper-V.

На підготовчому етапі здійснюється створення завантажувального носія, як правило, на базі USB флеш-накопичувача об'ємом не менше 8 ГБ. Для забезпечення сумісності з налаштованим режимом чистого UEFI BIOS (без використання Legacy-емуляції) запис оригінального ISO-образу операційної системи на завантажувальний носій має виконуватися за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення (наприклад, утиліти Rufus або фірмового інструменту Microsoft Media Creation Tool).

При цьому в налаштуваннях запису в обов'язковому порядку обирається цільова системна архітектура UEFI (без CSM) та схема розділів GPT (Guid Partition Table). Використання файлової системи FAT32 для завантажувального сектора є обов'язковою вимогою специфікації UEFI, оскільки низькорівневий завантажувач мікропрограми материнської плати моноблока за замовчуванням не має інтегрованих драйверів для читання файлових систем NTFS або exFAT на етапі ініціалізації пристрою.

Безпосередній запуск процедури інсталяції розпочинається після підключення підготовленого USB-накопичувача до одного із високошвидкісних портів USB 3.1 Gen 2 на корпусі моноблока.

Після натискання кнопки живлення пристрою та початку тесту POST інженер здійснює циклічне натискання гарячої клавіші F12 для виклику тимчасового завантажувального меню (Lenovo Boot Menu). У списку доступних фізичних пристроїв за допомогою клавіш навігації обирається позиція з назвою підключеного накопичувача, яка обов'язково повинна мати префікс «UEFI:».

Після зчитування завантажувального запису екранна матриця ініціалізує графічну оболонку програми встановлення Windows, де користувачу пропонується вибрати регіональні стандарти, мову інтерфейсу та розкладку клавіатури, після чого обирається пункт «Інсталювати» та вводиться ліцензійний

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 36 |

та в тихій фоновій інсталяції розгортає верифіковані пакети драйверів, включаючи специфічні компоненти (драйвер зчитувача смарт-карт, фірмовий драйвер камери з підтримкою Windows Hello та сервісні утиліти керування шторкою ThinkShutter).

Завершальним підтвердженням успішності інсталяційного етапу є перевірка системного утиліти «Диспетчер пристроїв» (Device Manager), де в дереві конфігурації повинні бути відсутні будь-які невідомі компоненти або пристрої з попереджувальними знаками оклику.

2.1.4 Підключення до мережі

Оскільки дана модель моноблока орієнтована на корпоративний та бізнес-сегмент, її мережева підсистема побудована на базі високопродуктивних контролерів виробництва Intel, які інтегровані з системною логікою чіпсета Intel Q370.

Апаратна основа представлена гігабітним провідним адаптером Intel I219-LM Connection та бездротовим двокосмуговим модулем Intel Wireless-AC, що підтримує стандарти Wi-Fi 5 (802.11ac) і Bluetooth 5.0. Конфігурування цих інтерфейсів на рівні операційної системи Windows Pro вимагає чіткої послідовності дій для забезпечення стабільної маршрутизації пакетів даних, мінімізації затримок та інтеграції пристрою в доменну інфраструктуру підприємства.

Процес налаштування провідного підключення є пріоритетним у корпоративному середовищі через вищу пропускну здатність, завадостійкість та безпеку передачі інформації. Після фізичної комутації кабелю крученої пари категорії Cat5e або Cat6 до роз'єму RJ-45 на задній панелі моноблока, мережевий контролер Intel I219-LM автоматично виконує процедуру автоузгодження (Auto-Negotiation) швидкості та дуплексу, встановлюючи режим 1 Gbps Full Duplex.

Для програмного конфігурування параметрів транспорту інженер здійснює перехід до утиліти «Центр керування мережами і спільнокористувацьким доступом» та відкриває властивості мережевого адаптера Ethernet. У вікні компонентів підключення виділяється протокол IP версії 4 (TCP/IPv4).

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 40 |

Залежно від архітектури конкретної локальної мережі, призначення IP-адреси може відбуватися у два способи: автоматично через корпоративний DHCP-сервер або шляхом примусового статичного введення даних. У разі статичного налаштування інженер вручну прописує унікальну IP-адресу з виділеного підмережевого пулу, маску підмережі, адресу основного шлюзу, що вказує на корпоративний маршрутизатор, та адреси первинного і вторинного серверів доменних імен (DNS).

Конфігурування бездротового інтерфейсу Wi-Fi розглядається як резервний або додатковий канал зв'язку. Завдяки наявності двох інтегрованих у корпус моноблока антен, адаптер Intel Wireless-AC забезпечує стабільний прийом сигналу як у діапазоні 2.4 ГГц, так і в менш завантаженому діапазоні 5 ГГц. Підключення до бездротової інфраструктури розпочинається з активації адаптера через системний трей Windows та сканування доступного ефіру.

При виборі цільової корпоративної мережі особлива увага приділяється протоколам автентифікації. Для звичайних робочих груп застосовується стандарт безпеки WPA2/WPA3 Personal із введенням загального ключа доступу (Pre-Shared Key). Проте в розвинених корпоративних мережах підключення моноблока здійснюється за стандартом 802.1X (WPA2/WPA3 Enterprise), де автентифікація користувача або самого комп'ютера відбувається через радіус-сервер (RADIUS) із використанням цифрових сертифікатів або доменних облікових записів Active Directory, що повністю нівелює ризик несанкціонованого перехоплення бездротового трафіку [9].

Після забезпечення базового обміну IP-пакетами з мережею, обов'язковим етапом є інтеграція моноблока в мережеве середовище робочої групи або домену.

Через утиліту «Властивості системи» інженер змінює стандартне ім'я комп'ютера на унікальний інвентарний ідентифікатор згідно із затвердженим на підприємстві регламентом ініціалізації техніки. Якщо комп'ютер розгортається в межах централізованої інфраструктури, виконується процедура приєднання до домену Active Directory.

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 41 |

Завершальна стадія мережевого налаштування ThinkCentre M920z полягає в оптимізації безпеки та специфічних апаратних функцій, що підтримуються мережевою платою Intel. У властивостях адаптера в Диспетчері пристроїв інженер активує функцію Wake-on-LAN (WoL), яка у зв'язці з технологією Intel vPro/AMT дозволяє системним адміністраторам віддалено вмикати моноблок через локальну мережу для проведення нічного резервного копіювання або встановлення критичних оновлень безпеки.

Одночасно з цим у налаштуваннях Брандмауера Windows (Windows Defender Firewall) встановлюються правила фільтрації вхідного та вихідного трафіку відповідно до мережевого профілю «Доменна мережа». Для підвищення безпеки та зменшення службового трафіку в корпоративному сегменті рекомендується вимкнути застарілі та потенційно вразливі протоколи, такі як NetBIOS через TCP/IP та службу Link-Layer Topology Discovery (LLTD), якщо вони не використовуються локальними мережевими сервісами.

Контроль успішності виконання всього комплексу робіт із підключення до мережі перевіряється стандартними консольними утилітами діагностики ping та tracert, які повинні демонструвати стабільний обмін пакетами з контрольними вузлами ЛОМ та серверами глобальної мережі без втрати даних.

2.1.5 Програмне керування живленням

Враховуючи специфіку архітектури пристрою класу «все в одному», де обчислювальні модулі та блок живлення інтегровані в один корпус із РК-матрицею, ефективний розподіл енергетичних ресурсів безпосередньо впливає на акустичний комфорт робочого місця та стабільність системи за умов тривалих робочих навантажень.

Налаштування підсистеми енергоспоживання здійснюється на рівні операційної системи Windows Pro шляхом взаємодії низькорівневих драйверів із розширеним інтерфейсом конфігурації та керування живленням ACPI (Advanced

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 42 |

Configuration and Power Interface), що підтримується материнською платою на базі чіпсета Intel Q370.

Базовий етап конфігурування полягає у виборі та детальному налаштуванні схем керування живленням через системну панель операційної системи. Для корпоративного та інженерного використання моноблока стандартним вибором є «Збалансована» схема, яка автоматично адаптує частоту та вольтаж центрального процесора Intel Core 8-го покоління залежно від поточного обчислювального навантаження, використовуючи технології Intel SpeedStep та Intel Speed Shift.

Проте для виконання специфічних задач, що вимагають максимальної швидкодії без затримок на перемикання станів процесора, інженер налаштовує профіль «Висока продуктивність». У параметрах обраної схеми в обов'язковому порядку жорстко регламентуються часові інтервали для переведення дисплея у стан глибокого сну та вимкнення накопичувачів. Для умов офісної експлуатації оптимальним є встановлення таймера вимкнення екрана на 10 хвилин бездіяльності користувача, що запобігає передчасному деградаційному вигоранню світлодіодного підсвічування 23,8-дюймової WVA-матриці та знижує загальне споживання енергії пристроєм на 30–40 Вт.

Особливу увагу приділяють конфігуруванню режимів сну (Sleep States) під загальним керуванням операційної системи. Моноблок ThinkCentre M920z підтримує класичний режим глибокого сну S3 (Suspend to RAM), за якого живлення подається лише на модулі оперативної пам'яті DDR4 для збереження поточної сесії, а також режим гібернації S4 (Suspend to Disk), що передбачає скидання дампу оперативної пам'яті на швидкісний твердотільний накопичувач M.2 NVMe у файл hiberfil.sys із повним знеструмленням усіх апаратних вузлів. Сервісний інженер виконує програмне налаштування функції «Швидкий запуск» (Fast Startup), яка є гібридним варіантом завершення роботи.

Ця функція зберігає ядро операційної системи та завантажені драйвери у файл гібернації, що дозволяє при наступному ввімкненні пристрою скоротити час старту до 5–7 секунд. Водночас у великих корпоративних мережах із

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 43 |

розгорнутою політикою Active Directory функцію швидкого запуску іноді програмно деактивують, оскільки для коректного застосування групових політик (GPO) та оновлень безпеки комп'ютер потребує повного перезавантаження із завантаженням ядра з нуля.

Тонке налаштування специфічних енергетичних функцій моноблока реалізується через фірмовий програмний комплекс Lenovo Vantage, який виступає інтерфейсом доступу до унікальних апаратних засувок виробника.

Однією з таких функцій є Smart Power On (див. рис. 2.5), яка дозволяє вирішити проблему увімкнення пристрою, якщо він закріплений на стіні за допомогою кронштейна VESA і доступ до фізичної кнопки живлення на бічній грані ускладнений.

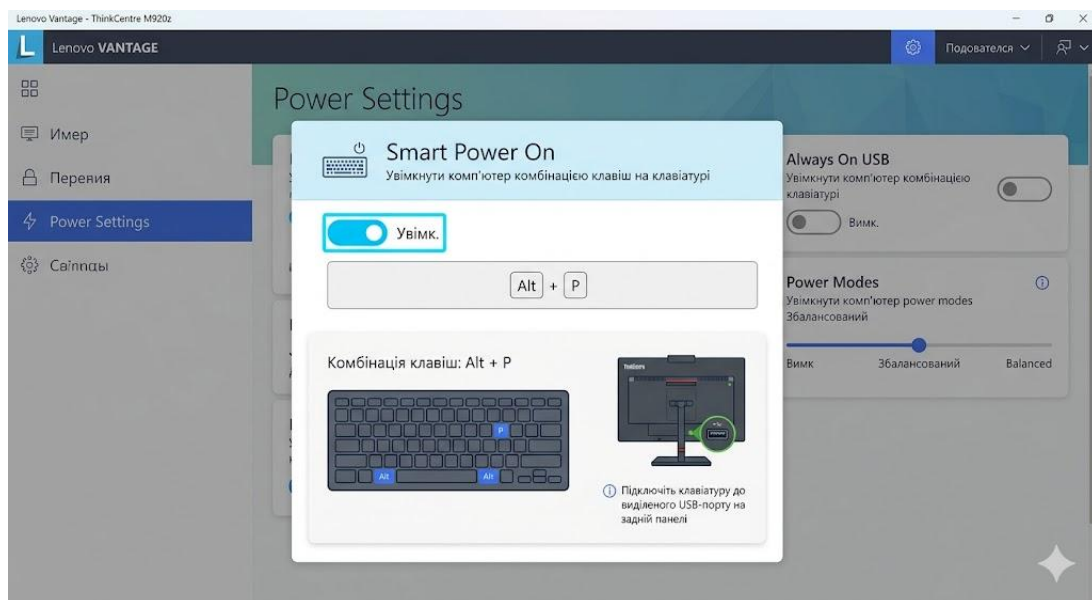


Рисунок 2.5 – Ввімкнення функції Smart Power On

Програмна активація цієї опції дозволяє ініціювати апаратний запуск моноблока зі стану S5 за допомогою натискання комбінації клавіш Alt+P на підключеній клавіатурі. Також через інтерфейс програми конфігурується режим роботи портів USB у стані вимкненого комп'ютера (функція Always On USB). Інженер може програмно дозволити або заборонити подачу номінальної напруги 5 В на виділений USB-порт із піктограмою батареї, коли моноблок перебуває в

режимі сну або повністю вимкнений, що дозволяє використовувати пристрій як інтелектуальну зарядну станцію для мобільних гаджетів периферії без необхідності утримувати всю систему у ввімкненому стані.

Невід'ємною складовою програмного керування живленням є моніторинг екологічних стандартів та оптимізація споживання за допомогою інтегрованого мікроконтролера Embedded Controller (EC).

Через сервісне ПЗ здійснюється контроль відповідності пристрою міжнародним сертифікатам енергоефективності Energy Star 7.0 та EPEAT Gold. Програмні алгоритми здійснюють постійний аудит споживаної потужності внутрішнього імпульсного блока живлення, фіксуючи пікові навантаження та формуючи звіти для системних адміністраторів.

Програмне обмеження лімітів потужності процесора (Power Limits PL1 та PL2) на рівні операційної системи дозволяє гнучко підлаштовувати тепловий пакет пристрою під конкретні кліматичні умови приміщення, гарантуючи, що навіть під час виконання ресурсомістких інженерних обчислень моноблок не перевищить критичні температурні показники та не перейде в режим захисного тротлінгу.

2.1.6 Налаштування засобів біометричної автентифікації

Захист персональних і виробничих даних на рівні кінцевого пристрою вимагає заміни стандартних, потенційно вразливих текстових паролів на передові криптографічні та біометричні методи автентифікації користувачів.

Апаратна база цієї підсистеми у ThinkCentre M920z представлена спеціалізованим інфрачервоним (IR) сенсором, інтегрованим у модуль веб-камери, механічною захисною шторкою ThinkShutter, а також дискретним криптографічним мікроконтролером TPM 2.0 (Trusted Platform Module) на базі чіпсета Intel Q370, який виступає захищеним сховищем для ключів та біометричних дескрипторів.

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 45 |

Програмна реалізація біометричного захисту виконується засобами технології Windows Hello, вбудованої в операційну систему Windows Pro. На відміну від звичайних оптичних веб-камер, які здійснюють просте порівняння двовимірного (2D) цифрового знімка і можуть бути легко обмануті якісною фотографією або відеозаписом особи з екрана смартфона, інфрачервона камера моноблока Lenovo працює за технологією тривимірного (3D) сканування. IR-підсвічувач випромінює невидиму для людського ока сітку структурного світла на обличчя оператора, а спеціалізований датчик фіксує глибину та рельєф поверхні, аналізуючи унікальні анатомічні характеристики (відстань між зіницями, форму носа, лінію вилиць та підборіддя). Такий підхід забезпечує найвищий рівень безпеки апаратної автентифікації та унеможливорює несанкціонований доступ сторонніх осіб до операційного середовища.

Алгоритм інженерного розгортання та конфігурування підсистеми біометричного захисту складається з такої послідовності кроків:

- ініціалізація сховища облікових даних. Перед безпосередньою активацією розпізнавання обличчя операційна система вимагає створення локального пароля облікового запису та прив'язки обов'язкового резервного PIN-коду Windows Hello. PIN-код є ключем доступу першого рівня, який, на відміну від мережевого пароля, зберігається виключно в ізольованій області пам'яті локального чипа TPM 2.0 і не передається на віддалені сервери, що повністю захищає його від мережевого перехоплення;

- запуск біометричного сканування. У розділі системних налаштувань «Варіанти входу» інженер обирає пункт «Розпізнавання обличчя (Windows Hello)» та ініціює процес реєстрації (інсталяції) нового користувача. Програма запускає інфрачервоний сенсор і просить користувача зафіксувати погляд по центру 23,8-дюймового екрана на кілька секунд для побудови первинної математичної карти обличчя;

- формування та кодування дескриптора. Отримані з камери сирі графічні дані не зберігаються в системі у вигляді стандартних картинок чи фотографій. Програмні алгоритми Windows Hello миттєво конвертують 3D-модель рельєфу

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 46 |

обличчя в унікальний цифровий хеш-код (біометричний дескриптор). Цей дескриптор підписується асиметричним ключем, шифрується і примусово записується в захищені регістри крипточипа TPM 2.0. Під час кожного наступного входу в систему мікроконтролер порівнює поточний сканований зліпок із зашифрованим хетчем, надаючи команду на розблокування системи за 0,5–1 секунду;

- калібрування завадостійкості. Для підвищення стабільності розпізнавання в умовах змінного кабінетного освітлення інженер запускає процедуру «Поліпшити розпізнавання». Користувач проходить додаткове сканування в різних умовах (наприклад, в окулярах, при яскравому боковому сонячному світлі або при повній відсутності зовнішнього освітлення, коли працює лише IR-підсвічування), що зводить ймовірність помилкової відмови в доступі (FRR) майже до нуля.

Паралельно з біометрією конфігуруються апаратні засоби фізичного контролю конфіденційності робочого простору. Одним із таких елементів є фірмова механічна засувка ThinkShutter, інтегрована в рухомий блок камери на верхній грані моноблока. На відміну від програмного вимкнення пристрою в Диспетчері завдань, яке може бути обійдене шкідливим програмним забезпеченням типу RAT (Remote Administration Trojan), зсув повзунка ThinkShutter фізично перекриває об'єктив камери щільною пластиковою шторкою, при цьому на панелі з'являється яскраво-червона індикаторна точка.

Це забезпечує 100% захист від прихованого відеонагляду без необхідності заклеювання камери сторонніми матеріалами, що часто порушує естетичний вигляд пристрою в офісі.

Додатково в корпоративному профілі Lenovo Vantage налаштовується функція автоматичного блокування пристрою за відсутності користувача (Zero Touch Lock / Presence Detection). Програмні алгоритми безперервно аналізують відеопотік з інфрачервоного датчика на наявність силуету людини перед екраном. Якщо працівник залишає робоче місце, і сенсор не фіксує присутності обличчя протягом заданого інженером часу (наприклад, 60 секунд), операційна система автоматично блокує робочий стіл, гасить підсвічування РК-матриці та

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 47 |

переводить систему в режим захищеного очікування, надійно оберігаючи конфіденційні дані від візуального перегляду сторонніми особами під час відсутності персоналу.

2.1.7 Налаштування середовища віддаленого інженерного моніторингу

Професійна експлуатація парку комп'ютерної техніки на підприємстві вимагає наявності інструментів, які дозволяють сервісним інженерам і системним адміністраторам здійснювати повний цикл технічного обслуговування, діагностики, перепрошивки мікрокоду та відновлення працездатності операційної системи без необхідності фізичної присутності біля пристрою.

Апаратною основою для реалізації такого функціоналу в моноблоці ThinkCentre M920z є технологія Intel vPro, що інтегрує в собі розширений комплекс низькорівневих сервісів Intel Active Management Technology (AMT), які функціонують на базі корпоративної системної логіки чіпсета Intel Q370 та мережевого гігабітного контролера Intel I219-LM.

Головна інженерно-технічна перевага та особливість архітектури Intel AMT полягає в її повній незалежності від поточного стану операційної системи та навіть працездатності основних обчислювальних модулів моноблока (процесора, оперативної пам'яті, твердотільного накопичувача).

Підсистема функціонує за концепцією Out-of-Band (OOB) управління, використовуючи окремий інтегрований у чіпсет мікроконтролер Intel Management Engine (ME).

Цей мікроконтролер має власну енергонезалежну пам'ять, отримує автономне чергове живлення від блока живлення (навіть коли моноблок програмно вимкнений) та зберігає постійний прямиий доступ до інтегрованого мережевого адаптера Ethernet, що дозволяє взаємодіяти з пристроєм на будь-якому етапі його життєвого циклу.

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 48 |

Алгоритм первинного розгортання та конфігурування середовища віддаленого моніторингу Intel AMT на моноблоці Lenovo ThinkCentre M920z складається з таких обов'язкових етапів:

- ініціалізація підсистеми AMT виконується до завантаження операційної системи. Під час проходження тесту POST інженер повинен натиснути комбінацію гарячих клавіш Ctrl+P для переходу в спеціалізоване апаратне вікно конфігурування Intel Management Engine BIOS Extension (MEBx);

- для забезпечення кібербезпеки першим кроком є примусова заміна стандартного фабричного пароля адміністратора (admin) на складний корпоративний пароль, що відповідає суворим криптографічним стандартам підприємства (має містити великі та малі літери, цифри та спеціальні символи). Без зміни пароля подальше налаштування системи блокується мікрокодом на апаратному рівні;

- у підменю Intel AMT Configuration інженер переходить до розділу Network Setup, де здійснюється налаштування мережевих параметрів для автономного мікроконтролера. Тут вказується унікальне мережеве ім'я пристрою (Host Name) та призначається окрема стабільна IP-адреса (бажано статична), яка резервується в корпоративній підмережі управління. Особливістю є те, що ця IP-адреса може відрізнитися від IP-адреси самої операційної системи Windows, хоча обидва потоки даних фізично проходять через один кабель і роз'єм RJ-45 мережевої плати Intel I219-LM. Такий підхід дозволяє зберегти доступ до управління моноблоком, навіть якщо користувач у Windows повністю відключить мережевий адаптер або змінить його налаштування;

- далі виконується активація інтерфейсу управління (Manageability Feature Selection), де обирається режим повної функціональності (Intel AMT). Для захисту транзитного інженерного трафіку від перехоплення та проведення атак типу Man-in-the-Middle (MitM) увімкнеться шифрування за протоколом TLS (Transport Layer Security) із можливістю завантаження корпоративних цифрових сертифікатів безпеки;

- однією з найважливіших операцій є активація апаратної функції KVM-

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------------------|------------|
| | | | | | <i>2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ</i> | <i>Арк</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 49 |

over-IP. У меню МЕВх інженер вмикає параметри сумісності з Redirection Passthru та встановлює прапорець апаратної передачі відеосигналу. Це дозволяє транслювати точну копію зображення з відеоядра Intel UHD Graphics через мережу на монітор адміністратора, забезпечуючи повноцінне перехоплення введення з клавіатури та миші, починаючи з першої секунди подачі живлення на моноблок.

Після збереження налаштувань у МЕВх та перезавантаження моноблока середовище віддаленого моніторингу вважається успішно розгорнутим. Управління та контроль пристрою з боку технічної підтримки здійснюється через спеціалізоване програмне забезпечення (наприклад, Intel Endpoint Management Assistant (EMA), MeshCentral або інтегровані консолі SCCM).

2.2 Обслуговування моноблоку Lenovo ThinkCentre M920Z

Процес обслуговування моноблоку Lenovo ThinkCentre M920Z полягає у періодичному його очищенні від пилу та забруднення та заміні так званих компонентів FRU (Field Replaceable Unit) – компоненти, що замінюються користувачем).

У контексті технічного обслуговування та ремонту комп'ютерної техніки корпоративного класу (зокрема обладнання Lenovo) усі компоненти пристрою чітко поділяються на дві категорії: CRU та FRU. Головна відмінність між ними полягає в рівні доступу, кваліфікації особи, яка виконує заміну, та збереженні гарантійних зобов'язань.

FRU (Field Replaceable Unit) – це замінний у польових умовах вузол, заміна якого вимагає спеціалізованих технічних знань, використання професійного інструменту та повинна виконуватися виключно сервісним інженером або сертифікованим адміністратором.

CRU (Customer Replaceable Unit) – це вузол або компонент обчислювальної системи, який може бути замінений безпосередньо користувачем (або штатним працівником офісу) без загрози пошкодження інших елементів пристрою.

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 50 |

2.2.1 Розташування та заміна легкознімних FRU-компонентів

До категорії легкознімних FRU-компонентів, архітектурне розташування яких дозволяє проводити оперативне обслуговування без повного демонтажу системної плати, належать модулі оперативної пам'яті SO-DIMM, твердотільний накопичувач стандарту M.2 NVMe SSD, модуль бездротового зв'язку Wi-Fi/Bluetooth, а також тонкий оптичний дисковод (Slim ODD).

Згідно з інженерно-топологічною схемою шасі пристрою, представленою на рисунку 2.6, усі ключові функціональні вузли інтегровані навколо чіпсета Intel Q370 (поз. 1), який забезпечує комутацію швидкісних ліній передачі даних.

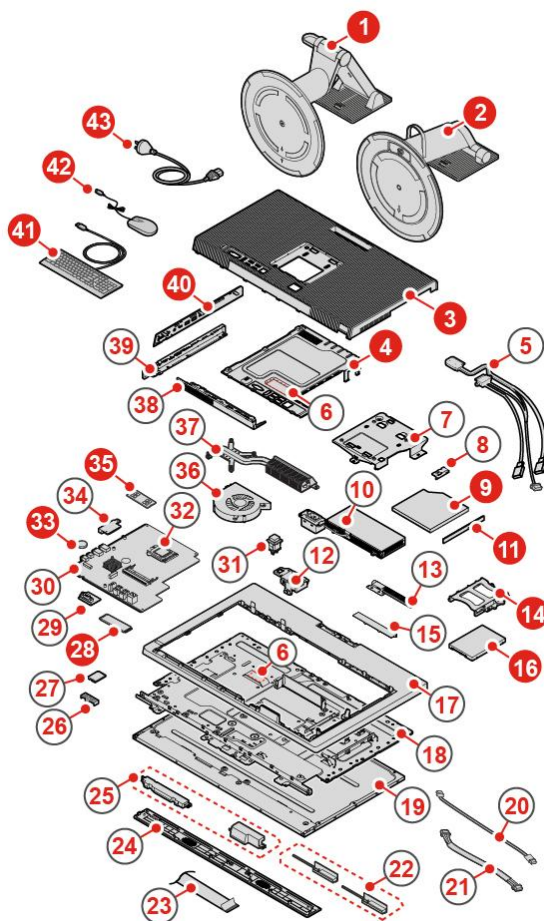


Рисунок 2.6 – Розташування FRU (включаючи CRU)

Процедура доступу, локалізації та заміни легкознімних FRU-компонентів виконується за суворим інженерним регламентом.

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 51 |

чіпсета (позиція 1 на рисунку 2.6). Накопичувач фіксується за допомогою одного гвинта у хвостовій частині та штатно накривається алюмінієвою пластиною-радіатором.

Внутрішні інтерфейси та вузли комутації живлення включають:

- силовий роз'єм живлення плати АТХ (позиція 5 на рисунку 2.6): Спеціалізований багатоконтактний роз'єм, розміщений на правому краю друкованої плати. Через нього подаються основні номінальні лінії напруги (+12V, +5V, +3.3V) від внутрішнього імпульсного блока живлення моноблока. Демонтаж кабелю живлення виконується шляхом сильного затискання пластикової засувки-фіксатора на колодці дроту з одночасним плавним потягуванням вгору;

- внутрішній роз'єм eDP / LVDS (позиція 6 на рисунку 2.6) – це багатокоординатний низьковольтний диференціальний роз'єм передачі цифрового відеосигналу, розташований у верхній частині плати. До нього підключається екранований шлейф, який йде безпосередньо до T-CON контролера 23,8-дюймової РК-матриці моноблока. Оскільки шлейф має високу щільність дрібних контактів, його вилучення вимагає підняття металевої скоби-фіксатора та суворо вертикального витягування колодки без перекосів, щоб уникнути замикання ліній підсвічування;

- внутрішній роз'єм веб-камери та біометрії (позиція 7 на рисунку 2.6) – малогабаритний конектор, розміщений у верхній зоні плати. Через нього комутуються лінії передачі даних вбудованого модуля камери та інфрачервоного сенсора системи автентифікації Windows Hello. Обслуговування вузла полягає в перевірці щільності посадки конектора шлейфа під час проведення профілактичних робіт;

- роз'єм підключення внутрішніх динаміків (позиція 1 на рисунку 2.6). Двоканальний аудіороз'єм, розташований у нижній правій частині плати. До нього підключається дрід від інтегрованої акустичної системи стереодинаміків моноблока. Вилучається ручним способом без використання гострого інструменту;

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 53 |

- роз'єм підключення вентилятора системи охолодження CPU_FAN (позиція 1 на рисунку 2.6) – це 4-контактний роз'єм із підтримкою ШІМ-керування (PWM), розташований поруч із процесорним сокетом. Забезпечує живлення та програмне регулювання обертів вентилятора-турбіни, який охолоджує теплообмінник процесора. Його від'єднання є обов'язковим кроком перед повним демонтажем радіатора СО.

Зовнішній блок інтерфейсів введення-виведення (I/O Panel) – ці компоненти розпаяні безпосередньо на задній та бічній гранях материнської плати і виведені через технологічні прорізи в корпусі моноблока для доступу користувача:

- комбінований аудіороз'єм 3.5 мм (позиція 11 на рисунку 2.6) – гніздо для підключення зовнішніх навушників, мікрофона або гарнітури. Підключене до інтегрованого звукового кодека Realtek;

- мережевий порт LAN RJ-45 (позиція 12 на рисунку 2.6) – екранований гніздовий роз'єм для підключення кабелю локальної мережі. Оснащений двома світлодіодними індикаторами, які відображають наявність фізичного лінку (Link) та процес передачі пакетів даних (Activity);

- блок зовнішніх портів USB (позиція 13 на рисунку 2.6) – це група високошвидкісних інтерфейсних роз'ємів типу USB Type-A та Type-C (стандарти USB 3.1 Gen 1 та Gen 2). Використовуються для підключення зовнішніх накопичувачів, периферії та інженерних завантажувальних носіїв при встановленні ОС. Один із портів має маркування «Always On» і підтримує подачу живлення у вимкненому стані комп'ютера;

- цифровий відеоінтерфейс DisplayPort (позиція 14 на рисунку 2.6) – це універсальний роз'єм виведення/введення цифрового відео- та аудіосигналу високої чіткості. Дозволяє підключати до моноблока додатковий монітор або використовувати сам моноблок як дисплей для стороннього пристрою.

Абсолютно всі маніпуляції з легкознімними FRU-компонентами (позиції 2, 3, 4, 8 на рисунку 2.6), а також відключення внутрішніх шлейфів (позиції 5, 6, 7, 9, 10 на рисунку 2.6) дозволяється проводити лише після повного відключення

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 54 |

силового кабелю від роз'єму живлення (позиція 5 на рисунку 2.6) та розрядження залишкового ємнісного заряду на конденсаторах плати (шляхом утримання кнопки ввімкнення протягом 5 секунд при знеструмленому пристрої). Сервісний інженер зобов'язаний працювати в антистатичному ESD-браслеті.

Для проведення робіт із демонтажу та заміни всіх зазначених позицій материнської плати (див. рис. 2.6) сервісний інженер повинен використовувати уніфікований набір інструментів та засобів захисту, представлений в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Набір інструментів та засобів захисту для проведення робіт із демонтажу та заміни FRU-компонетів

| Назва інструменту / засобу | Вигляд інструменту | Цільове призначення в межах плати (див. рис. 2.6) |
|--|---|--|
| Антистатичний комплект (браслет, ESD-килимочок) |  | Захист напівпровідникових структур чіпсета (поз. 1), ОЗП (поз. 8) та SSD (поз. 4) від пробую статичною напругою. |
| Викрутка PH1 (Phillips) з магнітним жалом |  | Демонтаж гвинтів кріплення радіаторів процесора (поз. 2) та накопичувача M.2 (поз. 4). |
| Пластиковий спуджер (діелектрична лопатка) |  | Безпечне розведення бічних фіксаторів слотів SO-DIMM (поз. 8) та підняття фіксуючої скоби eDP шлейфа (поз. 6). |
| Ізольований пінцет із тонкими губками |  | Демонтаж та позиціонування мікрокоаксіальних кабелів антени на модулі Wi-Fi (поз. 3). |
| Ізопропіловий спирт (99.7%) та безворсові серветки |  | Очищення кристала процесора (поз. 2) від старої термопасти перед повторним монтажем системи охолодження. |

Перед тим як торкатися будь-якої позиції на схемі, необхідно описати обов'язковий процес розрядження ємностей, оскільки силове живлення (поз. 5) може утримувати залишковий струм у конденсаторах:

- операційна система Windows завершує роботу в штатному режимі (вимкнено функцію швидкого запуску, щоб плата повністю знеструмилася);
- фізично відключається кабель живлення 220V від роз'єму блока живлення моноблока;
- натискається і утримується кнопка ввімкнення на корпусі моноблока протягом 10 секунд. Це запускає процес «Power Drain» – примусове скидання залишкового статичного та ємнісного заряду через резистори плати, що захищає контролери інтерфейсів USB (позиція 13 на рисунку 2.6) та LAN (позиція 13 на рисунку 2.6) від випадкового вигорання.

Якщо інженер припустився помилки під час заміни компонентів, BIOS моноблока через динаміки (позиція 9 на рисунку 2.6) видасть звуковий сигнал:

- 3 коротких – помилка ініціалізації оперативної пам'яті у слотах SO-DIMM (позиція 8 на рисунку 2.6). Модуль встановлено не до упору, або забруднилися ламелі контактної групи;
- 2 коротких звукових сигнали, екран (позиція 6 на рисунку 2.6) не вмикається – помилка тестування POST (сбій конфігурації в чіпсеті). Потрібно виконати скидання CMOS;
- помилка "Error 1962: No operating system found" на екрані – чіпсет (позиція 1 на рисунку 2.6) не бачить завантажувальних секторів на накопичувачі M.2 NVMe SSD (позиція 4 на рисунку 2.6). Необхідно перевірити щільність посадки диска в гнізді або налаштування завантаження (Boot Priority) в UEFI.

2.2.2 Заміна жорсткого диску

Заміна накопичувача (на базі жорсткого диска HDD або сумісного за форм-фактором 2.5-дюймового твердотілого накопичувача SSD SATA) у моноблоці Lenovo ThinkCentre M920z належить до категорії регламентних робіт з

| | | | | | | | |
|------------|------------|-----------------|---------------|-------------|--|-------------------------------------|------------|
| | | | | | | <i>2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ</i> | <i>Арк</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | 56 |

обслуговування. Згідно з загальною інженерно-топологічною схемою розбирання шасі пристрою (див. рис. 2.6), даний вузол складається з монтажного кронштейна (кошика) накопичувача (позиція 14 на рисунку 2.6) та безпосередньо самого жорсткого диска формату 2.5 дюйма (позиція 16 на рисунку 2.6).

Перед початком будь-яких внутрішніх маніпуляцій пристрій повністю відключається від мережі змінного струму. Моноблок укладається матрицею донизу на м'яку діелектричну поверхню (ESD-килимоч), після чого знімається опорна підставка. Прец зняття підставки детально описаний в розділі 2.1.1.

Процедура зняття основної задньої панелі комп'ютера (кожуха шасі) представлена на рисунку 2.7 та ілюструється технологічною картою:

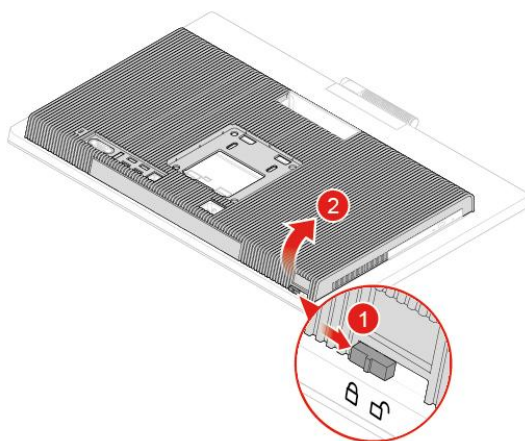


Рисунок 2.7 – Зняття основної задньої панелі комп'ютера (кожуха шасі)

- натиснути на рельєфну пластикову лапку фіксатора в напрямку, вказаному горизонтальною стрілкою (позиція 1 на рисунку 2.7). Це виводить зачепи кронштейна із зачеплення з напрямними рами;
- не відпускаючи фіксатор, потягнути за край пластикового кошика вгору та вбік (позиція 2 на рисунку 2.7).

Після зняття комп'ютерного кожуха у правій нижній зоні внутрішньої рами моноблока відкриється безпосередній доступ до дискового підйимального механізму, який детально зображено на рисунку 2.8. Кронштейн пристрою розроблений за концепцією безінструментального сервісу (Toolless Design) і

утримується на металевому каркасі за допомогою інтегрованої пластикової клямки (позиція 1 на рисунку 2.8).

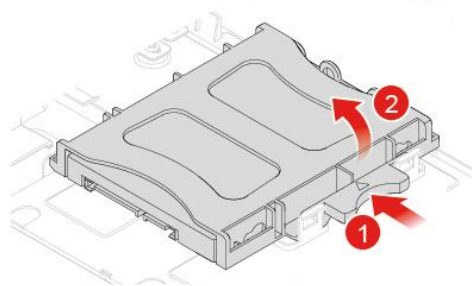


Рисунок 2.8 – Зняття жорсткого диска та кріплення

Для вилучення модуля інженер натискає на рельєфну пластикову лапку фіксатора в напрямку, вказаному горизонтальною стрілкою (позиція 1 на рисунку 2.8). Це виводить зачепи кронштейна із зачеплення з напрямними рами.

Не відпускаючи фіксатор, слід потягнути за край пластикового кошика вгору та вбік (позиція 2 на рисунку 2.8), висуваючи накопичувач із внутрішнього комбінованого інтерфейсного роз'єму Slimline SATA, розпаяного на платі, та повністю виймати вузол із корпусу.

Для вилучення безпосередньо самого 2.5-дюймового накопичувача з посадкового місця монтажного кронштейна не вимагається відкручування гвинтів, оскільки фіксація реалізована за рахунок гнучкості демпфуючих стінок лотка, що показано на рисунку 2.9.

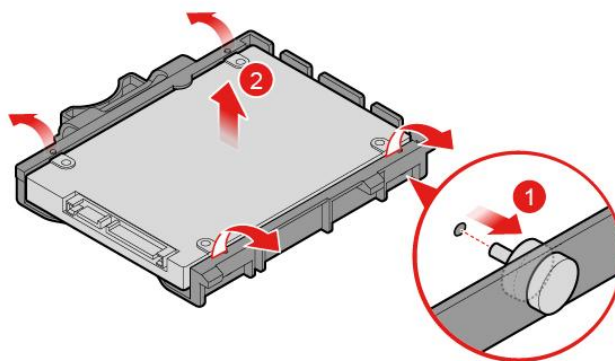


Рисунок 2.9 – Зняття жорсткого диска з кріплення

Системний інженер акуратно розводить гнучкі бічні грані пластикового утримувача у протилежні сторони, як продемонстровано розбіжними дугоподібними стрілками. Це дозволяє вивести чотири фіксуючі штифти утримувача з бічних різьбових отворів корпусу накопичувача. Спрямованим рухом вертикально вгору (позиція 2 на рисунку 2.9) жорсткий диск виймається з ложа кошика. На деталізованій круговій винесеній схемі (позиція 1 на рисунку 2.9) наочно показано механічний принцип виходу напрямного штифта кронштейна з посадкового гнізда на корпусі диска.

Встановлення нового справного жорсткого диска або твердотільного накопичувача SSD 2.5" у кронштейн виконується у зворотному порядку відповідно до рисунка 2.10.

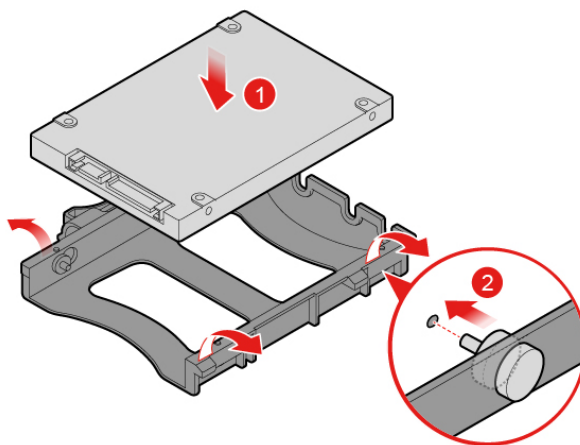


Рисунок 2.10 – Встановлення жорсткого диска в кріплення

Новий диск орієнтується інтерфейсною групою (контактами SATA-data та SATA-power) у бік вихідного прорізу кронштейна і плавно опускається всередину пластикового ложа (позиція 1 на рисунку 2.10). Бічні стінки утримувача притискаються до корпусу накопичувача. Контролюється, щоб чотири метало-пластикові штифти повністю увійшли у відповідні кріпильні отвори на корпусі диска (позиція 2 на винесеній круговій схемі рисунка 2.10), надійно затиснувши диск всередині рамки для запобігання вібрацій під час роботи магнітних головок.

Заключна операція з монтажу дискового вузла на шасі комп'ютера вимагає точного позиціонування напрямних, як проілюстровано на рисунку 2.11.

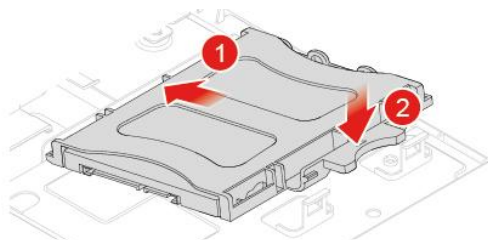


Рисунок 2.11 – Встановлення жорсткого диска та кріплення

Монтажний кронштейн із закріпленим всередині диском встановлюється на напрямні пази металеві підкладки корпусу і зсувається по них у горизонтальному напрямку (позиція 1 на рисунку 2.11). Цей рух виконується плавно, але з достатнім зусиллям для того, щоб інтерфейсна колодка накопичувача щільно увійшла в системний роз'єм SATA. Задня частина кронштейна опускається вниз до упору (поз. 2 на рисунку 2.11), при цьому інтегрована пластикова клямка автоматично замикається на металевому виступі рами з характерним щикликом, що сигналізує про завершення фіксації.

Після завершення монтажу вузла на місце встановлюється задня захисна кришка, фіксується опорна підставка і моноблок переводиться у робоче вертикальне положення. Наступним обов'язковим кроком є запуск інженерної утиліти Lenovo Setup Utility (UEFI BIOS) для контролю ініціалізації встановленого накопичувача на рівні чіпсета системи.

2.2.3 Заміна оптичного приводу

Тонкий оптичний дисковод (Slim ODD) у моноблоці Lenovo ThinkCentre M920z є модульним FRU-компонентом. Його заміна або інтеграція замість нього додаткового кармана (Caddy) під накопичувач виконується без необхідності повного демонтажу материнської плати. Згідно з загальною схемою архітектури

пристрою (див. рис. 2.6), блок дисководу складається з самого оптичного привода (позиція 10) та його кріпильної пластини-фіксатора (позиція 8).

Нижче наведено покроковий інженерний регламент демонтажу та встановлення оптичного привода з посиланням на відповідні технологічні карти.

Перед початком робіт з корпусу пристрою демонтується задня захисна кришка (див. пункт 2.2.2). Блок оптичного привода зафіксований на внутрішній металевій рамі за допомогою одного гвинта та пружинного механізму засувки. Порядок деінсталяції ілюструється на рисунку 2.12:

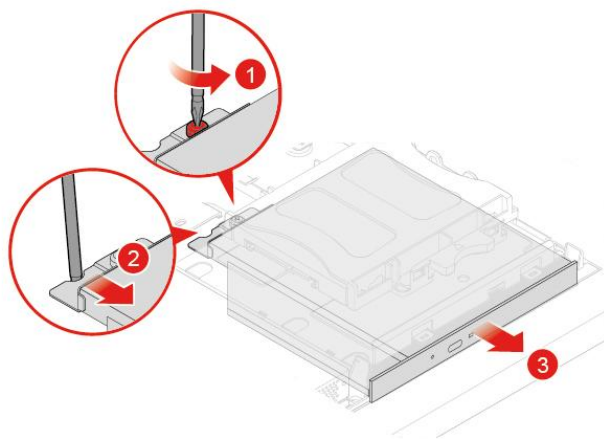


Рисунок 2.12 – Зняття оптичного дисководу

- за допомогою викрутки стандарту Phillips PH1 інженер викручує гвинт, який утримує металеву фіксуючу скобу привода на шасі (позиція 1 на рисунку 2.12);
- далі інженер притискає металевий язичок кріплення в напрямку стрілки (позиція 2 на рисунку 2.12), що звільняє корпус привода з внутрішнього зачеплення;
- утримуючи фіксатор, інженер висуває оптичний привод із технологічного паза у бік бічної грані моноблока (позиція 3 на рисунку 2.12), повністю від'єднуючи його від комбінованого інтерфейсного роз'єму Slimline SATA на платі.

Для того щоб підготувати новий привод до встановлення, зі старої деталі необхідно зняти металеву монтажну пластину (кронштейн) та фронтальну декоративну пластикову панель (безель).

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 61 |

На тильній частині корпусу ODD локалізуються два гвинти. Інженер викручує їх (позиція 1 на рисунку 2.13) та знімає металеву кутову пластину з корпусу привода (позиція 2 на рисунку 2.13).

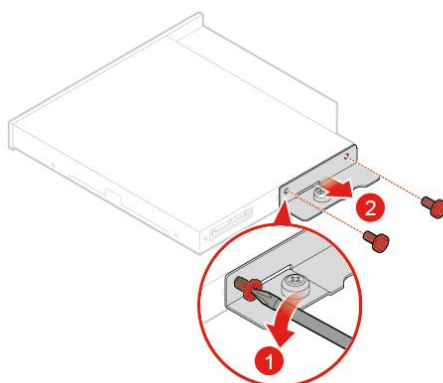


Рисунок 2.13 – Зняття тримача оптичного дисководу

Оскільки декоративна панель утримується на засувках, які доступні лише при відкритому лотку, інженер використовує тонку розігнуту скріпку або інженерний штифт. Штифт вводиться у технологічний отвір аварійного виймання на передній панелі (див. рис. 2.14.а) до упору, що призводить до відмикання замка та висування лотка.

Після висування внутрішньої каретки привода інженер за допомогою діелектричної лопатки акуратно віджимає пластикові вушка-фіксатори з пазів лотка та зсуває фасадну панель убік, повністю від'єднуючи її від рухомої частини (див. рис. 2.14.б).

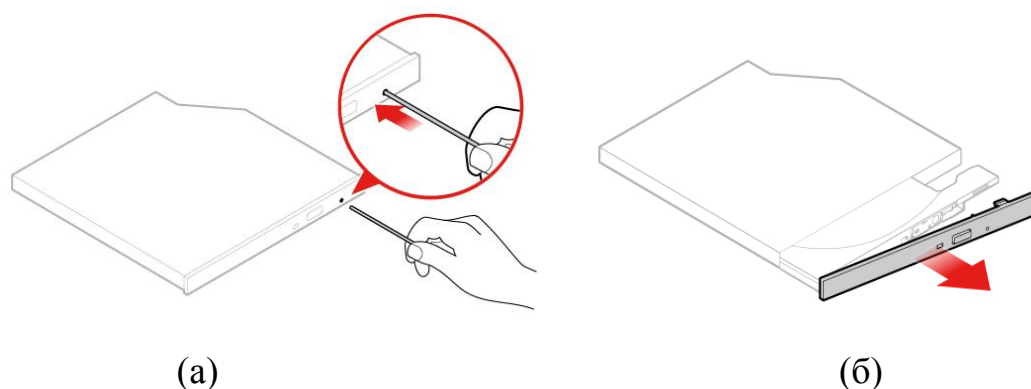


Рисунок 2.14 – Зняття декоративної панелі оптичного приводу

Нова або оригінальна пластикова панель суміщається з пазами на передньому краї висунутого лотка нового привода. Інженер притискає її до корпусу каретки (позиція 1 та позиція 2 на рисунку 2.15.а) до характерного клацання всіх пластикових засувок. Після цього лоток засувається всередину дисководу вручну (див. рис. 2.15.б).

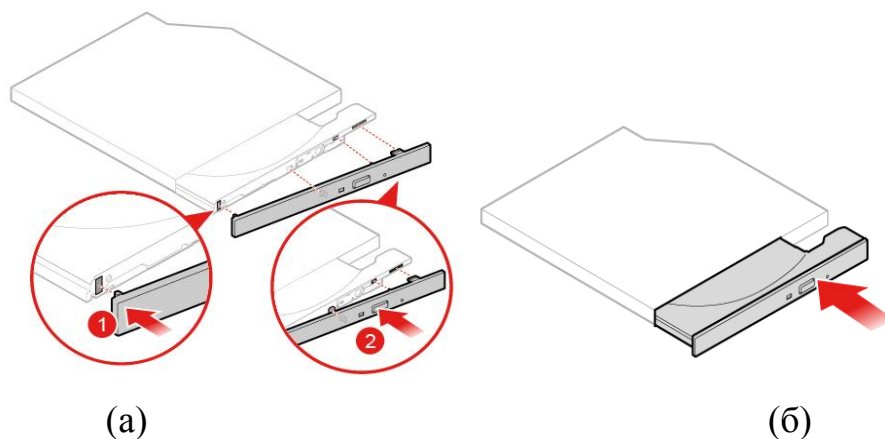


Рисунок 2.15 – Встановлення декоративної панелі оптичного привода

Металева кутова пластина позиціонується на тильній стороні нового привода відповідно до різьбових отворів (позиція 1 на рисунку 2.16). Далі інженер закручує та затягує два фіксуючі гвинти (позиція 2 на рисунку 2.16).

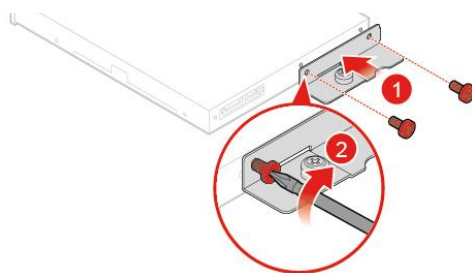


Рисунок 2.16 – Встановлення тримача оптичного дисководу

Оптичний привід вставляється в технологічне вікно на бічній грані та плавно просувається по напрямних коліях всередину шасі (позиція 1 на рисунку 2.17). Наприкінці ходу інженер здійснює легкий притиск для того, щоб

внутрішні контакти SATA-інтерфейсу привода щільно та без перекосів увійшли в зачеплення з роз'ємом на материнській платі.

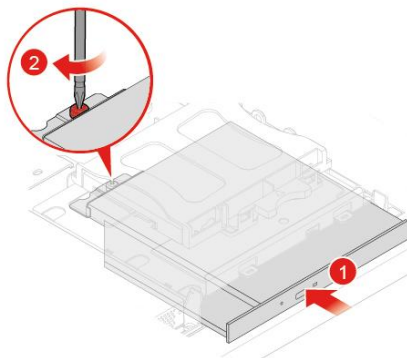


Рисунок 2.17 – Встановлення оптичного дисководу

За допомогою викрутки Phillips PH1 необхідно закрутити раніше демонтований гвинт у металеву вушко кронштейна (позиція 2 на рисунку 2.17), жорстко фіксуючи привод на металевому каркасі рами моноблока, що виключає його люфт чи зміщення при вібраціях під час обертання компакт-дисків.

Після завершення збирання на пристрій монтується задня кришка кожуха. Успішність заміни контролюється при першому ввімкненні моноблока: перевіряється працездатність кнопки відкриття лотка, а також наявність оптичного привода у списку підключених SATA-пристроїв у меню апаратної конфігурації UEFI BIOS.

2.2.4 Заміна кабелів оптичного привода та жорсткого диска

Шлейфи та кабелі передачі даних внутрішніх накопичувачів у моноблоці Lenovo ThinkCentre M920z інтегровані в заміний сигнально-силовий вузол. Згідно з деталізованою схемою внутрішніх компонентів пристрою, цей елемент класифікується як кабель оптичного привода та жорсткого диска (позиція 5 на рисунку 2.6), який здійснює безпосередню комутацію між материнською платою (позиція 30 на рисунку 2.6) та посадковими місцями кошика HDD (позиція 14 на рисунку 2.6) і накопичувача ODD (позиція 10 на рисунку 2.6).

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 64 |

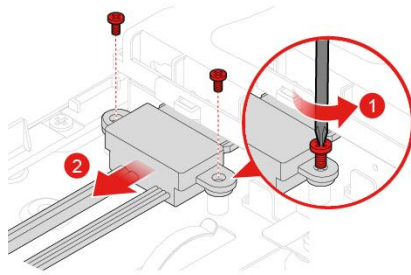


Рисунок 2.18 – Зняття кабелів оптичного дисководу та жорсткого диска

Встановлення нового справного FRU-кабелю виконується у зворотній послідовності з суворим дотриманням заводської геометрії укладання дротів:

- новий кабель розгортається всередині корпусу. Конектори підключення до системної плати позиціонуються згідно з напрямними ключами та вставляються у відповідні інтерфейсні гнізда до упору;
- проводи послідовно заправляються в ізоляційні канали та пази на металевій рамі. Суворо контролюється відсутність натягу, сильних перегинів або перекручування провідників навколо елементів кріплення екрана;
- поверх кабельного вузла позиціонується металева притискна пластина. Інженер суміщає отвори та закручує два фіксуючі гвинти, забезпечуючи надійне притискання та гальванічний захист з'єднання.
- вільні кінці шлейфа виводяться у відсіки накопичувачів для подальшого з'єднання з кошиком жорсткого диска та оптичним приводом.

Після завершення укладання кабелю проводиться зворотний монтаж оптичного дисководу та модуля жорсткого диска. Комп'ютер збирається, закривається кришкою шасі та підключається до мережі живлення. При першому запуску інженер перевіряє коректність відображення обох пристроїв (HDD/SSD та ODD) у головному вікні конфігурації апаратних пристроїв BIOS.

2.2.5 Заміна твердотільного диска M.2

Твердотільний накопичувач стандарту M.2 NVMe PCIe (Solid State Drive) у моноблоці Lenovo ThinkCentre M920z є основним високошвидкісним пристроєм зберігання даних, на якому, як правило, розгортається операційна

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 66 |

система. Завдяки прямому підключенню до ліній шини PCIe материнської плати (через слот із ключем типу Key M), він забезпечує максимальну пропускну здатність. Заміна цього FRU-компонента вимагає суворого дотримання правил антистатичної безпеки (ESD), оскільки мікросхеми флеш-пам'яті є вкрай чутливими до електростатичного пробую.

Процес заміни накопичувача M.2 виконується після повного знеструмлення пристрою, зняття опорної підставки та заднього комп'ютерного кожуха. У моделях M920z для доступу до слота M.2 також необхідно попередньо демонтувати внутрішній сталевий захисний екран материнської плати (Main Shielding).

Після отримання доступу до материнської плати інженер локалізує слот M.2. У корпоративних моделях накопичувач часто додатково накритий фірмовим алюмінієвим радіатором охолодження з термопрокладкою. Якщо радіатор присутній, спочатку відкручується його кріплення, і радіатор обережно знімається, щоб не пошкодити чіпи пам'яті.

За допомогою прецизійної хрестоподібної викрутки стандарту Phillips (PH1) інженер викручує єдиний кріпильний гвинт, який жорстко фіксує хвостову частину друкованої плати накопичувача на металевій монтажній стійці (бонці) материнської плати. На деталізованій винесеній схемі (див. рис. 2.19.а) червоною стрілкою чітко вказано напрямок обертання викрутки проти годинникової стрілки для послаблення та вилучення гвинта.

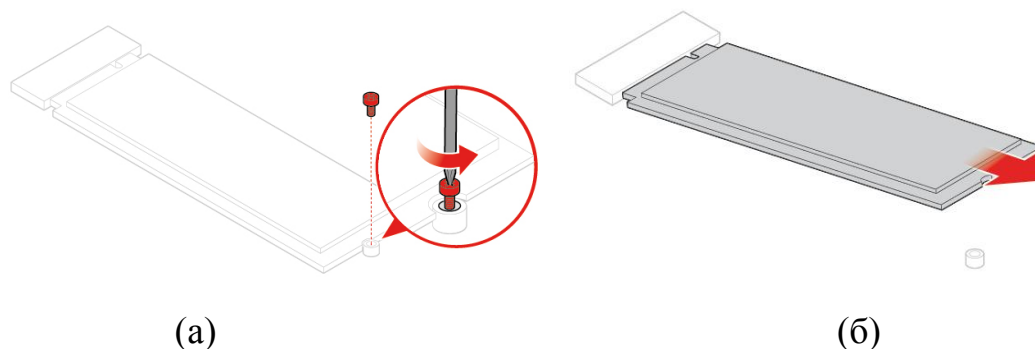


Рисунок 2.19 – Демонтаж твердотільного диска M.2

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 67 |

Після видалення фіксуючого гвинта плата твердотільного диска, під дією внутрішнього пружинного механізму інтерфейсного роз'єму, автоматично піднімається вгору під кутом приблизно 20–30 градусів (див. рис. 2.19.б).

Інженер бере плату накопичувача за бічні грані (категорично забороняється торкатися золочених контактів ламелей) і плавним рухом витягує її з гнізда паралельно куту нахилу.

Монтаж нового твердотільного диска (FRU-компонента) виконується у зворотній послідовності з дотриманням геометричної точності:

- новий накопичувач M.2 позиціонується відносно слота на материнській платі. Інженер обов'язково контролює збіг асиметричного вирізу (ключа) на контактній групі диска з відповідним пластиковим виступом-перемичкою всередині роз'єму;

- плата накопичувача вставляється в слот під кутом 20–30 градусів до відчутного упору. Якщо диск вставлено правильно, його золочені контакти повинні майже повністю сховатися в гнізді;

- протилежний (хвостовий) кінець накопичувача акуратно притискається пальцем донизу, поки напівкруглий виріз на платі не суміститься з різьбовим отвором металевої стійки;

- утримуючи плату в горизонтальному положенні, інженер закручує фіксуючий гвинт. Гвинт затягується без надмірного зусилля (до першого опору), щоб не спричинити мікротріщин на текстоліті накопичувача.

- зверху на накопичувач встановлюється радіатор охолодження (перед цим інженер знімає захисну плівку з термопрокладки нового радіатора або перевіряє стан старого термоінтерфейсу) і закріплюється відповідним гвинтом.

Після завершення апаратних маніпуляцій встановлюється захисний екран, закривається кришка корпусу, і моноблок підключається до живлення. На етапі тестування інженер натискає клавішу F1 для входу в UEFI BIOS, де у вкладці Main або Devices перевіряє факт апаратного розпізнавання нового диска контролером PCIe та за потреби коригує налаштування черги завантаження (Boot Sequence).

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 68 |

2.2.6 Заміна модуля пам'яті

Моноблок Lenovo ThinkCentre M920z оснащений двома слотами для встановлення оперативної пам'яті типу SO-DIMM (Small Outline Dual In-line Memory Module) стандарту DDR4 із базовою тактовою частотою 2666 МГц. Згідно з інженерно-топологічною схемою системної плати, обидва 260-контактні роз'єми локалізовані у верхній правій зоні плати (позиція 8 на рисунку 2.6).

Контролер пам'яті, інтегрований у процесор Coffee Lake, підтримує архітектуру двоканального обміну даними (Dual-Channel Mode). Для досягнення максимальної пропускної здатності шини пам'яті рекомендується встановлювати парні модулі з ідентичними таймінгами та об'ємом. Заміна або доукомплектування оперативної пам'яті належить до важливих операцій, оскільки мікросхеми DRAM є надчутливими до статичної електрики (ESD).

Моноблок програмно вимикається, від'єднується від мережі живлення, і виконується процедура Power Drain (утримання кнопки живлення протягом 10 секунд для розрядження конденсаторів на силовому роз'ємі плати).

Пристрій укладається екраном донизу, демонтується задня захисна кришка корпусу, яку це описано в розділі 2.2.2.

Для отримання безпосереднього доступу до зони розташування слотів викручуються фіксуючі гвинти та демонтується внутрішній сталевий екран гальванічного захисту (Main Shielding). На деяких ревізіях материнських плат ThinkCentre M920z модулі пам'яті додатково закриті локальним тонкостінним металевим екраном-радіатором, який знімається шляхом делікатного віджаття пластиковим спуджером бічних засувки.

Процес вилучення плати ОЗП реалізовано за безінструментальною схемою за допомогою пружинних елементів роз'єму:

- сервісний інженер одночасно розводить у протилежні сторони (вліво та вправо від модуля) два металеві пружинні фіксатори (засувки), розташовані по боках слота (жив. рис. 2.20.а);
- після виходу фіксаторів із зачеплення з бічними пазами плати, модуль

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 69 |

пам'яті під дією внутрішніх пружин контактної групи автоматично піднімається вгору під кутом близько 30° відносно площини материнської плати;

- потрібно обережно взяти модуль пальцями за бічні торці та витягнути його з пазів під тим самим кутом 30°. Категорично забороняється торкатися золочених контактних ламелей, щоб запобігти їхньому окисленню чи пошкодженню статичним зарядом.

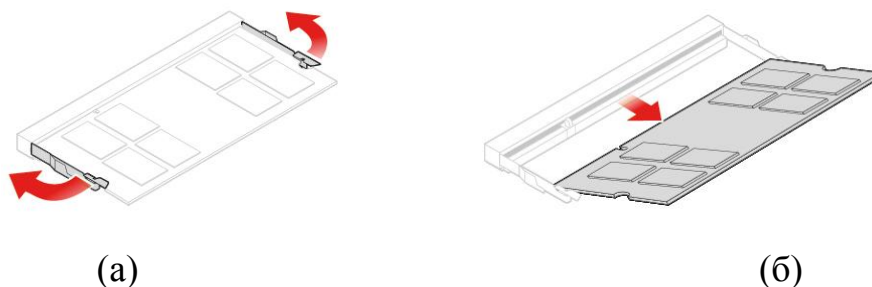


Рисунок 2.20 – Демонтаж модуля пам'яті

Монтаж нового або додаткового модуля пам'яті виконується у зворотній послідовності:

- нова планка SO-DIMM DDR4 орієнтується відносно слота. При цьому контролюється правильне положення асиметричного механічного вирізу (апаратного ключа) на контактній лінії плати – він повинен чітко збігатися з пластиковим виступом-перемичкою всередині роз'єму;

- модуль пам'яті вставляється в контакти слота під кутом 30° і плавно просувається вперед до упору, поки контактні ламелі майже повністю не зануряться в роз'єм (див. рис. 2.21.а);

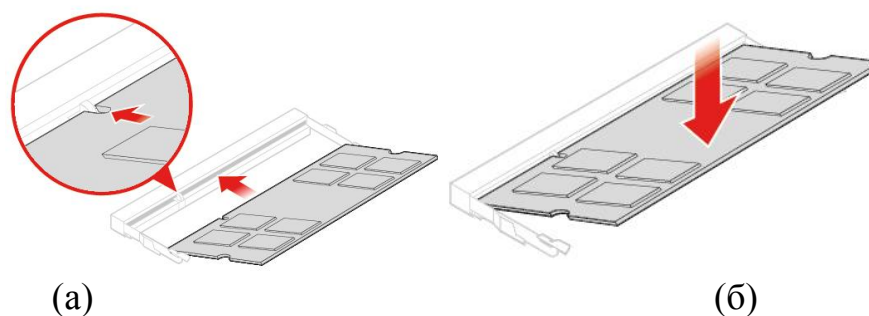


Рисунок 2.21 – Демонтаж модуля пам'яті

- зусиллям двох пальців інженер рівномірно натискає на верхній край плати пам'яті, спрямовуючи її вниз (паралельно материнській платі), доки бічні металеві фіксатори автоматично не заскочать у напівкруглі вирізи на текстоліті з характерним клацанням (див. рис. 2.21.б).

Після завершення монтажу на місце повертається локальний термоекран, фіксується загальний захисний щит шасі та закривається задня кришка комп'ютера.

Перший запуск моноблока після заміни ОЗП може тривати на 15–30 секунд довше звичайного. Це пов'язано з тим, що чіпсет Intel Q370 ініціалізує процедуру апаратного перерахунку ємності та зчитування таблиць SPD (Serial Presence Detect) нового модуля.

Інженер запускає систему та виконує наступні діагностичні заходи:

- натисканням клавіші F1 здійснюється вхід до інженерного меню UEFI BIOS, де у вкладці Main перевіряється загальний обсяг визначеної пам'яті (Installed Memory) та її робоча частота (2666 MHz);

- натисканням клавіші F10 при старті запускається вбудована утиліта Lenovo Diagnostics. Інженер ініціює повний циклічний стрес-тест оперативної пам'яті (Advanced Memory Test), який включає перевірку надійності адресації бітів, тест завадостійкості та температурну стабільність комірок DRAM. Лише після успішного проходження цього тесту пристрій вважається готовим до здачі в експлуатацію.

2.2.7 Заміна блока живлення

Внутрішній блок живлення (Power Supply Unit – PSU) у моноблоці Lenovo ThinkCentre M920z є високоефективним імпульсним джерелом живлення комерційного класу (зазвичай потужністю 150 W або 180 W із сертифікацією енергоефективності до 80 PLUS Platinum). Він забезпечує перетворення змінної

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 71 |

напруги побутової мережі 220 V на стабільні номінальні лінії постійного струму, необхідні для функціонування материнської плати та всіх її периферійних вузлів.

Головна силова магістраль блока живлення підключається безпосередньо до спеціалізованого роз'єму живлення ATX, який локалізовано на правому краї системної плати (поз. 5 на загальній інженерній схемі Рисунок 2.6). Оскільки блок живлення є критично важливим високоінтенсивним компонентом, його заміна у випадку виходу з ладу (термічне пошкодження, деградація конденсаторів, пробій ШІМ-контролера) виконується модульно за чітким сервісним алгоритмом.

Роботи з демонтажу блока живлення належать до операцій підвищеної небезпеки, оскільки внутрішні високовольтні конденсатори PSU можуть утримувати небезпечний для життя електричний заряд навіть після відключення пристрою від мережі.

Моноблок програмно вимикається, силовий кабель виймається з розетки. Обов'язково виконується процедура Power Drain (утримання кнопки ввімкнення протягом 10–15 секунд для примусового розрядження ємнісних фільтрів).

Пристрій розміщується екраном донизу на антистатичному ESD-килимку.

Послідовно демонтуються опорна підставка та задня захисна кришка комп'ютера (згідно з технологічною картою розділу 2.2.2).

За допомогою викрутки стандарту Phillips PH2 викручуються фіксуючі гвинти по периметру та знімається великий сталевий щит гальванічного захисту материнської плати (Main Shielding). Це необхідно для отримання повного доступу до силових кабельних трас.

Блок живлення з'єднаний із компонентами системи за допомогою внутрішнього кабельного джгута, що складається з двох основних колодок.

- потрібно локалізувати силове гніздо на системній платі. Натиснувши на пластиковий важіль-засувку на кабельному роз'ємі блока живлення, плавним рухом вертикально вгору колодка від'єднується від плати;

- локалізується та відключається додатковий 4-контактний кабель живлення процесора (CPU +12V Power Connector), який підведений до верхньої

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 72 |

зони біля сокета LGA1151 (позиція 2 на рисунку 2.6);

- силові дроти акуратно виймаються зі спеціальних пластикових притискних кліпс та металевих напрямних каналів на шасі моноблока, в які вони заправлені для запобігання перетисканню.

Корпус блока живлення являє собою закритий металевий короб, розміщений у лівій або нижній частині внутрішнього каркаса моноблока.

- за допомогою викрутки Phillips PH2 викручуються гвинти (зазвичай 3 або 4 штуки), які фіксують металевий корпус PSU до внутрішньої сталеві рами моноблока (див. рис. 2.22). Особлива увага приділяється гвинтам на задній I/O-панелі біля вхідного триконтактного гнізда C14 (куди підключається зовнішній кабель живлення);

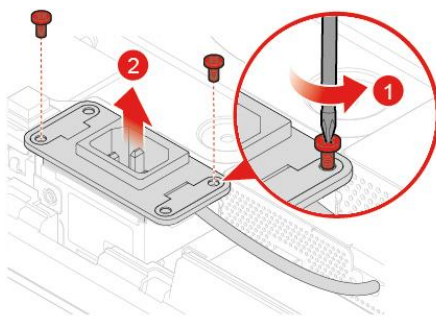


Рисунок 2.22 – Зняття роз'єму кабелю живлення

- після видалення всіх кріплень інженер зсуває блок живлення трохи вперед по напрямних пазах шасі, щоб вивести фіксуючі виступи з зачеплення, і акуратно піднімає модуль вгору, повністю вилучаючи його разом із вбудованими кабелями з корпусу моноблока.

Монтаж нового FRU-компонента виконується у суворій зворотній послідовності:

- новий блок живлення опускається на посадкове місце у шасі моноблока та зсувається назад до упору, щоб вхідне мережеве гніздо C14 чітко увійшло у відповідне технологічне вікно на корпусі;

- інженер закручує всі фіксуючі гвинти корпусу PSU до рами,

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 73 |

контролюючи щільність посадки та відсутність люфтів;

- проводиться кабельне трасування: силові шлейфи вкладаються назад у пази та затискаються ізоляційними кліпсами. Не допускається натяг дротів або їхній дотик до гострих країв внутрішніх металевих елементів корпусу;

- головна силова колодка підключається до силового роз'єму плати АТХ до клацання фіксатора. Другий 4-контактний конектор підключається у роз'єм додаткового живлення процесора.

На материнську плату встановлюється сталевий захисний екран Main Shielding та прикручується гвинтами. На місце повертається задня пластикова кришка комп'ютера та опорна підставка.

Моноблок переводиться у вертикальне робоче положення, до нього підключається мережевий кабель.

При першому ввімкненні інженер натискає клавішу F12 або F10 для запуску вбудованої утиліти Lenovo Diagnostics. У меню тестів обирається комплексний інженерний тест стабільності системи (System Stress Test). Під час цього тесту процесор та графічна підсистема примусово завантажуються на 100% своєї потужності. Це дозволяє перевірити здатність нового блока живлення тримати пікове навантаження, стабільність видачі напруги по лініях +12V/+5V та відсутність просідань, що могли б призвести до перезавантаження або апаратного збою моноблока.

2.2.8 Заміна датчика встановленого корпусу

Датчик встановленого корпусу (датчик розкриття шасі або Chassis Intrusion Switch) у моноблоці Lenovo ThinkCentre M920z є важливим елементом підсистеми апаратної безпеки комп'ютера комерційного класу. Цей датчик являє собою підпружинений електромеханічний кінцевий вимикач, який у закритому стані притискається тильною захисною кришкою комп'ютера.

При спробі несанкціонованого демонтажу кришки датчик замикає/розмикає сигнальний контур, що миттєво фіксується низькорівневою

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 74 |

логікою чіпсета Intel Q370. Навіть якщо моноблок повністю вимкнений від мережі, подія розкриття записується в енергонезалежну пам'ять CMOS модуль і блокує подальше завантаження операційної системи до моменту введення пароля адміністратора (Supervisor Password).

Заміна датчика виконується у разі його механічного зносу, поломки пластикового штовхача або пошкодження сигнального шлейфа.

Оскільки робота виконується безпосередньо поблизу елементів каркаса та материнської плати, обов'язковим є дотримання правил електростатичного захисту (ESD).

Датчик встановлюється у спеціальне гніздо на металевому каркасі шасі (зазвичай у верхній або бічній зоні, ближче до грані, де фіксується кришка) та підключається до материнської плати за допомогою двожильного джгута.

Інженер знаходить на системній платі виділений двоконтактний мікророз'єм із маркуванням INTRUS або Chassis_Intrusion.

За допомогою прецизійного діелектричного пінцета або вручну (затиснувши пальцями краї пластикової колодки шлейфа, але категорично не тягнучи за самі дроти) інженер вертикальним рухом вгору від'єднує конектор датчика від материнської плати .

Тонкі дроти датчика акуратно виводяться з пластикових притискних кліпс та фіксуючих скоб, розташованих на внутрішній сталевій рамі моноблока.

Сам датчик утримується в корпусі за рахунок інтегрованих пластикових засувок-мостів. Інженер злегка притискає фіксуючі пластикові вушка датчика всередину за допомогою плоскої діелектричної лопатки (спуджера) і висуває корпус датчика по напрямних пазах вгору, повністю вилучаючи несправний вузол із шасі комп'ютера.

Новий датчик орієнтується механічною кнопкою-штовхачем у бік внутрішньої поверхні майбутньої задньої кришки моноблока.

Модуль вставляється в металевий посадковий паз на рамі шасі та просувається вниз до упору, поки пластикові бічні засувки не зафіксуються на

| | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------------------------------|-----|
| | | | | | | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | | 75 |

каркасі з чітким клацанням. Інженер перевіряє пальцем хід кнопки — вона повинна стискатися плавно, без заїдань.

Сигнальний кабель датчика прокладається початковим інженерним маршрутом. Дроти акуратно заправляються під притискні кліпси на рамі, що гарантує їх нерухомість та унеможлиблює випадкове перетискання сталевим захисним екраном або гарячими елементами системи охолодження процесора.

Пластикова двоконтактна колодка кабелю підключається до відповідного роз'єму на системній платі. Конструкція конектора має механічний ключ (виступ), тому помилкове підключення зворотною стороною апаратно унеможливлено.

Після завершення апаратного монтажу на плату встановлюється великий металевий щит Main Shielding, закручуються гвинти, і фіксується задня пластикова кришка комп'ютера (при цьому вона притисне кнопку датчика, замикаючи ланцюг контролю).

Оскільки під час ремонту корпус пристрою був розкритий, при першому ввімкненні моноблока низькорівнева система безпеки POST видасть попередження про розкриття корпусу (на екрані з'явиться помилка: Error: "Chassis intrusion detected").

2.2.9 Заміна карти та антени Wi-Fi

Модуль бездротового зв'язку в моноблоці Lenovo ThinkCentre M920z відповідає за підтримку високошвидкісних протоколів Wi-Fi (стандарти 802.11ac/ax) та бездротової периферії Bluetooth. Апаратна підсистема складається з двох основних взаємопов'язаних компонентів: мережевої плати стандарту M.2 2230 (Key E), що встановлюється у профільний слот на материнській платі (поз. 3 на загальній інженерній схемі Рисунка 2.6), та комплекту внутрішніх антен (Main та Auxiliary), винесених на верхню внутрішню грань шасі для забезпечення максимальної радіопрозорості та стабільності сигналу.

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 76 |

Заміна карти виконується у разі деградації чіпа, апаратних збоїв або модернізації до новіших стандартів зв'язку. Заміна антен необхідна при механічному перетисканні або надломі коаксіальних кабелів під час попередніх некваліфікованих ремонтів.

Через високу чутливість радіочастотних компонентів до статичних розрядів, інженер зобов'язаний суворо дотримуватися регламенту ESD-безпеки.

Плата бездротового адаптера розташована ліворуч від роз'єму SSD та процесорного сокета. Процедура заміни виконується за таким алгоритмом:

- за допомогою викрутки Phillips PH1 викручується один короткий гвинт, який утримує плату в горизонтальному положенні та притискає її до монтажної стійки (див. рис. 2.23.а). Після цього плата адаптера під дією пружинних контактів слота самостійно піднімається під кутом 20°;
- за допомогою прецизійного діелектричного пінцета або спеціалізованого пластикового екстрактора інженер вертикальним рухом вгору від'єднує два мікрокоаксіальні коннектори стандарту U.FL (IPEX) від високочастотних виходів на платі адаптера;
- категорично забороняється тягнути за самі дроти, оскільки це призведе до відриву кабелю від контактної обтискової кільця;

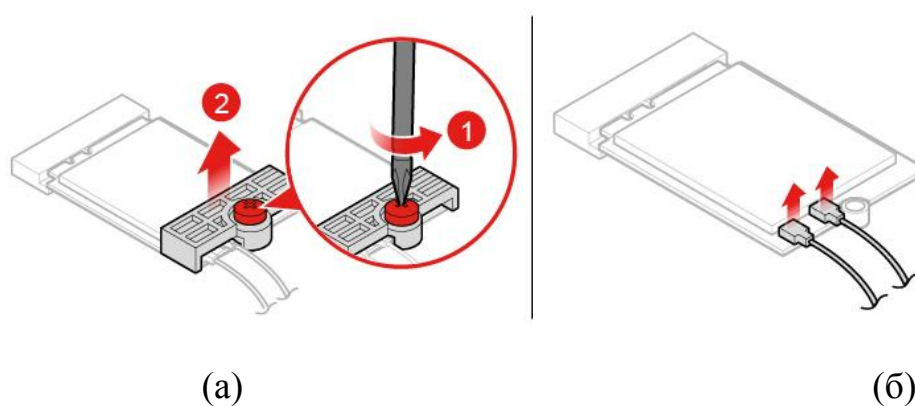


Рисунок 2.23 – Демонтаж Wi-Fi-модуля

- карта виймається з пазів слота. Новий бездротовий модуль позиціонується згідно з ключем роз'єму, вставляється під кутом 20° до упору,

притискається до стійки та фіксується гвинтом;

- коаксіальні кабелі підключаються назад до мікророз'ємів нової карти відповідно до заводського маркування:

- основна антена (Main, чорний кабель) підключається до виходу, позначеного цифрою «1» або чорним трикутником,

- допоміжна антена (Aux, сірий кабель) підключається до виходу, позначеного цифрою «2» або білим трикутником (квадратом),

- коннектори акуратно притискаються зверху пінцетом до характерного тактильного клацання посадки.

Якщо діагностика виявила обрив або сильне згасання сигналу в кабелі, виконується повна заміна антени у зборі, що вимагає розбирання кабель-каналів периметра шасі:

- чорний та сірий коаксіальні кабелі послідовно виймаються з усіх пластикових кліпс, притискних напрямних та металевих пазів, прокладених уздовж внутрішнього каркаса моноблока від материнської плати до верхньої частини корпусу.

- самі антени являють собою тонкі фольговані текстолітові пластини (патч-антени), наклеєні на спеціальні пластикові або металеві майданчики у верхній зоні рамки екрана. Інженер за допомогою тонкого пластикового спуджера акуратно піддіває клейову основу пластин антен та відклеює їх від корпусу шасі;

- з клейового шару нових аплікаторів знімається захисна плівка. Антени приклеюються на оригінальні посадкові місця у верхній частині корпусу. Критично важливо дотримуватися геометрії розташування, оскільки зміщення антени ближче до металевих елементів екрана викличе сильне екранування радіохвиль;

- коаксіальні кабелі нової антени укладаються назад у кабель-канали шасі. Маршрут прокладання повинен точно повторювати заводську схему. Не допускається натяг дротів у кутах рами та їх потрапляння під гвинти кріплення металевих екранів. Вільні кінці виводяться до слота M.2 Wi-Fi.

| | | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|--|------------------------------|-----|
| | | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | | 78 |

Після завантаження операційної системи інженер відкриває Диспетчер пристроїв для верифікації коректного підключення драйверів Wi-Fi та Bluetooth. Далі запускається утиліта Lenovo Diagnostics, де ініціюється спеціалізований тест бездротового модуля (WLAN Hardware Test). Під час тесту виконується перевірка рівня сигналу (RSSI), сканування доступних точок доступу у діапазонах 2.4 GHz / 5 GHz / 6 GHz та тест надійності передачі пакетів без втрат. Стабільні показники RSSI вище -60 dBm свідчать про правильність підключення та високу якість монтажу коаксіальних ліній.

2.2.10 Заміна процесора, кулера та термопасти

Центральний процесор (CPU) є головним обчислювальним ядром моноблока Lenovo ThinkCentre M920z. Він встановлюється у процесорний сокет типу LGA1151 (позиція 2 на загальній інженерній схемі рисунка 2.6). Через високу щільність компонування елементів у корпусі All-in-One, процесор працює у жорстких температурних умовах.

Відведення теплової енергії від теплорозподільної кришки CPU забезпечує активна система охолодження (кулер), що складається з мідного теплоснімача, композитних теплових трубок, алюмінієвого радіатора та відцентрового вентилятора-турбіни, який підключається до 4-контактного ШІМ-роз'єму живлення CPU_FAN (**позиція 10** на рисунку 2.6).

Заміна процесора виконується під час апаратної модернізації (апгрейду) або при виході CPU з ладу. Профілактична заміна термопасти та очищення кулера є обов'язковими регламентними процедурами, які проводяться щонайменше один раз на рік для запобігання термічного тротлінгу (пропуску тактів через перегрів) та нестабільної роботи чіпсета системи.

Маніпуляції в процесорній зоні вимагають повного знеструмлення пристрою, використання антистатичного ESD-браслета та попереднього зняття підставки, задньої кришки кожуха і металевого захисного екрана плати.

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 79 |

Інженер локалізує роз'єм CPU_FAN (позиція 10 на рисунку 2.6) поруч із сокетом процесора. Акуратно, утримуючи пластикову колодку (без натягу дротів), шлейф живлення вентилятора від'єднується від материнської плати рухом вертикально вгору.

Теплознімач кулера притискається до процесора за допомогою чотирьох підпружинених гвинтів, зафіксованих у сталевій рамці сокета (див. рис. 2.24). Гвинти мають вибите заводське маркування цифрами від 1 до 4, яке вказує на послідовність монтажу.

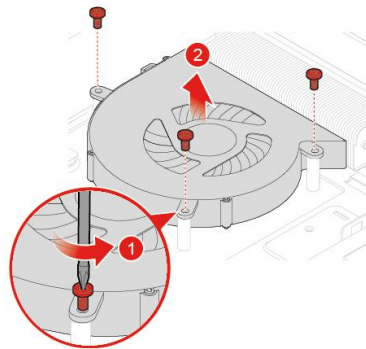


Рисунок 2.24 – Зняття системного кулера

За допомогою викрутки стандарту Phillips PH1 інженер послаблює гвинти у зворотному порядку (4 → 3 → 2 → 1), роблячи по 2–3 оберти на кожному гвинті за один підхід. Такий діагональний (хрестоподібний) демонтаж запобігає перекосу радіатора та виключає виникнення нерівномірного механічного тиску на текстолітову підкладку процесора та змінання ніжок сокета.

Коли гвинти повністю викручені з різьбових стійок, інженер злегка повертає модуль кулера навколо своєї осі вліво-вправо на 2–3 градуси. Це дозволяє розірвати адгезійне зчеплення підсохлої термопасти. Після цього кулер плавно піднімається вгору та вилучається з корпусу.

Перед заміною процесора або повторним встановленням кулера необхідно повністю видалити залишки старого термоінтерфейсу.

За допомогою безворсової серветки, змоченої в 99.7% ізопропіловому спирті, інженер ретельно очищає дзеркальну підшову мідного теплознімача

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 80 |

кулера до повного видалення залишків термопасти. Присутність мікрочастинок старого інтерфейсу неприпустима, оскільки вони утворюють повітряні каверни та погіршують теплопровідність.

Аналогічним чином спиртовим розчином очищається металева теплорозподільна кришка (IHS) процесора, якщо він залишається в системі.

Конструкція сокета типу Land Grid Array (LGA) передбачає розташування пружинних контактів (ніжок) безпосередньо в самому гнізді на материнській платі, що вимагає граничної обережності при заміні CPU.

Інженер плавно натискає на сталевий притискний важіль замка сокета, відводить його вбік з-під фіксуючого гачка та піднімає вгору (див. рис. 2.25.а). Разом із важілем автоматично піднімається металева рамка (див. рис. 2.25.б).

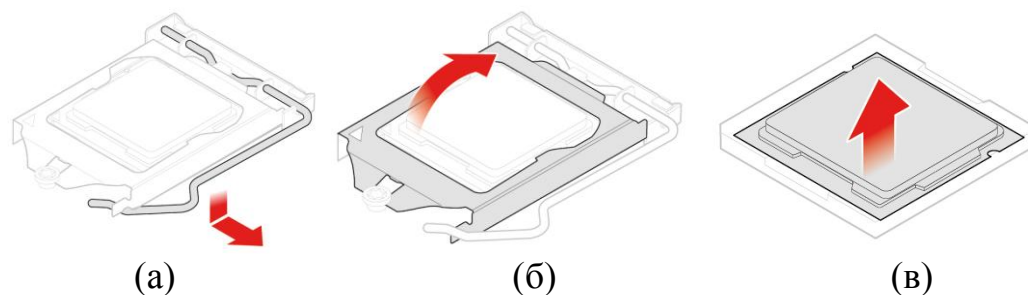


Рисунок 2.25 – Зняття процесора

Процесор акуратно береться пальцями за бічні грані підкладки і вертикальним рухом виймається з гнізда (див. рис. 2.24.в). Категорично забороняється торкатися контактних площадок на зворотному боці процесора та пружинних контактів всередині сокета. Будь-який випадковий дотик пінцетом чи пальцем може незворотно зігнути ніжки сокета, що виведе з ладу всю материнську плату.

Новий CPU виймається з захисного блистера. Інженер суміщає два напівкруглі вирізи (механічні ключі) на текстоліті процесора з відповідними пластиковими виступами на внутрішній стінці сокета. Додатковим орієнтиром є золочений трикутний маркер у кутку процесора, який повинен збігатися з трикутним покажчиком на корпусі сокета (див. рис. 2.26.а).

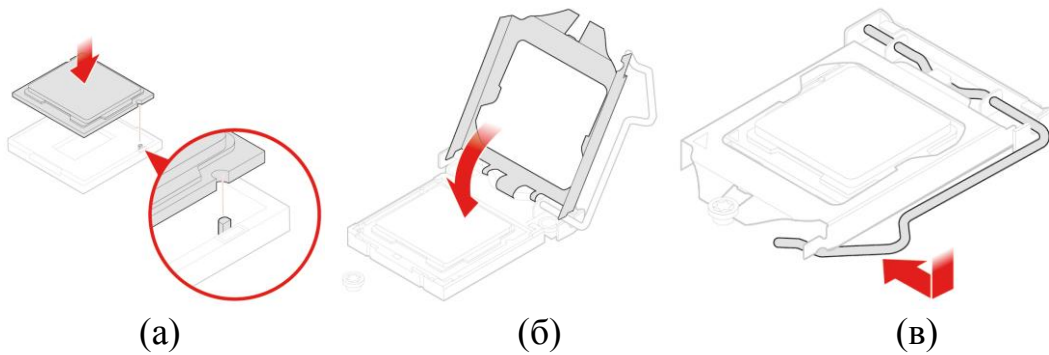


Рисунок 2.26 – Встановлення процесора

Процесор без зусилля опускається в сокет під кутом 90 градусів. Він повинен сісти в пази ідеально рівно, без люфту та перекосів.

Металева рамка опускається на процесор (див. рис. 2.26.а), а притискний важіль плавно опускається вниз і заводиться під фіксуючий гачок (див. рис. 2.26.в). При цьому пластикова захисна кришка сокета (якщо встановлюється нова плата) автоматично відскочить – її необхідно зберегти.

Для моноблоків ThinkCentre комерційного класу використовуються високоякісні непровідні термопасти з високим коефіцієнтом теплопровідності (наприклад, корисна теплопровідність від 5 до 8.5 Вт/(м·К)) або оригінальні фазоперехідні термопрокладки (типу Honeywell PTM7950).

На очищену по центру металеву кришку встановленого процесора зі шприца дозується невелика кількість термопасти (об'ємом приблизно з велику горошину, або діаметром 4–5 мм).

За допомогою пластикової лопатки або спеціальної карти інтерфейс рівномірно розподіляється по всій площі кришки CPU тонким напівпрозорим шаром (товщиною близько 0.1 мм). Надмірна кількість термопасти діє як ізолятор і погіршує охолодження, а також може призвести до її видавлювання на контакти плати. Недостатня кількість призведе до утворення повітряних прошарків та миттєвого перегріву.

Модуль кулера опускається на процесорну зону чітко вертикально, щоб кріпильні гвинти збіглися з різьбовими отворами стійок.

Інженер закручує гвинти пальцями, після чого викруткою затягує їх у суворій послідовності за заводським маркуванням: 1 → 2 → 3 → 4. Затягування виконується покроково (наприклад, спочатку на 50%, потім на 100% зусилля), щоб забезпечити ідеально рівномірне розтікання термопасти під підшовою радіатора. Колодка кабелю вентилятора підключається назад до роз'єму CPU_FAN до упору.

При першому старті через клавішу F1 інженер входить в UEFI BIOS і у вкладці Hardware Monitor контролює початкову температуру CPU (номінальне значення у стані спокою має становити 35–45°C). Одночасно перевіряється факт зчитування обертів тахометра вентилятора з роз'єму.

Після завантаження ОС запускається стрес-тест Lenovo Diagnostics або утиліта AIDA64 (System Stability Test). Процесор завантажуються на 100% потужності протягом 15 хвилин. Система охолодження вважається справною та правильно встановленою, якщо графік температури ядер стабілізується на відмітці не вище 78–83°C, а вентилятор адекватно нарощує оберти за сигналом ШІМ-контролера чіпсета без сторонніх шумів та вібрацій. Тротлінг (Throttling) повинен становити 0%.

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 83 |

3 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

В кваліфікаційній роботі розроблено проект по технічному обслуговуванню ноутбука Lenovo ThinkCentre M920Z. В даній економічній частині виконуються економічні розрахунки, спрямовані на визначення економічної ефективності технічного обслуговування ноутбука, і прийняття рішення про можливість його подальшого впровадження або ж недоцільність проведення відповідної роботи

3.1 Визначення стадій техпроцесу та загальної тривалості проведення НДР

Для визначення загальної тривалості проведення НДР доцільно дані витрат часу по окремих операціях технологічного процесу звести у таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Середній час виконання НДР та стадії технологічного процесу обслуговування ноутбука Lenovo ThinkCentre M920Z

| № п/п | Назва операції (стадії) | Виконавець | Середній час виконання операції, год. |
|-------|---|------------|---------------------------------------|
| 1. | Прийом замовлення, діагностика, постановка задачі | інженер | 1 |
| 2. | Заміна SSD/HDD носія | технік | 0,5 |
| 3. | Очистка моноблоку та заміна термопасти | технік | 1 |
| 4 | Заміна M2 носія | технік | 0,5 |
| 5. | Заміна модуля пам'яті | технік | 0,5 |
| 6. | Заміна блока живлення | технік | 0,5 |
| 7. | Встановлення операційної системи та драйверів | інженер | 1,5 |
| 6. | Тестування працездатності ноутбука | інженер | 1 |
| Разом | | | 7,5 |

Сумарний час виконання операцій технологічного процесу обслуговування даного ноутбука становить 7,5 години, з них 3,5 години – робота інженера, решту 4 години – техніка.

3.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи

Оплата праці – це гроші, які працівник отримує від власника підприємства за виконану роботу. Це свого роду ціна за використання робочої сили.

Заробітна плата працівника залежить від того, наскільки успішно працює підприємство. Її розмір регулюється податками, але не має верхньої межі.

Основна заробітна плата розраховується за такою формулою:

$$Z_{осн} = T_c \cdot K_z, \quad (3.1)$$

де T_c – тарифна ставка, грн.;

K_z – кількість відпрацьованих годин.

Виходячи з рекомендованих тарифних ставок встановимо часову ставку для інженера 90 грн./год. та для техніка 70 грн./год.

Отже основна заробітна плата для:

- інженера $Z_{осн1} = 90 \cdot 3,5 = 315$ грн.

- техніка $Z_{осн2} = 70 \cdot 4 = 280$ грн.

Сумарна основна заробітна плата становить:

$$Z_{осн} = 315 + 280 = 595 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата становить 10–15 % від суми основної заробітної плати.

$$Z_{дод} = Z_{осн} \cdot K_{додл}, \quad (3.2)$$

де $K_{додл}$ – коефіцієнт додаткових виплат працівникам, 0,1–0,15.

Отже додаткова заробітна плата становить:

- інженера $Z_{дод1} = 90 \cdot 0,12 = 10,8$ грн.

- техніка $Z_{дод2} = 70 \cdot 0,12 = 8,4$ грн.

Загальна додаткова заробітна плата становить:

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 85 |

$$З_{дод} = 10,8 + 8,4 = 19,2 \text{ грн.}$$

Звідси загальні витрати на оплату праці ($B_{o.n}$) визначаються за формулою:

$$B_{o.n} = З_{осн} + З_{дод} \quad (3.3)$$

$$B_{o.n} = 595 + 19,2 = 614,2 \text{ грн.}$$

Крім цього, слід визначити суму нарахування на заробітну плату:

- єдиний соціальний внесок – 22 %;

Отже, сума нарахувань на заробітну плату буде становити:

$$B_{с.з.} = ФОП \cdot 0,22, \quad (3.4)$$

де, ФОП – фонд оплати праці, грн.

$$B_{с.з.} = 614,2 \cdot 0,22 = 135,12 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки витрат на оплату праці зведемо у таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 - Зведені розрахунки витрат на оплату праці

| № п/п | Категорія працівників | Основна заробітна плата, грн. | | | Додатк. заробітн а плата, грн. | Нарах. на ФОП, грн. | Всього витрати на оплату праці, грн. |
|----------|--------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--|---|------------------------------|---|
| | | Тарифна ставка, грн. | К-сть від- працьо в. год. | Фактич но нарах. з/пл., грн. | | | |
| 1 | Інженер | 90 | 3,5 | 315 | 10,8 | - | - |
| 2 | Технік | 70 | 4 | 280 | 8,4 | - | - |
| Разом | | | | 595 | 19,2 | 135,12 | 749,32 |

Отже загальні витрати на оплату праці становлять 749,32 грн.

3.3 Розрахунок матеріальних витрат

Матеріальні витрати визначаються як добуток кількості витрачених матеріалів та їх ціни:

$$M_{BI} = q_i \cdot P_i \quad (3.5)$$

де q_i – кількість витраченого матеріалу i -го виду;

p_i – ціна матеріалу i -го виду.

Звідси, загальні матеріальні витрати можна визначити:

$$Z_{\text{м.в.}} = \sum M_{B_i} \quad (3.6)$$

Проведені розрахунки занесемо у таблицю 3.3.

Таблиця 3.3 - Зведені розрахунки матеріальних витрат

| №п/п | Найменування матеріальних ресурсів | Од. ви-міру | Факт. витрачено матеріалів | Ціна 1-ці, грн. | Загальна сума витрат, грн. |
|-------|---|-------------|----------------------------|-----------------|----------------------------|
| 1 | Носій інформації SSD Kingston Kingston SSDNow A400 1TB | шт. | 1 | 4400 | 4400 |
| 2 | Носій інформації Kingston NV3 2280 PCIe 4.0 x4 NVMe 1TB | шт. | 1 | 3150 | 3150 |
| 3 | Модуль пам'яті Lenovo SODIMM DDR4 8Gb | шт. | 1 | 1990 | 1990 |
| 4 | Набір спецсерветок | шт. | 1 | 10 | 10 |
| 5 | Термопаста | гр. | 15 | 25 | 25 |
| Разом | | | | | 9575 |

Отже, загальна сума матеріальних витрат на обслуговування моноблоку становить 9575 грн.

3.4 Розрахунок витрат на електроенергію

Затрати на електроенергію одиниці обладнання визначаються за формулою:

$$Z_e = W \cdot T \cdot S, \quad (3.7)$$

де W – необхідна потужність, кВт;

T – кількість годин роботи обладнання;

S – вартість кіловат-години електроенергії.

Електроенергія при обслуговуванні даного пристрою використовується на першому, четвертому та п'ятому етапі (див. таблицю 3.1), сумарний час складає 3,5 години. При цьому БФП та комп'ютер споживають 0,5 кВт/год. Вартість 1 кВт/год. становить 8,5 грн. Тому:

$$Z_e = 3,5 \cdot 0,5 \cdot 8,5 = 14,88 \text{ грн.}$$

3.5 Визначення транспортних затрат

Транспортні витрати слід прогнозувати у розмірі 8–10 % від загальної суми матеріальних затрат.

$$T_v = Z_{м.в} \cdot 0,08..0,1, \quad (3.8)$$

де T_v – транспортні витрати.

Отже, $T_v = 9575 \cdot 0,1 = 957,5$ грн.

3.6 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

Комп'ютери та оргтехніка належать до четвертої групи основних фондів. Мінімально допустимі терміни корисного їх використання – 2 роки.

Для визначення амортизаційних відрахувань застосовуємо формулу:

$$A = \frac{B_v \cdot N_A}{100\%} \cdot T \quad (3.9)$$

де A – амортизаційні відрахування за звітний період, грн.;

B_v – балансова вартість групи основних фондів на початок звітного періоду, грн.;

N_A – норма амортизації, %.

T – кількість годин роботи обладнання, год.

Оскільки для обслуговування використовується один ПК, вартість якого становить 26 600 грн., що працює 1,5 год., то амортизаційні відрахування становлять:

$$A = \frac{26600 \cdot 0,04}{150} \cdot 1,5 = 9,98 \text{ грн}$$

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 88 |

3.7 Обчислення накладних витрат

Накладні витрати – це витрати, не пов'язані безпосередньо з технологічним процесом виготовлення продукції, а утворюються під впливом певних умов роботи по організації, управлінню та обслуговуванню виробництва.

В залежності від організаційно-правової форми діяльності господарюючого суб'єкта, накладні витрати можуть становити 20–60 % від суми основної та додаткової заробітної плати працівників.

$$H_B = V_{o.n.} \cdot 0,2...0,6, \quad (3.10)$$

де H_B – накладні витрати.

$$H_B = 666,4 \cdot 0,3 = 213,85 \text{ грн.}$$

3.8 Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР

Кошторис витрат являє собою зведений план усіх витрат підприємства на майбутній період виробничо-фінансової діяльності.

Результати проведених вище розрахунків зведемо у таблиці 3.4

Таблиця 3.4 - Кошторис витрат на НДР

| Зміст витрат | Сума, грн. | В % до загальної суми |
|---|---------------|--------------------------|
| Витрати на оплату праці (основну і додаткову заробітну плату) | 666,40 | 5,75 |
| Відрахування на соціальні заходи | 146,61 | 1,27 |
| Матеріальні витрати | 9575 | 82,66 |
| Витрати на електроенергію | 14,88 | 0,13 |
| Транспортні витрати | 957,5 | 8,27 |
| Амортизаційні відрахування | 9,98 | 0,09 |
| Накладні витрати | 213,85 | 1,85 |
| Собівартість | 11584,22 | 100 |

Собівартість (C_B) НДР розраховуємо за формулою:

$$C_B = B_{o.n.} + B_{c.n.} + Z_{m.v.} + Z_e + T_B + A + H_B \quad (3.11)$$

Отже, собівартість дорівнює $C_B = 11584,22$ грн

3.9 Розрахунок ціни НДР

Ціну НДР можна визначити за формулою:

$$Ц = \frac{C_B \cdot (1 + P_{рен}) + K \cdot B_{i.n.}}{K} \cdot (1 + ПДВ) \quad (3.12)$$

де $P_{рен.}$ – рівень рентабельності;

K – кількість замовлень, од.;

$B_{i.n.}$ - вартість носія інформації, грн.;

$ПДВ$ – ставка податку на додану вартість, (20 %).

Отже, ціна НДР становить:

$$Ц = 11584,22 * (1+0,3) * (1+0,2) = 18071,38 \text{ грн.}$$

3.10 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень

Ефективність виробництва – це узагальнене і повне відображення кінцевих результатів використання робочої сили, засобів та предметів праці на підприємстві за певний проміжок часу.

Для визначення ефективності продукту розраховують чисту теперішню вартість (ЧТВ) і термін окупності (ТОК).

$$ЧТВ = -K_B + \sum_{i=1}^t \frac{\Gamma_B}{(1+i)^t} \geq 0, \quad (3.13)$$

де K_B – затрати на проект;

Γ_B – грошовий потік за t -ий рік;

t - відповідний рік проекту;

i – величина дисконтної ставки (10-15%).

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 90 |

$$ЧТВ = - 11584,22 + \frac{6479,36}{1 + 0,1} + \frac{6479,36}{(1 + 0,1)^2} + \frac{6479,36}{(1 + 0,1)^3} = 4542,92 \text{ грн}$$

Якщо $ЧТВ \geq 0$, то проект може бути рекомендований до впровадження.

Термін окупності визначається за формулою:

$$T_{OK} = T_{ПВ} + \frac{H_B}{Г_{пр}} \quad (3.14)$$

де $T_{ПВ}$ – період до повного відшкодування витрат, років;

H_B – невідшкодовані витрати на початок року, грн.;

$Г_{пр}$ – грошовий потік на початку року, грн..

$$T_{OK} = 1 + \frac{5090,93}{6479,36} = 1,79$$

Всі дані внесемо в зведену таблицю 3.5 економічних показників.

Таблиця 3.5 – Економічні показники НДР

| №п/п | Показник | Значення |
|------|--------------------------|---------------|
| 1. | Собівартість, грн. | 11570,29 грн. |
| 2. | Плановий прибуток, грн. | 6479,36 грн. |
| 3. | Ціна, грн. | 18049,65 грн. |
| 4. | Чиста теперішня вартість | 4542,92грн. |
| 5. | Термін окупності, рік | 1,8 |

Загальна вартість обслуговування ноутбука Lenovo ThinkCentre M920Z становить 11570,29 грн, а термін окупності 1,8 року, що є хорошим показником. Таким чином, можна зробити висновок, що проведення робіт по обслуговуванню даного пристрою є доцільним та економічно вигідним.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

4.1 Обґрунтування системи безпечних методів виконання робіт з технічного сервісу моноблоку Lenovo ThinkCentre M920Z

Технічне обслуговування (ТО) та ремонт сучасних персональних комп'ютерів типу «моноблок», зокрема моделі Lenovo ThinkCentre M920Z, пов'язані з комплексом робіт, що виконуються у виробничих приміщеннях сервісних центрів або спеціалізованих лабораторій. Специфіка моноблока полягає в тому, що всі компоненти (материнська плата, процесор, система охолодження, блок живлення) інтегровані в один корпус разом із рідкокристалічним (РК) дисплеєм великої діагоналі (23.8"). Це створює додаткові ризики під час його розбирання, діагностики та налаштування.

Метою даного розділу є аналіз потенційних небезпечних і шкідливих виробничих факторів та обґрунтування організаційних і технічних заходів для забезпечення безпечних умов праці техника-електронщика (інженера з сервісного обслуговування) відповідно до НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями» [1].

Згідно з діючими вимогами охорони праці, робоче місце для обслуговування та експлуатації моноблока повинно бути спроектоване таким чином, щоб забезпечити ергономічність рухів, вільний доступ до конструктивних елементів пристрою та виключити тривале перебування працівника у незручній чи статичній позі [1].

Робочий стіл та крісло сервісного інженера повинні мати можливість регулювання за висотою та кутами нахилу, що дозволяє індивідуально налаштувати робочу зону відповідно до антропометричних даних конкретного працівника.

При цьому особлива увага приділяється параметрам виробничого середовища, оскільки тривале зорове та нервово-психічне напруження під час

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 92 |

маніпуляцій з дрібними електронними компонентами материнської плати вимагає стабільного мікроклімату та безвідблискового штучного освітлення.

Під час виконання робіт із технічного сервісу моноблоку Lenovo ThinkCentre M920Z на сервісного інженера можуть впливати три види факторів: фізичні, хімічні та психофізіологічні.

Серед фізичних факторів впливу можна відзначити:

- небезпечний рівень напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини. Моноблок Lenovo M920Z має вбудований (внутрішній) блок живлення (стандарту 80 Plus Platinum), що означає наявність напруги мережі 220 В безпосередньо всередині корпусу пристрою;

- статична електрика. Накопичений електростатичний заряд становить загрозу не для людини, а для напівпровідникових компонентів моноблока (ЦП, ОЗП, мікросхеми логіки), проте його розряд може викликати мимовільний рефлекторний рух працівника, що призведе до механічного пошкодження техніки;

- запиленість робочої зони. При очищенні системи охолодження (кулера та радіатора) від пилу за допомогою стисненого повітря виникає ризик потрапляння дрібнодисперсного пилу в дихальні шляхи та очі;

- гострі кромки, заусенці та шорсткість на поверхнях конструктивних елементів шасі моноблока, що можуть спричинити порізи рук під час демонтажу;

- підвищена температура поверхонь (радіаторів охолодження процесора та відеочіпа) під час діагностики під навантаженням.

До хімічних факторів впливу слід віднести вплив токсичних та подразнюючих речовин при використанні хімічних засобів для очищення (ізопропіловий спирт, флюси, засоби видалення термопасти).

Серед психофізіологічних факторів впливу можна відзначити:

- напруження зору при роботі з дрібними SMD-компонентами на материнській платі;

- статичне фізичне навантаження через тривале перебування в одній робочій позі під час розбирання пристрою.

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 93 |

Для мінімізації виявлених ризиків та створення безпечного середовища сервісний пост має бути обладнаний відповідно до вимог електробезпеки, ергономіки та пожежної безпеки.

Оскільки роботи з ТО моноблока виконуються на електроустановці до 1000 В, робоче місце має відповідати вимогам ПБЕЕС (Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів).

Будь-які роботи з розбирання, заміни компонентів (наприклад, накопичувача M.2 NVMe або оперативної пам'яті DDR4) чи чищення Lenovo M920Z повинні виконуватися виключно при повністю відключеному кабелі живлення від мережі 220 В. Після відключення кабелю необхідно затиснути кнопку ввімкнення моноблока на 5–10 секунд для розрядки конденсаторів блока живлення.

Особливістю Lenovo ThinkCentre M920Z є його конструкція – екран займає всю лицьову панель.

Розбирання моноблока здійснюється шляхом укладання його екраном донизу. Робоча поверхня столу повинна бути покрита м'якою антистатичною підкладкою (фетр, мікрофібра або спеціальний гумовий ESD-килимok), щоб уникнути подряпин на склі дисплея або пошкодження матриці від випадкових гвинтів.

Зона проведення ремонтних робіт повинна мати комбіноване освітлення (загальне + місцеве бестіньове освітлення за допомогою безбликової LED-лампи). Рівень освітленості робочої поверхні столу має становити не менше 500 лк відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» [4].

Допускається використання лише справного інструменту з ізольованими ручками (діелектричні викрутки), що витримують напругу до 1000 В (відповідно до ДСТУ).

Оскільки під час сервісу використовуються леткі сполуки (ізопропіловий спирт для видалення старої термопасти із процесора Intel Core), приміщення лабораторії повинно бути обладнане припливно-витяжною вентиляцією, що забезпечує кратність повітрообміну не менше 3.

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 94 |

Продування системи охолодження моноблока стисненим повітрям заборонено проводити безпосередньо на робочому місці. Для цього має використовуватися спеціальна витяжна шафа (бокс) або процедура має виконуватися в окремому технічному приміщенні з використанням інженером захисних окулярів та респіратору типу пелюсток (класу захисту FFP1/FFP2).

Виконання обґрунтованого комплексу технічних та організаційних заходів гарантує зниження ймовірності виробничого травматизму, мінімізує ризик виникнення професійних захворювань сервісного інженера та унеможливорює випадкове виведення з ладу дорогого моноблоку Lenovo ThinkCentre M920Z в процесі його технічного сервісу.

4.2 Вплив електромагнітних випромінювань на оператора та методи їх екранування

Під час експлуатації та технічного обслуговування моноблоку Lenovo ThinkCentre M920Z оператор та інженер з сервісного обслуговування піддаються впливу електромагнітних випромінювань широкого частотного діапазону.

Основними джерелами електромагнітних полів у конструкції даного пристрою є внутрішній імпульсний блок живлення, елементи материнської плати, зокрема системні шини та тактові генератори процесора, рідкокристалічний дисплей, а також інтегровані модулі бездротового зв'язку Wi-Fi та Bluetooth. Специфіка моноблока полягає в тому, що всі перераховані компоненти інтегровані в єдиний корпус і розташовані у безпосередній близькості до користувача, що вимагає детального аналізу біологічного впливу випромінювання та обґрунтування заходів захисту.

Біологічний вплив електромагнітних полів на організм людини має кумулятивний характер і за тривалої експозиції призводить до функціональних змін у роботі основних життєзабезпечуючих систем [3]. Найбільш чутливими до

хронічного впливу електромагнітних випромінювань є центральна нервова, серцево-судинна та імунна системи.

У операторів це може проявлятися у формі астеничного синдрому, підвищеної втомлюваності, головного болю, дратівливості, порушення сну та лабільності артеріального тиску. Крім того, тривала робота в зоні дії низько-частотних магнітних полів викликає напруження зорового аналізатора, що посилюється наявністю електростатичного поля на поверхні екрана, яке сприяє іонізації повітря та осіданню дрібнодисперсного пилу на слизових оболонках очей оператора.

Регламентация та контроль умов праці й рівнів неіонізуючого випромінювання на робочому місці здійснюється відповідно до нормативно-правового акта з охорони праці НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями» [1].

Відповідно до цього нормативного документа, екранні пристрої не мають бути джерелом ризику для працівників, а все випромінювання, за винятком видимої частини електромагнітного спектра, має бути зведене до незначного та безпечного для здоров'я оператора рівня. Забезпечення цих умов досягається шляхом проведення регулярних інструментальних замірів параметрів електромагнітних полів на робочому місці з метою запобігання професійним захворюванням. [2].

Захист оператора від шкідливого впливу електромагнітних випромінювань у моноблоці Lenovo ThinkCentre M920Z реалізовано шляхом поєднання конструктивних, організаційних та інженерно-технічних методів, серед яких ключове значення має екранування джерел виникнення полів.

Конструкція досліджуваного моноблока передбачає внутрішнє металеве шасі та спеціальні перфоровані сталеві кожухи, які повністю закривають материнську плату та імпульсний блок живлення, виконуючи роль екранів електромагнітних полів радіочастотного діапазону. Принцип дії таких екранів базується на відбиванні та поглинанні електромагнітних хвиль на межі розділу середовищ, що досягається за рахунок високої електричної провідності матеріалу екрана.

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------------------|-----|
| | | | | | <i>2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ</i> | Арк |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 96 |

Ефективність конструктивного екранування моноблока безпосередньо залежить від надійності його заземлення. Струми наведення та заряди статичної електрики, що виникають на внутрішніх металевих екранах і корпусі пристрою, відводяться через захисний заземлюючий провідник трижильного кабелю живлення до загального контуру заземлення будівлі, опір розтікання струму якого згідно з Правилами улаштування електроустановок не повинен перевищувати 4 Ом [4].

Для зниження електростатичного потенціалу рідкокристалічної матриці дисплея застосовано заводське антистатичне покриття лицьової панелі, яке розсіює статичний заряд і зменшує напруженість електростатичного поля в зоні дихання та зору оператора.

До організаційних методів мінімізації впливу електромагнітних випромінювань належить оптимізація просторового розташування моноблока на робочому місці. Відстань від екрана пристрою до очей оператора має становити не менше 600 мм [4], що дозволяє значно знизити щільність потоку випромінювання, оскільки його інтенсивність зменшується пропорційно квадрату відстані від джерела.

Також обов'язковим є дотримання регламентованих перерв тривалістю 10–15 хвилин через кожну годину безперервної роботи, що дозволяє знизити сумарну експозиційну дозу електромагнітного навантаження на організм працівника під час виконання завдань технічного сервісу та експлуатації.

4.3 Захист електронних компонентів від електростатичного розряду під час розбирання пристрою

Під час проведення робіт із розбирання, діагностики чи модернізації моноблоку Lenovo ThinkCentre M920Z важливим моментом є забезпечення надійного захисту його мікроелектронних компонентів від електростатичного розряду (ESD – Electrostatic Discharge).

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 97 |

процеси трибоелектричного заряджання при терті поверхонь. Усі меблі, покриття підлоги та стільниці на сервісному посту повинні мати антистатичні властивості із питомим поверхневим опором у діапазоні від 10^5 до 10^9 Ом, що забезпечує контрольоване та безпечне стікання зарядів у землю замість їхнього лавиноподібного розряду через компоненти моноблока.

Основним інженерно-технічним засобом індивідуального захисту сервісного інженера під час демонтажу внутрішніх вузлів моноблока є використання антистатичного браслета, який щільно прилягає до зап'ястя та підключається через гнучкий кручений провід до спеціального вузла заземлення робочого столу.

У з'єднувальний провід браслета вбудовано послідовний резистор номіналом 1 МОм, який виконує подвійну функцію: забезпечує повільне, безпечне для електронних схем розсіювання статичного заряду з тіла людини та гарантує електробезпеку самого працівника у разі випадкового контакту з лінійною напругою мережі. Робоча поверхня столу покривається двошаровим антистатичним килимком, верхній шар якого є розсіювальним, а нижній – провідним, надійно приєднаним до загального контуру захисного заземлення лабораторії.

Безпосередній процес розбирання моноблока Lenovo M920Z розпочинається лише після повної підготовки антистатичного інструментарію, що включає викрутки з ручками з дисипативного пластику та спеціальні антистатичні лопатки для розмикання корпусних засувки задньої панелі. Після відключення кабелю живлення, зняття стійки та демонтажу захисного кожуха шасі, сервісний технік повинен повністю виключити прямі дотики до струмопровідних доріжок, виводів електронних компонентів та контактних майданчиків друкованих плат.

Маніпуляції з материнською платою, модулями оперативної пам'яті та процесором дозволяється виконувати, утримуючи їх виключно за ізольовані текстолітові краї або металеві елементи кріплення, такі як монтажні рамки чи радіатори охолодження.

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 99 |

Усі демонтовані електронні вузли моноблока до моменту їхнього зворотного встановлення в корпус підлягають обов'язковому зберіганню та транспортуванню у спеціалізованій антистатичній тарі. Для цього застосовуються металізовані захисні пакети, які працюють за принципом клітки Фарадея і повністю блокують зовнішні електромагнітні поля та випадкові статичні розряди.

Категорично забороняється укладати витягнуті плати моноблока на звичайні пластикові поверхні, дерев'яні столи без покриття, папір або пакувальну пухирчасту плівку, що не має спеціального антистатичного маркування, оскільки це створює умови для миттєвої електризації та пошкодження дорогої апаратної частини комп'ютера

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------------------|------------|
| | | | | | <i>2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ</i> | <i>Арк</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 100 |

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі “Розробка проекту технічного обслуговування моноблоку Lenovo ThinkCentre M920Z” було виконано огляд основних функціональних можливостей моноблоку Lenovo ThinkCentre M920Z, його структурну схему та загальну будову. Наведено технічні характеристики пристрою, описано меню UEFI BIOS та спеціалізоване програмне забезпечення, що з ним поставляється.

В спеціальному розділі розроблено повну інструкцію з експлуатації, методи та способи обслуговування ноутбука Lenovo ThinkCentre M920Z, принципи виявлення і усунення основних несправностей та помилок в роботі. Описано порядок проведення операцій заміни термопасти. Також описано послідовність технологічних операцій заміни FRU-компонентів таких як процесор, модулі оперативної пам’яті, носій інформації, Wi-Fi-модулі.

Кваліфікаційна робота містить економічну частину, з розрахунком собівартості робіт по обслуговуванні моноблоку, а також розділ, що описує питання охорони праці, та техніки безпеки при роботі з даним типом пристроїв.

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------------------|------------|
| | | | | | <i>2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ</i> | <i>Арк</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 101 |

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями: НПАОП 0.00-7.15-18 : зат. наказом Міністерства соціальної політики України від 14.02.2018 № 207. Київ, 2018. 9 с..

2. Грибан В. Г., Фоменко А. Є., Казначеев Д. Г. Безпека життєдіяльності та охорона праці : підруч. / В. Г. Грибан, А. Є. Фоменко, Д. Г. Казначеев. Дніпро : Дніпроп. держ. ун-т внутр. справ, 2022. 388 с.

3. ДСТУ EN 61340-5-1:2018 «Електростатика. Захист електронних пристроїв від електростатичних явищ»

4. Коли і як часто потрібно чистити моноблок [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу – https://brain.com.ua/ukr/brain_guide/Koli-i-yak-chastopotribno-chistiti-noutbuk/ – Дата звернення 20.05.2026.

5. Курепін В. М. Основи охорони праці: навчальний посібник для студентів закладів вищої освіти аграрної галузі. Миколаїв : МНАУ, 2022. – 347 с.

6. Матвієнко М. П., Розен В. П., Закладний О. М. Архітектура комп'ютера. Навчальний посібник. – К: Видавництво Ліра-К, 2016. – 264 с

7. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту зі спеціальності 5.091504 «Обслуговування комп'ютерних та інтелектуальних систем та мереж» напрямком “Обслуговування технічних засобів комп'ютерних систем і мереж”

8. Петкевич А.М. Діагностика та ремонт ноутбуків, материнських плат, відеокарт. Том 3 – К.: Центр учбової літератури, 2024. – 124 с

9. Пожарова О. В. Охорона праці : навчальний посібник / О. В. Пожарова. – Одеса, 2022. – 86 с. Режим доступу: <https://doi.org/10.32837/11300.18442>

10. Посібник із використання та обслуговування моноблока M920z [Електронний ресурс] – https://download.lenovo.com/pccbbs/thinkcentre_pdf/m920z_ughmm_uk.pdf – Дата звернення 10.05.2026.

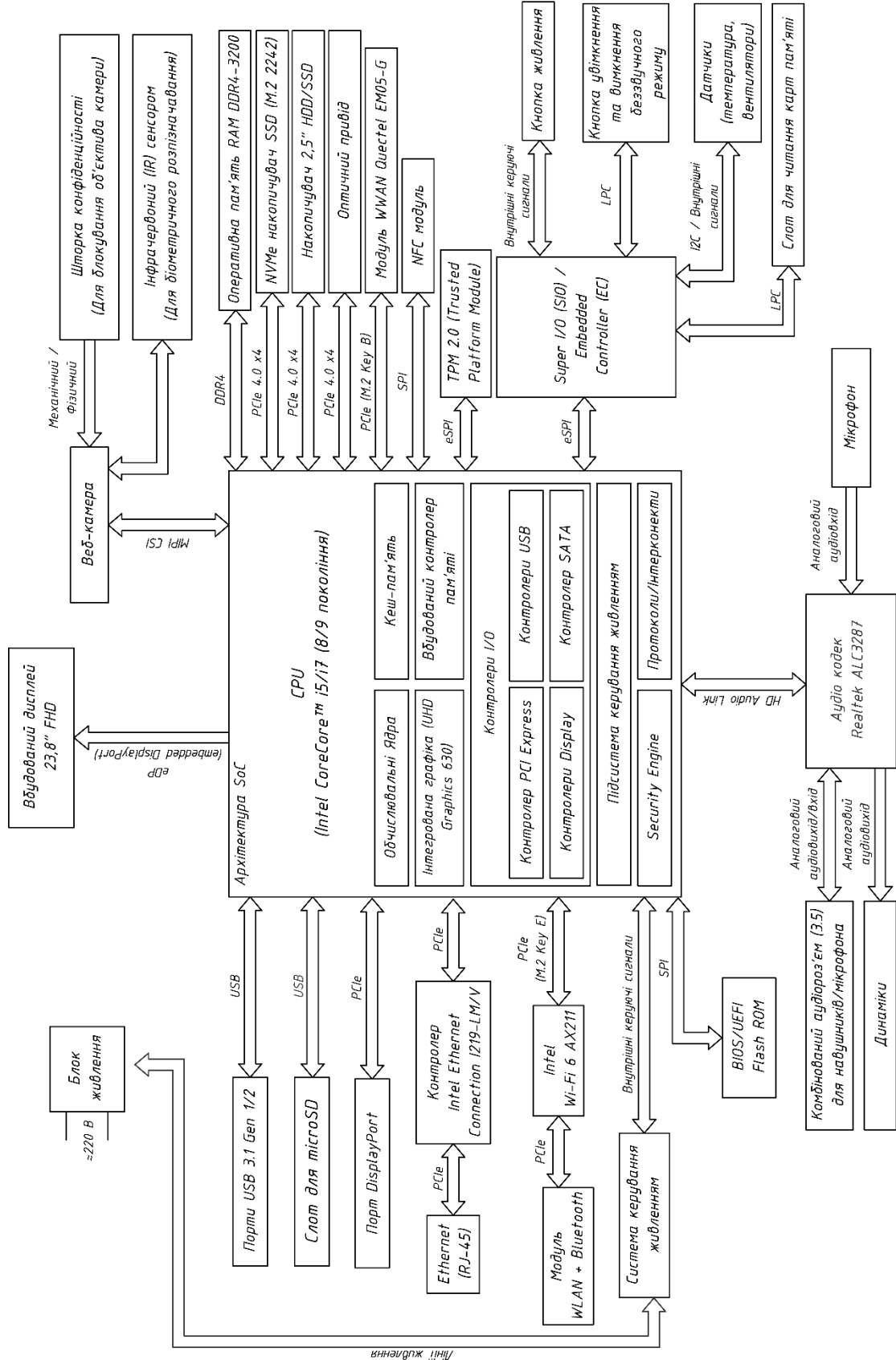
11. Роберт С. Мартін. Чиста архітектура – Харків : Фабула, 2022. – 368с

12. Терлецький Т. В., Федорчук-Мороз В. І., Кайдик О. Л. Системи

| | | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|--|------------------------------|-----|
| | | | | | | 2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ | Арк |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | | 102 |

ДОДАТКИ

Додаток А. Структурна схема моноблоку Lenovo ThinkCentre M920Z



2026.KBP.123.405.12.00.00 ПЗ

Арк

104