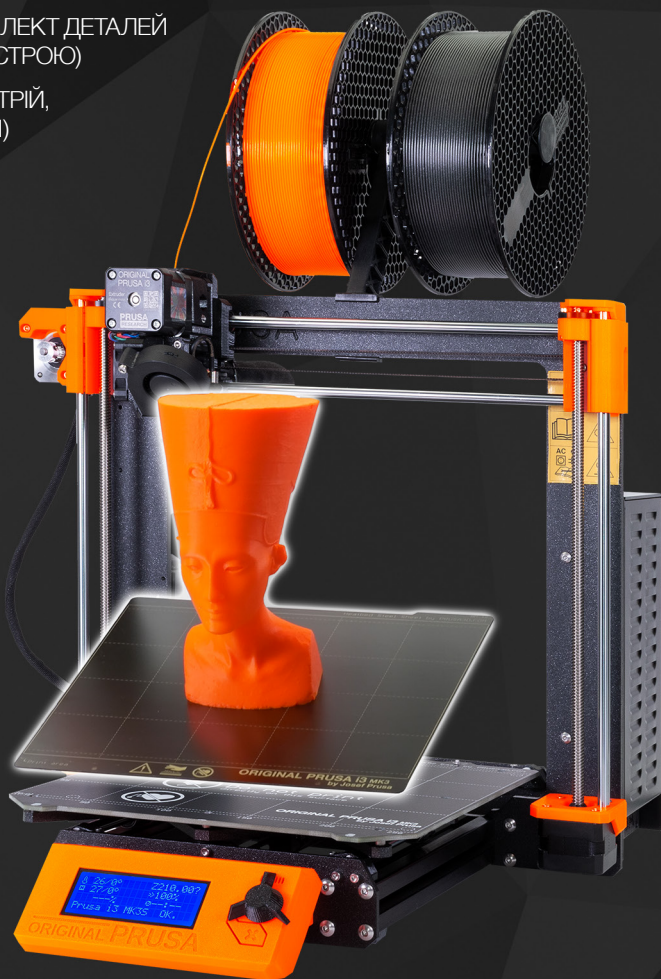


ПОСІБНИК З ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДЛЯ 3D-ПРИНТЕРІВ:

ORIGINAL PRUSA i3 MK3 (КОМПЛЕКТ ДЕТАЛЕЙ
ДЛЯ РУЧНОГО МОНТАЖУ ПРИСТРОЮ)

ORIGINAL PRUSA i3 MK3 (ПРИСТРІЙ,
ЗМОНТОВАНИЙ ВИРОБНИКОМ)



PRUSA
RESEARCH
by JOSEF PRUSA

Компанія Prusa Research
Чеська Республіка, 170 00, м. Прага,
вул. Партизанська, 188/7А
www.prusa3d.com
info@prusa3d.com





Остання оновлена версія посібника з експлуатації 3D-принтера (у форматі PDF) доступна за посиланням <https://www.prusa3d.com/drivers>.

Перелік посилань для завантаження іншомовних перекладів посібника:

Чеський переклад: www.prusa3d.cz/ovladace.

Французький переклад: www.prusa3d.fr/drivers.

Німецький переклад: www.prusa3d.de/treiber.

Польський переклад: prusa3d.pl/sterowniki.

Італійський переклад: www.prusa3d.it/driver.

Іспанський переклад: www.prusa3d.es/drivers-y-manuales.



Цей посібник актуальний для 3D-принтерів моделей Original Prusa i3 MK3S та Original Prusa i3 MK3S+ (з останньою версією інстальованого програмного забезпечення). Необхідно завжди мати саме останню версію програмного забезпечення – більш докладно в розділі [13.9](#).

ПІДГОТОВКА ПРИНТЕРА ДО РОБОТИ:

1. Ознайомлення з правилами безпечної експлуатації ([сторінка 8](#)).
2. Монтаж принтера на рівну стійку поверхню ([сторінка 11](#)).
3. Завантаження та інсталяція драйверів ([сторінка 50](#)).
4. Калібрування принтера ([сторінка 13](#)).
5. Під'єднання до принтера SD-карти та друк моделі ([сторінка 31](#)).



Примітка для оптимальної роботи принтера.



Важливе застереження (щодо безпеки користувача або справності принтера).



Інформація, що стосується лише комплекту принтерних деталей для ручного монтажу.

Зв'язок зі службою підтримки: Для усунення можливих технічних проблем у роботі принтера радимо попередньо прочитати останні розділи цього посібника або перейти за посиланням <https://help.prusa3d.com>. Якщо проблему вирішити не вдалося, надішліть запит (із детальним описом Вашої проблеми) на електронну скриньку info@prusa3d.com або в цілодобовий чат за адресою <https://shop.prusa3d.com>.

Інформація про розробника

Йозеф Пруша (дата народження – 23 лютого 1990 року) зацікавився 3D-друком перед вступом до Празького економічного університету в 2009 році. Це хобі перетворилося в захоплення, і сьогодні Йозеф є провідним розробником нових виробів за міжнародним проектом Адріана Боуера RepRap із відкритим вихідним кодом. Відтак, ідеї Пруши простежуються у виробництві різних друкувальних пристроїв, що користуються шаленим попитом. Усе це сприяло максимальній популяризації технологій 3D-друку серед найширшого загалу фахівців.

Йозеф і надалі продовжує розробку самокопіювальних принтерів, здатних у разі потреби виготовити нові деталі для роботи пристрою. Його остання модель (принтер Prusa i3 MK3S+) уже з'явилася на міжнародному ринку і є модернізованою версією оригінального 3D-принтера третього покоління. Конструкція принтера постійно оновлюється (включно з інноваціями, наявними в придбаній Вами моделі). Крім модернізації принтера, Пруша постійно прагне оптимізувати його експлуатацію для користувача.

Йозеф Пруша проводить фахові семінари, бере участь у різних конференціях із питань 3D-друку. Він презентував доповіді в Празі та Відні (конференції TEDx), Нью-Йорку та Римі (наукові з'їзди Maker Faire), а також Массачусетському технологічному інституті (захід Open Hardware Summit). Водночас Пруша викладає курси з використання апаратно-програмних засобів Arduino в Карловому університеті. Крім того, Йозеф був працівником Вищої школи прикладного мистецтва в Празі.

Особистою мрією Йозефа є те, щоб у найближчому майбутньому кожна сім'я мала вдома власний 3D-принтер. «Якщо щось знадобиться, просто роздрукуйте. Давайте руйнувати існуючі бар'єри разом!».



ЗМІСТ

2 Дані про виріб	7
3 Вступ – глосарій термінів, відмова виробника від відповідальності, правила безпечної експлуатації пристрою, ліцензія	7
4 Принтер Original Prusa i3 MK3S+	9
5 Комплект деталей для ручного монтажу принтера Original Prusa i3 MK3S+	10
6 Підготовка принтера до експлуатації	11
6.1 Розпаковка принтера та його правильне транспортування	11
6.2 Монтаж принтера	12
6.3 Налаштування принтера для друку	12
6.3.1 Калібрування	13
6.3.2 Підготовка сталевого PEI-листа для стола	15
6.3.3 Посилення адгезії	19
6.3.4 Самотестування (лише для принтерів, змонтованих вручну)	20
6.3.5 Калібрування принтера за осями X, Y, Z (лише для принтерів, змонтованих вручну)	21
6.3.6 Калібрування принтера за віссю Z	25
6.3.7 Процедура компенсації кривизни стола	25
6.3.8 Завантаження філаменту до екструдера	26
6.3.9 Калібрування першого шару (лише для принтерів, змонтованих вручну)	28
6.3.10 Точне налаштування друку першого шару	30
7 Друк	31
7.1 Звільнення принтерного стола від надрукованих об'єктів	31
7.2 Керування друком	32
7.2.1 Екран LCD-панелі	32
7.2.2 Керування принтером на LCD-панелі	32
7.2.3 Статистика друку	33
7.2.4 Статистика помилок у роботі принтера	33
7.2.5 Звичайний і тихий режими роботи принтера	34
7.2.6 Скидання параметрів налаштування принтера	34
7.2.7 Сорткування даних SD-карти	35
7.2.8 Перевірка файлів (.gcode) на цілісність	35
7.2.9 Рубрикація меню	36
7.2.10 Швидкість друку порівняно з якістю друку	39
7.2.11 USB-кабель і програма Pronterface	40
7.2.12 Функція Power Panic (аварійне припинення друку)	42
7.2.13 Виявлення пропущених кроків та зсуву шарів	42
7.2.14 Показання температур	42
7.2.15 Показання електричної напруги	42
7.2.16 Функція таймерного запобіжника	43
7.2.17 Звукові налаштування	43
7.2.18 Мовні налаштування	43
7.3 Аксесуари до принтера	44
7.3.1 Різні екструдерні сопла	44
7.3.2 Функція різнокольорового друку з модулем Multi Material Upgrade 2S	45
7.3.3 Під'єднання мікрокомп'ютера Raspberry Pi Zero W	46
8 Розширені калібрувальні налаштування	47
8.1 Профілі налаштувань PEI-листів	47
8.2 Налаштування діаметра сопла	47
8.3 PID-регулювання сопла (необов'язково)	47
8.4 Температурне калібрування датчика PINDA (необов'язково; функція поки що має експериментальний характер)	48
8.5 Перегляд деталей калібрування за осями X, Y, Z (необов'язково)	49

8.6 Функція Linear Advance (лінійна подача філаменту)	49
8.7 Інформація про роботу екструдера	50
8.8 Інформація про роботу датчиків	50
8.9 Налаштування яскравості екрана	50
9 Драйвери для принтера	50
10 Створення та друк власних 3D-моделей	51
10.1 Де можна знайти 3D-моделі?	51
10.1.1 База даних PrusaPrinters	51
10.1.2 3D-моделі для тестового друку	51
10.2 Програми для створення власних 3D-моделей	52
10.3 Важливі застереження до моделювання та друку 3D-об'єктів	52
10.3.1 Звисання пластику та його підпори	53
10.3.2 Друк із галтелевими вигинами та фасковими скосами	53
10.3.3 Друк тонких стінок та найдрібніших деталей	53
10.3.4 Друк моделі з кількох частин	54
10.3.5 Щільність об'єкта, змодельованого з кількох частин	54
11 Слайсинг	54
11.1 Слайсер PrusaSlicer	54
11.2 Друк нестандартних 3D-моделей	56
11.2.1 Друк із використанням підпор	56
11.2.2 Друк великих об'єктів	56
11.3 Різнокольоровий друк у програмі ColorPrint	58
12 Матеріали для друку	60
12.1–12.15 Пластики PLA, ASA/ABS, PC Blend, Flex, CPE, Nylon, XT, HT, Composite, HIPS, PVA, nGen, PP, T-Glase	60
12.16 Створення профілів налаштувань для нових матеріалів	69
13 Відповіді на типові питання (експлуатація принтера та проблеми з нею)	70
13.1 Регулярний дбайливий догляд – рухомість деталей, вентилятори, екструдер, материнська плата, PEI-лист із гладкою поверхнею	70
13.2 Підготовка стола до друку	71
13.3 Датчик філаменту	71
13.4 Засмічений екструдер	73
13.5 Прочищення сопла	74
13.6 Заміна сопла	75
13.7 Проблеми з друком	77
13.8 Проблеми з надрукованими моделями	77
13.9 Оновлення програмного забезпечення принтера	78
13.10 Лінійна корекція	79
14 Відповіді на типові запитання (ручний монтаж принтера)	79
14.1 Принтер хитається – перевірити коректність монтажу рами за осями Y і Z	79
14.2 Принтер зупиняється після початку друку	80
14.3 Принтер не зчитує SD-карту	81
14.4 Ослаблені ремені осей X або Y	81
14.5 Кабелі від'єднуються від стола	81
15 Відповіді на типові запитання (повідомлення про помилки)	82

2 Дані про виріб

Назва: Original Prusa i3 MK3S+ (принтер, змонтований виробником) / Original Prusa i3 MK3S+ (комплект принтерних деталей для ручного монтажу).

Філамент: 1,75 мм.

Виробник: компанія Prusa Research (Чеська Республіка, 170 00, м. Прага, вул. Партизанська, 188/7A).

Електронна пошта: info@prusa3d.com.

Група електричного та електронного обладнання ЕЕЕ: 3 (обладнання для ІТ-галузі або телекомунікацій).

Середовище використання пристрою: тільки в приміщенні.

Живлення: 90-135 В, 3,6 А / 180-264 В, 1,8 А (50-60 Гц).

Допустима робоча температура пристрою в приміщенні: 18 °С (пластик PLA) – 38 °С.

Допустима робоча вологість пристрою: не більше 85%.



Маса комплекту принтерних деталей для ручного монтажу (брутто / нетто): 9,8 кг / 6,3 кг.

Маса принтера, змонтованого виробником (брутто / нетто): 12 кг / 6.3 кг.

Серійний номер зазначено на принтерній рамі та упаковці.

3 Вступ

Дякуємо за придбання 3D-принтера **Original Prusa i3 MK3S+**, змонтованого виробником, або комплекту його деталей для ручного монтажу. Ваша покупка надихає нас на подальше вдосконалення продукції. Радимо уважно прочитати цей посібник: він містить важливу інформацію для коректної експлуатації принтера. Виріб **Original Prusa i3 MK3S+** є модернізованою версією колишньої моделі Original Prusa i3 MK2S зі значними оновленнями апаратної та програмної складових, що сприяє постійній оптимізації його роботи для користувача.

Останню оновлену версію цього посібника з експлуатації (у форматі PDF) можна завантажити за посиланням <http://prusa3d.com/drivers>.

У разі виникнення будь яких технічних проблем у роботі принтера радимо звертатися на електронну скриньку info@prusa3d.com або до цілодобового чату shop.prusa3d.com. Будемо вдячні за Ваші коментарі та зауваження. До Ваших послуг працює офіційний форум forum.prusaprinters.org (із переліком порад, відповідей на запитання користувачів та нових повідомлень виробника про вдосконалення принтера).

3.1 Глосарій термінів

Стіл – нагрівальна платформа 3D-принтера, де друкуються 3D-об'єкти.

Екструдер – друкувальна головка (складається із сопла, роликів та вентилятора).

Філамент – пластикова нитка, намотана на катушку.

Сопло – деталь екструдера, що вичавлює пластик для друку 3D-об'єктів.

1,75 – для 3D-принтерів використовують філамент двох різних діаметрів: 2,85 мм (або округлено 3 мм) та 1,75 мм. Якість друку не залежить від діаметра філаменту (хоча матеріал товщиною 1,75 мм є більш популярним серед користувачів).

3.2 Відмова виробника від відповідальності

Ігнорування вимог з експлуатації, наведених у посібнику, може призвести до травми користувача, некоректного друку або пошкодження 3D-принтера. Отже, категорично не рекомендується використовувати принтер без ознайомлення з посібником. Ми не можемо контролювати умови, в яких відбувається ручний монтаж виробу. З цієї причини виробник не несе відповідальності за будь-які технічні, фізичні або фінансові втрати, що виникли в користувача через неправильні монтаж, транспортування, експлуатацію, зберігання або утилізацію принтера. Інформація в цьому посібнику має виключно рекомендаційний характер.

3.3 Правила безпечної експлуатації пристрою



Будьте максимально пильними під час експлуатації виробу. Принтер працює від електричної мережі та має рухомі деталі, що нагріваються до високих температур.

1. Принтер призначений для експлуатації лише в приміщенні. Не допускати потрапляння води на виріб. Використовувати принтер лише в сухому місці на відстані щонайменше 30 см від інших об'єктів.
2. Монтаж принтера здійснювати лише на стійку поверхню.
3. Для принтера використовувати лише живлення від мережі 230 В (50 Гц) або 110 В (60 Гц). Під'єднання до іншої мережі може призвести до некоректної роботи або пошкодження виробу.
4. Не торкатися кабелю живлення під час роботи принтера. Не використовувати виріб у разі пошкодження кабелю живлення.
5. Принтер від'єднувати від мережі лише шляхом витягування з розетки штепселя. Від'єднання триманням за кабель може пошкодити штепсель або розетку.
6. Демонтаж та ремонт принтерного блока живлення повинен здійснювати лише кваліфікований фахівець.
7. Не торкатися сопла або стола під час друку чи розігріву принтера. Робоча температура сопла може сягати 210-300 °C (410-572 °F), а стола – понад 100 °C (212 °F). Пам'ятайте: температура понад 40 °C (104 °F) може травмувати людину.
8. Не торкатися рухомих деталей принтера під час його роботи.
9. Не допускати до принтера дітей без нагляду (навіть якщо пристрій вимкнений).
10. Не залишати без нагляду працюючий принтер.
11. Принтер використовувати в добре вентильованому приміщенні: під час друку пластик плавиться, що може супроводжуватися неприємним запахом.

3.4 Ліцензія

Розробка та експлуатація принтера Original Prusa i3 MK3S+ здійснюються в рамках проекту RepRap із відкритим вихідним кодом, тобто є чинною ліцензія GNU GPL v3 license (www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.en.html). Якщо Ви модернізуєте будь-яку деталь принтера і хочете її продати, Ви повинні опублікувати вихідний код під аналогічною ліцензією. Із повним переліком деталей 3D-принтера, які дозволено модернізувати, можна ознайомитися за посиланням <https://www.prusa3d.com/prusa-i3-printable-parts>.

4 Принтер Original Prusa i3 MK3S+

На відміну від комплекту принтерних деталей, ця модель вже повністю змонтована і майже готова до друку. Після розпакування принтера, його під'єднання до мережі та калібрування Ви маєте змогу за лічений час надрукувати 3D-об'єкт. Не забувайте про нашу службу підтримки за електронною поштою або цілодобовим чатом. Якщо потрібна будь-яка допомога – не зволікайте і звертайтеся до нас. Контактна інформація зазначена на сторінці 3.



Для 3D-принтерів використовують філамент двох різних діаметрів: 2,85 та 1,75 мм (більш детальна інформація в розділі [Матеріали для друку](#)). Якість друку не залежить від діаметра філаменту (хоча матеріал товщиною 1,75 мм є більш вживаним на практиці). Філамент намотаний на котушку, на якій зазначено дані про його виробника, матеріал (пластик ABS, PLA тощо) та товщину в діаметрі. Філамент діаметром 2,85 мм словесно зазвичай округляють до 3 мм.

Цей принтер призначений для роботи лише з філаментом діаметром 1,75 мм. Завжди перевіряйте товщину філаменту до завантаження в пристрій (матеріал товщиною понад 1,75 мм може пошкодити екструдер).

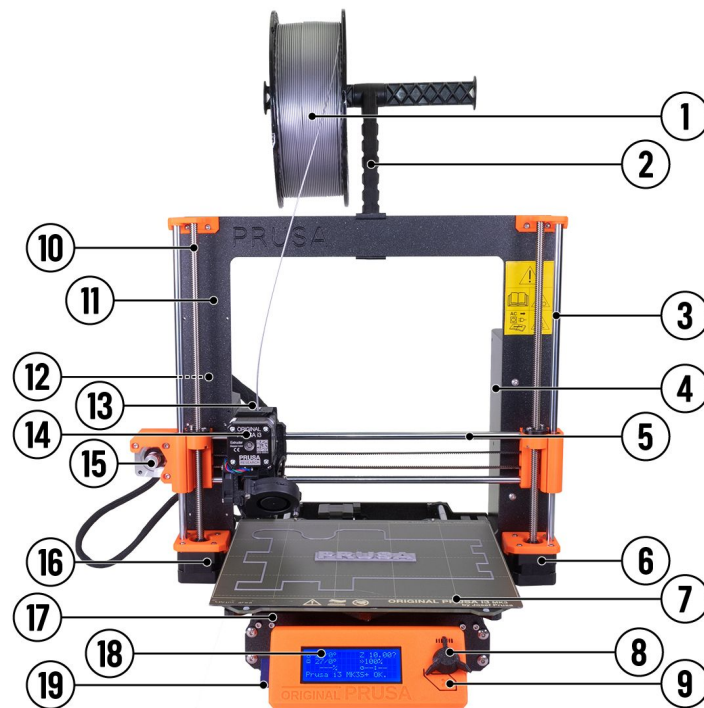


Рисунок 1 – Опис конструкції принтера Original Prusa i3 MK3S+:

- (1) Котушка з філаментом; (2) Тримач котушки;
(3) Вісь Z; (4) Блок живлення; (5) Вісь X; (6) Кроковий двигун Z2; (7) Друкувальний стіл із листовим сталевим покриттям; (8) Поворотна кнопка на LCD-панелі (кнопка управління); (9) Кнопка скидання параметрів; (10) Опорний стрижень; (11) Рама принтера; (12) USB-порт; (13) Материнська плата Einsy Rambo; (14) Двигун екструдера; (15) Кроковий двигун X; (16) Кроковий двигун Z1; (17) Вісь Y; (18) LCD-панель; (19) Слот SD-карти

5 Комплект деталей для ручного монтажа принтера Original Prusa i3 MK3S+



Комплект деталей для ручного монтажа принтера Original Prusa i3 MK3S+ зазначений на рисунку 2. Більш докладна інформація про правила монтажу наведена в розділі [6.2](#). Пам'ятайте: у разі потреби Ви маєте можливість у будь-який час звернутися до служби підтримки за електронною поштою або цілодобовим чатом. Контактні дані зазначені на сторінці 3.



Рисунок 2 – Розпакований комплект деталей для ручного монтажу принтера Original Prusa i3 MK3S+

6 Підготовка принтера до експлуатації

6.1 Розпаковка принтера та його правильне транспортування

Тримайтесь за верхню раму, обережно витягніть принтер з упаковки, щоб не пошкодити його деталі. Транспортуйте принтер лише тримаючись за верхню раму; водночас стіл повинен займати горизонтальне положення паралельно підлозі і бути розвернутим вбік від корпусу Вашого тіла (дивіться рисунок 3). Розпаковуючи **модель, змонтовану виробником**, витягніть із коробки верхній шар пінопласту та обережно дістаньте принтер. Видаліть із принтера додаткові шари пінопласту та переріжте білі стяжки, що захищають деталі пристрою від пошкоджень.



Рисунок 3 – Правильне транспортування принтера

До комплекту як змонтованого принтера, так і набору деталей для його ручного монтажу входить кілька аксесуарів, що оптимізують експлуатацію пристрою:

- **USB-кабель** – використовується для завантаження нового програмного забезпечення або альтернативного друку з комп'ютера.
- **Акупунктурна голка** – використовується для очищення засміченого сопла екструдера (дивіться розділ [13.5](#)).
- **Клей-олівець** – використовується для кращої адгезії пластику Nylon або як прокладка для пластику Flex (дивіться розділ [12](#)).
- **Масило** – час від часу (дивіться розділ [13.1](#)) для коректної роботи принтер потребує чищення та змащування (перший ручний монтаж принтера не потребує обробки мастилом – деталі продаються попередньо змащеними виробником).

- **Інструменти та запчастини** – лопатка (для звільнення стола від прилиплого надрукованого об'єкта) та набір резервних деталей (затискачі, магніти, тефлонова трубка).
- **Ізопропанолові серветки** – кілька серветок для чищення стола від залишків пластику після друку.
- **Тестовий протокол** – документ про результати перевірки виробником деталей принтера на справну функціональність (із зазначенням їхніх серійних номерів).

6.2 Монтаж принтера



Для правильного і швидкого монтажу принтера Original Prusa i3 MK3S+ із комплекту деталей рекомендується дотримуватися інструкції в онлайн-посібнику користувача за посиланням help.prusa3d.com (посібник перекладено кількома мовами). Після завершення монтажу ознайомтеся з розділом [6.3](#).

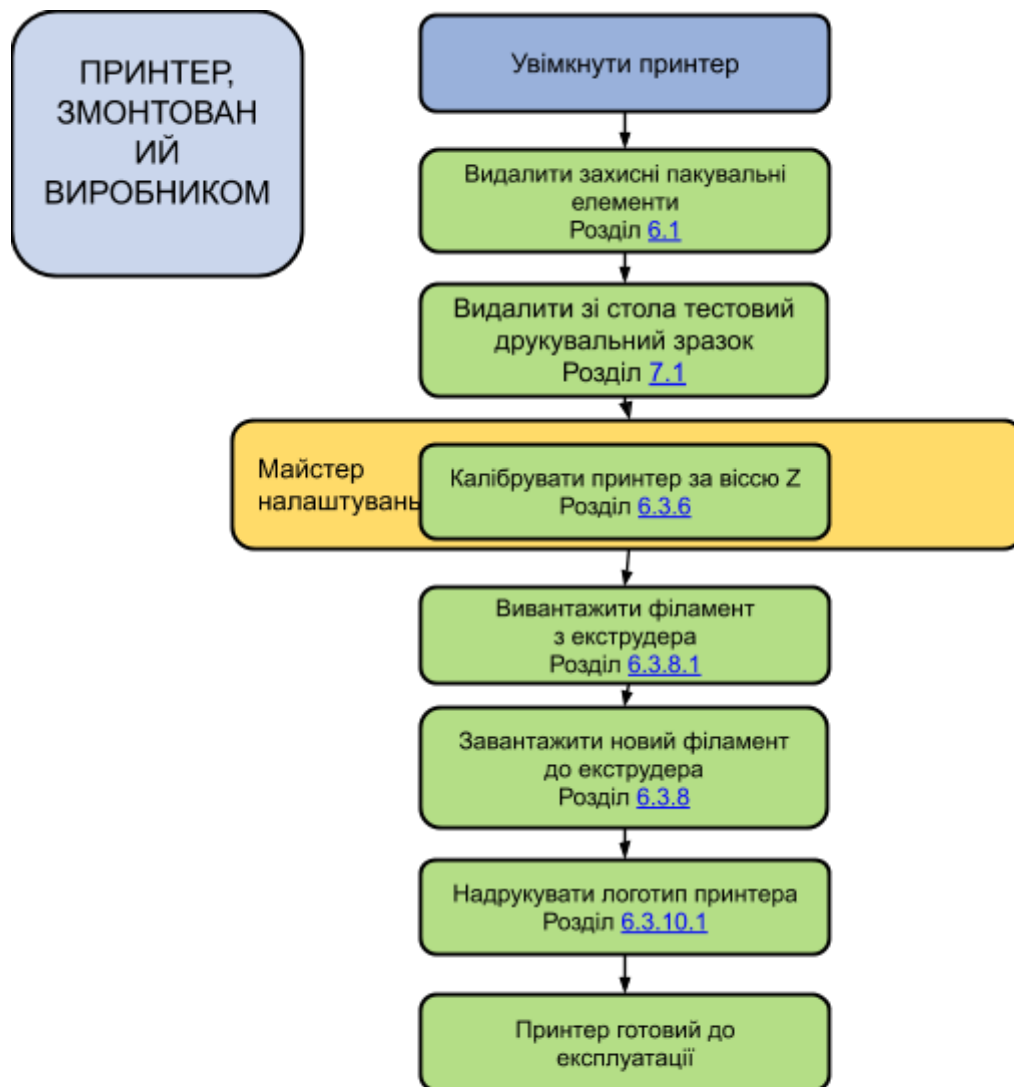
6.3 Налаштування принтера для друку

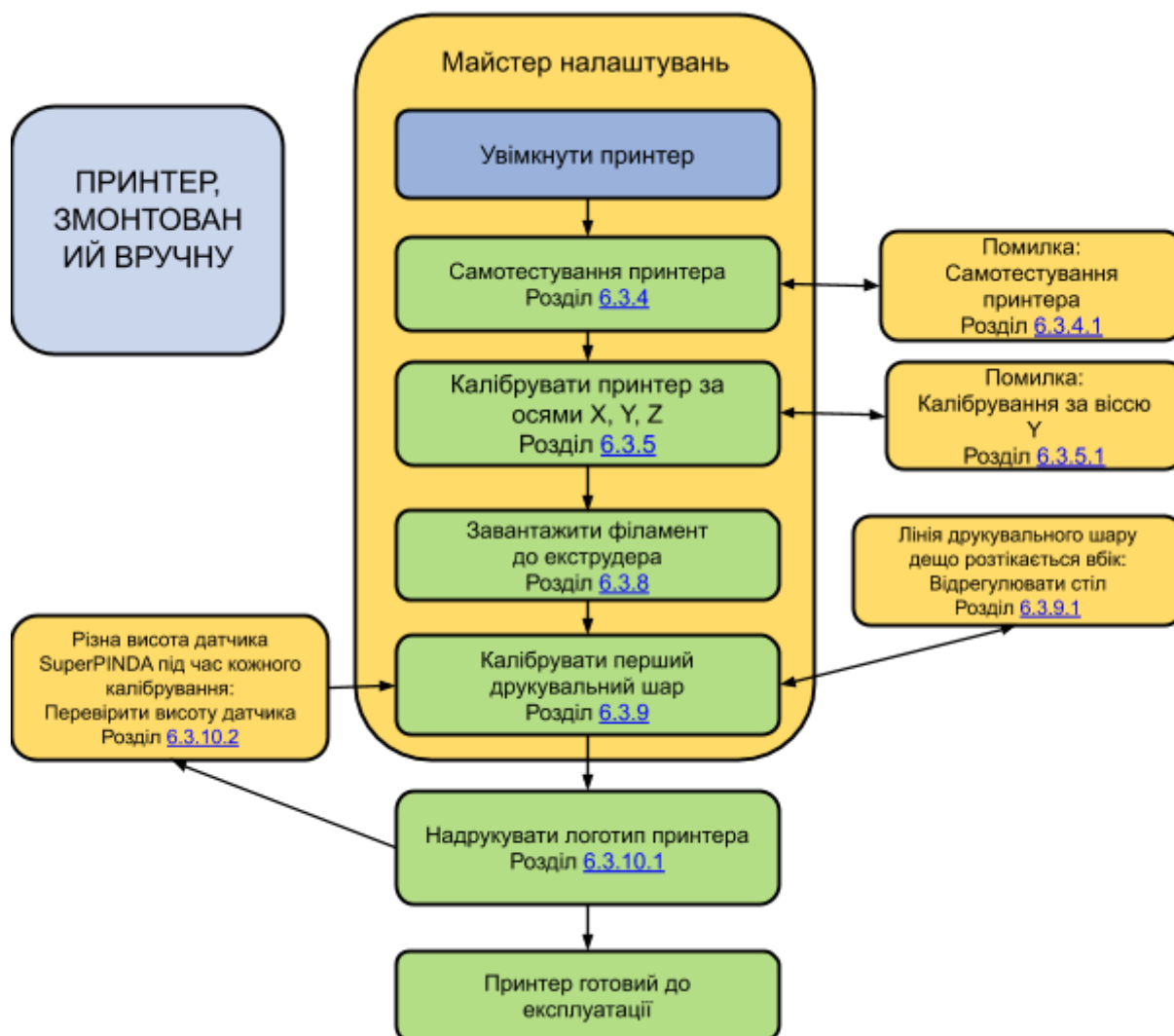
- Установити принтер на горизонтальну стійку поверхню (найкраще на верстат без протягу).
- Приєднати до верхньої рами тримач.
- Приєднати до тримача катушку з філаментом. Переконайтеся, що катушка вільно рухається і не застрягає.
- Під'єднати принтер до електромережі та ввімкнути його.
- Перевірити програмне забезпечення принтера (через меню підтримки **[Support]** на LCD-панелі) та з'ясувати, чи відповідає вона останній версії оновлення на сайті www.prusa3d.com/drivers.



Філаментом називається **пластикові нитка** (матеріал на катушці, з якого друкуються 3D-об'єкти).

6.3.1 Калібрування





Якщо принтер монтується вручну, перед початком друку його треба самостійно відкалібрувати та протестувати.

Майстер налаштувань можна запустити на LCD-панелі за командою **Меню – Калібрування – Майстер налаштувань [LCD menu – Calibration – Wizard]**. Перед роботою з майстром налаштувань прочитайте розділ [6.3.2](#).

Майстер допомагає налаштувати параметри калібрування кількома етапами:

- **Самотестування** – [розділ 6.3.4](#);
- **Калібрування за осями X, Y, Z** – [розділ 6.3.5](#);
- **Завантаження філаменту до екструдера** – [розділ 6.3.8](#);
- **Калібрування першого друкувального шару** – [розділ 6.3.9](#).

Калібрування можна виконати і вручну без запуску майстра налаштувань.

First, I will run
the selftest to
check most common
assembly problems. ✓

Рисунок 4 – Майстер налаштувань

(Переклад: Ініціювати самотестування принтера для перевірки правильності його монтажу)

Зверніть увагу! Принтер треба перекалібровувати, якщо:

- На пристрій встановлено оновлене програмне забезпечення (дивіться розділ [13.9](#));
- Змінено положення датчика SuperPINDA (дивіться розділ [6.3.6](#) для налаштування нових параметрів калібрування за віссю Z).



Від'єднуйте USB-кабель принтера від комп'ютера на період процесу калібрування. Під час процедури принтер не реагуватиме на жодні комп'ютерні запити, і сеанс роботи з ним буде вичерпуватися. Відтак, комп'ютер намагатиметься заново почати сеанс, що спровокує перезапуск принтера та збій калібрування. У такому разі може знадобитися скидання параметрів налаштування принтера (дивіться розділ [7.2.6](#)).

6.3.2 Підготовка сталевого PEI-листа для стола

Принтерний стіл MK52 має вбудовані феромагнетики, що міцно утримують його змінний сталевий PEI-лист. Для додаткової стійкості лист кріпиться до стола двома шпильками. Заміна листа повинна здійснюватися **лише на чистий стіл. Не можна друкувати об'єкти на столі без листа.**

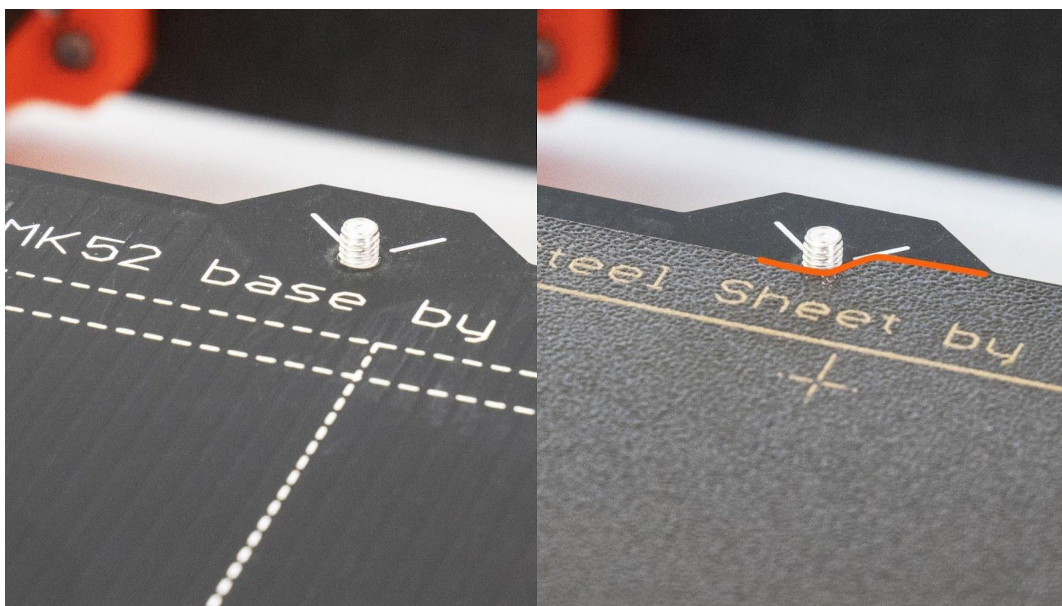


Рисунок 5 – Основа принтерного стола MK52 та поверхня сталевго PEI-листа з порошковим покриттям

Для найкращої адгезії на новій поверхні важливо тримати її в чистоті. Для очищення поверхні від пластику (наприклад, ABS, PLA) рекомендується використовувати **ізопропаноловий спирт**. Для видалення пластику PETG від гладкого PEI-листа, де адгезія може бути особливо високою, використовуйте засіб Windex. Поверхню витирати змоченою паперовою серветкою. При виконанні очисних робіт стіл має бути повністю охолодженим (допускається обробка підігрітої для пластику PLA поверхні за умови, якщо користувач не торкається пальцями стола та сопла). Не виконувати чищення за високих температур: спирт швидко випаровується. Серед альтернативних способів очищення – використання **паперових серветок, змочених у денатурованому спирті або розчині теплої води із засобом для миття посуду**.



На зношування витратних матеріалів принтера – наприклад, гладкого або порошкового покриття PEI-листів – гарантія не поширюється (винятком є виробничий брак деталей, що унеможлиблює роботу пристрою). Листи з косметичними дефектами, що не впливають на роботу принтера – подряпини, вм'ятини, тріщини тощо – не підлягають поверненню за гарантією.



У разі заміни листа треба перекалібрувати принтер, оскільки його порошкове покриття може спровокувати похибку в майбутньому друці 3D-об'єктів. Відтак, після заміни деталі потрібно пробно перевірити перший друкувальний шар, налаштувавши параметри калібрування за віссю Z.



Поверхню листа необов'язково чистити після кожного сеансу друку. Важливо **не торкатися листа руками або брудними інструментами**. Не забувайте чистити інструменти та лист стола **одним і тим самим засобом**.



Рисунок 6 – Сталеві PEI-листи для стола (з гладким та порошковим покриттям)



Усі листи компанії Prusa Research мають двобічне покриття



Рисунок 7 – Вигляд сталевого PEI-листа з гладким (зверху) та порошковим (знизу) покриттям



У зв'язку з різною товщиною листів при їхній зміні треба переналаштовувати параметри калібрування першого друкувального шару. Для зручності принтер може одночасно пам'ятати набір калібрувальних команд на заміну 8 листів (дивіться розділ [8.1](#)).

6.3.2.1 Сталевий PEI-лист із двобічним порошковим покриттям

- | | |
|--|---|
|  Стійкість до пошкоджень (зокрема, подряпин) |  Для якісного друку 3D-об'єктів із пластику PLA (з малою підшвою) можуть додатково знадобитися Краю(од Край) |
|  Збереження рівномірного відбитка листової текстури на підшві надрукованого об'єкта |  Можлива деформація об'єктів із пластику PLA, якщо хоча б одна сторона підшви довша за 18 см |
|  Зручне налаштування параметрів калібрації за віссю Z у процесі друку |  Потрібне перекалібрування за віссю Z, якщо встановлюється лист із гладкою поверхнею |
|  Очищення залишків пластику PETG без засобу Windex |  Не можна чистити поверхню листа ацетоном |
|  Адгезія пластику FLEX без клею-олівця | |
|  Легке від'єднання надрукованих об'єктів після охолодження листа | |
|  Більш якісне наплавлення першого шару філаменту (порівняно з гладкою поверхнею листа) | |

Порошкове покриття робить лист стійким до зношування та високих температур (наприклад, якщо його торкнулося сопло працюючого екструдера). Крім того, таке покриття залишає рівномірний відбиток на підшвах 3D-об'єктів, що робить їх естетично привабливими.

Додатковою перевагою порошкової текстури є візуально помітний механічний захист поверхні від контакту з інструментами. Поряд із цим, надруковані об'єкти легко від'єднуються від листа без залишків порошкового напilenня.



Ні в якому разі не чистити порошкову поверхню листа ацетоном! Цей засіб провокує появу мікротріщин, що підвищує зношуваність деталі.

Саме лист із порошковим покриттям використовується виробником для друку 3D-об'єктів (деталі придбаного Вами принтера також надруковані на столі з аналогічним листом).

6.3.2.2 Сталевий PEI-лист із двобічним гладким покриттям



Ідеальна сумісність із пластиком PLA



Не чистити поверхню листа ізопропаноловим спиртом перед роботою з пластиком PETG (може знадобитися обробка антиадгезійним засобом).



Висока адгезія до майже будь-якого філаменту



Для роботи з пластиком Flex треба використовувати клей-олівець



Гладка підшва надрукованого об'єкта



Потрібне перекалібрування за віссю Z, якщо встановлюється лист із порошковим покриттям



Висока адгезія до об'єктів (із малою підшовою)



Піддається обробці ацетоном

Контакт із соплом та інструментами може залишити на поверхні листа візуально помітні сліди, що не впливають на функціональність пристрою або адгезію до філаменту. Утім, сліди піддаються видаленню, якщо лист протерти жорстким боком кухонної губки (круговими рухами).



Промисловий клей, що фіксує лист на столі, плавиться за температури понад 110 °C. У такому разі клей може розтектися, так що на поверхні листа з'являться візуально помітні нерівності. Для їхнього усунення переверніть лист і друкуйте на його іншому боці (дефекти зникнуть за кілька сеансів друку).

6.3.2.3 Монтаж листів від інших виробників

Принтери серії MK3S+ випускаються за принципом відкритого вихідного коду. Відтак, на ринку можуть з'являтися експлуатаційно сумісні PEI-листи від інших виробників. Перед придбанням таких деталей радимо попередньо ознайомитися з даними про їхню експлуатаційну сумісність на нашому сайті або в службі онлайн-підтримки.



Листи повинні мати виключно двобічне покриття. Якщо покриття одnobічне, металевий край нижньої сторони листа може пошкодити поверхню стола (його лаковий шар піддається стиранню).

6.3.3 Посилення адгезії

Інколи, зокрема у разі друку високих 3D-об'єктів з дуже малою підшовою на столі, треба посилити адгезію пластику. PEI-листи мають особливо високу хімічну стійкість, тому на деякий період часу поверхню листа можна обробити спеціальним розчином для посилення адгезії (ця процедура доцільна, скажімо, для роботи з пластиком Nylon із низькою адгезією до PEI-листів).

Утім, перед використанням адгезійних розчинів радимо попередньо скористатися опцією **Краю(od Край) [Brim]** в програмі PrusaSlicer, що допоможе збільшити площу поверхні першого шару.

Адгезію пластику Nylon можна посилити клеєм-олівцем. Залишки клею легко видаляються рідиною для миття вікон або посуду.

Адгезію пластику ABS можна значно посилити спеціальними клейкими субстанціями (наприклад, ABS Juice, що легко видаляється ацетоном). Подібні субстанції треба обережно наносити на охолоджений стіл. **Не використовувати ABS Juice для листів із порошковим покриттям!**



ABS Juice можна придбати в нашому інтернет-магазині. Зважаючи на чинні законодавчі обмеження, ми не маємо можливості доставити покупцю ацетоновмісні товари. У такому разі при покупці в нашому магазині Ви отримаєте пластик ABS та порожню тару для зберігання ацетону (останній радимо знайти на місцевому ринку Вашої країни).

6.3.4 Самотестування (лише для принтерів, змонтованих вручну)

Мета самотестування – перевірити правильність здійсненого монтажу та функціональність приладу. Самотестування можна ініціювати відповідною командою **[Selftest]** у рубриці меню **Калібрування [Calibration]** на LCD-панелі. Цю процедуру необов'язково виконувати для принтерів, змонтованих виробником (оскільки вони попередньо тестуються на заводі).

Самотестування здійснюється кількома етапами, хід та результати яких зазначаються на LCD-панелі. Якщо трапляється збій, тест призупиняється, і на панелі реєструються повідомлення про помилки.



Процедура самотестування є виключно діагностичним інструментом. Відтак, навіть якщо результати тесту будуть незадовільними, принтер все одно спробує надрукувати 3D-об'єкт. Якщо Ви абсолютно впевнені, що дефектна деталь працює коректно, можна продовжити друк.

Тест передбачає перевірку:

- Функціональності **екструдера та вентилятора**;
- Цілісності електропроводки **стола й сопла**;
- Справності **двигунів X, Y, Z**;
- Рухомості екструдера за **осьми X, Y**;
- Напруженості **приводних ременів X, Y**;
- Функціональності **ремінних роликів**;
- Справності **філаментного датчика**.

6.3.4.1 Повідомлення про помилки під час самотестування та способи їх усунення (лише для принтерів, змонтованих вручну)

Не працює передній вентилятор принтера / лівий вентилятор сопла [Front print fan / Left hotend fan - Not spinning]:

Оглянути електропроводку вентиляторів. Перевірити коректність їхніх контактів із материнською платою.

Не під'єднане сопло / термістор [Please check / Not connected – Heater / Thermistor]:

Оглянути електропроводку сопла й термістора. Перевірити коректність їхніх контактів із материнською платою.

Помилка з електропроводкою стола / сопла [Bed / Heater - Wiring error]:

Перевірити коректність контактів стола та сопла, а також їхніх термісторів із материнською платою.

Помилка з ремінним роликком за осями X, Y [Loose pulley - Pulley {XY}]:

Ролик розхитався. Підтягнути гвинти двигунного вала.

Помилка у вимірюванні довжини за осями X, Y [Axis length - {XY}]:

Принтер вимірює довжину осі, проганяючи екструдер від одного кінця осі до іншого двічі. Якщо виміряне значення довжини не збігається з фізичною довжиною, імовірно, на шляху екструдера є перешкоди. Перевірити рухомість екструдера (злегка плавно протягнути його вручну, коли принтер вимкнений).

Помилка з електропроводкою датчика SuperPINDA, що контролює лімітність руху екструдера за віссю Z [Endstops - Wiring error - Z]:

Збій у роботі датчика SuperPINDA. Оглянути його електропроводку та перевірити коректність контактів із материнською платою.

Помилка в роботі двигуна Z: екструдер не реагує на точки лімітності руху [Endstop not hit - Motor Z]:

Перевірити, чи спрацьовує датчик SuperPINDA, коли екструдер, рухаючись уздовж осі Z, торкається стола.

Помилка з електропроводкою філаментного датчика [Please check: Filament sensor - Wiring error]:

Перевірити цілісність електропроводки філаментного датчика. Переконайтеся в тому, що один її кінець під'єднаний до датчика, інший – до коректного слота материнської плати.

6.3.5 Калібрування принтера за осями X, Y, Z (лише для принтерів, змонтованих вручну)



Принтер Original Prusa i3 MK3S+ має функцію програмної компенсації кривизни стола. Перш ніж нею скористатися, треба спочатку відкалібрувати відстань від кінчика екструдерного сопла до датчика SuperPINDA (**Prusa INDuction Autoleveling**). Ця операція виконується досить просто.

Мета калібрування за осями X, Y, Z – виміряти нахил осей X, Y, Z та визначити 9 калібрувальних точок на столі для правильної компенсації його кривизни. Процедuru калібрування можна ініціювати відповідною командою **[XYZ calibration]** у рубриці меню **Калібрування [Calibration]** на LCD-панелі. Для принтерів, змонтованих виробником, калібрування факультативне – такі пристрої попередньо калібруються на заводі.

Покладіть на друкувальний стіл аркуш офісного паперу і тримайте його під соплом під час першого сеансу калібрування (перевірка 4 перших точок). Якщо під час процедури кінчик сопла торкається аркуша, вимкніть принтер та дещо відкоригуйте датчик SuperPINDA (див. розділ [6.3.10.2](#)). Папір не вплине на результати процесу калібрування. Пам'ятайте: сопло не повинне контактувати зі столом або поверхнею об'єкта, що друкується. За коректності вищеописаних дій калібрування можна продовжувати.

Повний процес калібрування охоплює три етапи вимірювань. Перший етап (**без PEI-листа**) – визначення 4 сенсорних точок на столі для уникнення його контактів із кінчиком сопла. Другий етап – повторна перевірка визначених точок із вищою точністю. Третій етап (**із PEI-листом**) – вирахування висоти над 9 сенсорними точками зі збереженням результатів у пам'яті принтера. На цьому калібрування за віссю Z завершено.

Під час калібрування за осями X, Y, Z принтер спочатку прогонить екструдер між границями X, Y, далі – між границями Z.

Пам'ятайте: екструдер має вільно рухатися за віссю Z, і на момент контакту з її границями двигун повинен видавати характерний звук. Це свідчить про те, що: 1) вісь X займає ідеально горизонтальне положення; 2) кінчик сопла правильно віддалений від друкувального стола. Якщо екструдер **не торкнувся** границь Z, імовірно, принтер не розпізнає відстань від кінчика сопла до стола (як наслідок, кінчик зможе зачепити стіл під час першого етапу калібрування за осями X, Y).

Принтер також перевіряє температуру датчика SuperPINDA.

У процесі калібрування за осями X, Y, Z пристрій може видати запит **Прочистити сопло від залишків філаменту. Продовжити калібрування після очищення [Please clean the nozzle for calibration. Click when done]**.

Ігнорування такого запиту не рекомендується: залишки філаменту на кінчику сопла можуть зачепити стіл і змінити його положення до датчика SuperPINDA. Як наслідок, останній працюватиме некоректно, що спотворить калібрування.

Статус датчика SuperPINDA можна перевірити за командою **Відомості про датчик [Sensor info]** у рубриці LCD-меню **Підтримка [Support]**.

Після завершення процесу калібрування його значення за потреби можуть бути відкориговані. Якщо осі займають **перпендикулярну** або **злегка нахилену** позицію, коригувати значення не потрібно: принтер друкуватиме 3D-об'єкти з більшою точністю. Більш докладна інформація зазначена в пункті [8.5](#) розділу [8](#).

6.3.5.1 Повідомлення про помилки калібрування за осями X, Y, Z та способи їх усунення (лише для принтерів, змонтованих вручну)

- 1) **Збій калібрування за осями X, Y, Z. Калібрувальні точки друкувального стола не визначені [XYZ calibration failed. Bed calibration point was not found]**

Процедурі калібрування не вдалося визначити сенсорні точки стола. Екструдер зупиняється на рівні некоректної точки. Перевірити правильність монтажу принтера, вільну рухомість екструдера за осями, відсутність ефекту розхитування роликів та чистоту кінчика сопла. Якщо результати перевірки задовільні, перезапустити операцію калібрування за осями X, Y та впевнитися у відсутності контакту між кінчиком сопла та столом (шляхом тесту з аркушем паперу). Якщо між кінчиком прочищеного сопла та аркушем відчувається тертя, опустіть і зафіксуйте датчик SuperPINDA. Повторіть калібрування до задовільного результату.

- 2) **Збій калібрування за осями X, Y, Z. Зверніться до посібника користувача [XYZ calibration failed. Please consult the manual]**

Калібрувальні точки знайдені в позиціях, далеких від значень правильно змонтованого принтера. Здійснити операції, наведені в пункті 1).

- 3) **Калібрування за осями X, Y, Z задовільне. Осі X, Y розміщені перпендикулярно [XYZ calibration ok. X/Y axes are perpendicular. Congratulations!]**

Принтер вручну змонтовано коректно. Осі X, Y займають перпендикулярну позицію.

- 4) **Калібрування за осями X, Y, Z задовільне. Осі X, Y розміщені дещо під кутом [XYZ calibration all right. X/Y axes are slightly skewed. Good job!]**

Позиція осей X, Y не ідеально перпендикулярна, але результат цілком прийнятний. Принтер самостійно відкоригує значення нахилу осей, так що 3D-об'єкти збережуть свою правильну форму.

- 5) **Калібрування за осями X, Y, Z задовільне. Нахил буде відкориговано автоматично [XYZ calibration all right. A skew will be corrected automatically]**

Принтер у процесі друку відкоригує нахил осей X, Y (за умови вільної рухомості на них екструдера), так що 3D-об'єкти збережуть свою правильну форму. Утім, можна принтер можна змонтувати і повторно, здійснивши переналаштування осей X, Y.

Під час процедури компенсації кривизни друкувального стола на LCD-панелі можуть з'явитися такі повідомлення:

- 1) ***Збій процедури компенсації кривизни стола. Датчик від'єднано або кабель пошкоджено. Потрібен перезапуск принтера [Bed leveling failed. Sensor disconnected or cable broken. Waiting for reset]***

Перевірити коректність контактів датчика SuperPINDA з материнською платою. Якщо результати огляду задовільні, датчик SuperPINDA несправний і потребує заміни.

- 2) ***Збій процедури компенсації кривизни стола. Датчик не реагує. Можлива засміченість кінчика сопла. Потрібен перезапуск принтера [Bed leveling failed. Sensor didn't trigger. Debris on nozzle? Waiting for reset]***

Це повідомлення з'являється на LCD-панелі на випадок, якщо не спрацьовує датчик SuperPINDA або є проблеми з механічними деталями принтера (наприклад, розхитався ролик), унаслідок чого може виникнути тертя між кінчиком сопла на столі. Повідомлення відображається і в тому разі, якщо принтер стоїть нерівно. Насамперед треба кілька раз прогнати екструдер за віссю Z у горизонтальній позиції.

Наприкінці калібрування за осями X, Y принтер вимірює висоту над 9 калібрувальними сенсорними точками, зберігаючи відповідні значення в пам'яті пристрою. За нормальних умов компенсації кривизни стола датчик SuperPINDA спрацьовує на відстані 1 мм від межі значення вимірюваної висоти до стола, і кінчик сопла не повинен переходити за цей ліміт під час калібрування.

Перестановка принтера вимагає його перекалібрування за віссю Z (для отримання нових значень висоти, зважаючи на потенційну нерівність нового робочого місця). Якщо процедура не допомогла, перевірте коректність реагування датчика SuperPINDA на прогін екструдера до сенсорних точок стола під час руху за віссю Z. Для точності перегляньте результати прогону за осями X, Y. Якщо проблему вирішити не вдалося, можливо, розхитався ролик або інша механічна деталь принтерної рами.

- 3) ***Збій процедури компенсації кривизни стола. Датчик реагує передчасно. Потрібен перезапуск принтера [Bed leveling failed. Sensor triggered too high. Waiting for reset]***

Проблема подібна до вищеописаного випадку 2). Датчик SuperPINDA спрацьовує на відстані 1 мм понад межу значення вимірюваної висоти до стола. Здійсніть кількаразовий прогін екструдера за віссю Z у горизонтальній позиції.

6.3.6 Калібрування принтера за віссю Z

Процедура калібрування за віссю Z ініціюється відповідною командою **[Calibrate Z]** у рубриці LCD-меню **Калібрування [Calibration]**. Цю операцію треба виконувати лише з PEI-листом, коли принтер переставляється в інше робоче місце. Вона визначає 9 калібрувальних точок на столі для правильної компенсації його кривизни. Отримані значення зберігаються в пам'яті принтера і кожного разу звіряються з повторними вимірюваннями при нових сеансах роботи з пристроєм. Якщо фактичні показання значно відрізняються від збережених, принтер автоматично припиняє роботу. Калібрування за віссю Z є факультативним, якщо користувач здійснив аналогічну процедуру за осями X, Y, Z одночасно.

Зважаючи на можливі геометричні зміни і пов'язані з цим помилки в процесі друку, принтер рекомендується перекалібровувати після кожного транспортування.

Під час калібрування за віссю Z принтер спочатку прогонить екструдер між границями X, Y, далі – між границями Z.

Пам'ятайте: екструдер повинен вільно рухатися за віссю Z, і на момент контакту з її границями двигун має видавати характерний звук. Це свідчить про те, що: 1) вісь X займає ідеально горизонтальне положення; 2) кінчик сопла правильно віддалений від стола. Якщо екструдер **не торкнувся** границь Z, мабуть, принтер не розпізнає відстань від кінчика сопла до стола (як наслідок, трапиться збій калібрування за віссю Z).

У процесі калібрування за віссю Z пристрій може видати запит ***Прочистити сопло від залишків філаменту. Продовжити калібрування після очищення [Please clean the nozzle for calibration. Click when done]***.

Ігнорувати такий запит не рекомендується: залишки філаменту на кінчику сопла можуть зачепити стіл і змінити його положення до датчика SuperPINDA. Як наслідок, останній працюватиме некоректно, що спотворить калібрування.

6.3.7 Процедура компенсації кривизни стола

Процедура компенсації кривизни стола може бути ініційована відповідною командою **[Mesh bed leveling]** у рубриці LCD-меню **Калібрування [Calibration]**. Вона виконується перед кожним сеансом друку, а також на другому етапі процесу калібрування за осями X, Y, Z.

Під час такої операції генерується віртуальна геометрична сітка з набору варіативних точок, що дистанційно накладається на стіл (зі схильним до викривлення PEI-листом, який має гладку поверхню або порошкове напilenня). Іншими словами, якщо стіл деформований і має нерівності, програмно налаштована сітка, синхронізована з датчиком SuperPINDA, компенсує його кривизну, так що 3D-об'єкти друкуються з ідентично високою якістю.

Налаштування параметрів компенсації кривизни стола

Стандартна розмірність віртуальної сітки становить **3x3 (9 точок)**. За потреби розмірність можна збільшити до **7x7** (команда **Налаштування – Компенсація**

кривизни стола – Віртуальна сітка [Settings – Mesh bed leveling – Mesh]). Крім того, можна налаштувати і частоту сканувань точок датчиком за віссю Z [**Z-probe nr**]. Рекомендована частота – від 3 до 5 вимірювань (фінальне значення вираховується як середнє арифметичне). Від вищеописаних дій залежить тривалість повної процедури компенсації кривизни стола, хоча загалом операція не перевищує 1 хвилини.

За розмірності сітки 7x7 можна додатково ввімкнути чи вимкнути функцію **Магнітна компенсація [Magnets compensation]**. Змінний PEI-лист значно послаблює магнітне поле. Утім, 11 із 49 точок притягуються настільки міцно, що можуть зміститися на 80 мкм. Магнітна компенсація ігнорує показання цих 11 точок і приписує їм значення сусідніх. Рекомендується **не вимикати** таку опцію.

Зверніть увагу! Під час генерування віртуальної сітки за віссю Z активна функція StallGuard: якщо кінчик сопла торкнеться стола до активації датчика SuperPINDA, процес калібрування призупиняється, і на LCD-панелі видається запит перевірити засміченість сопла.

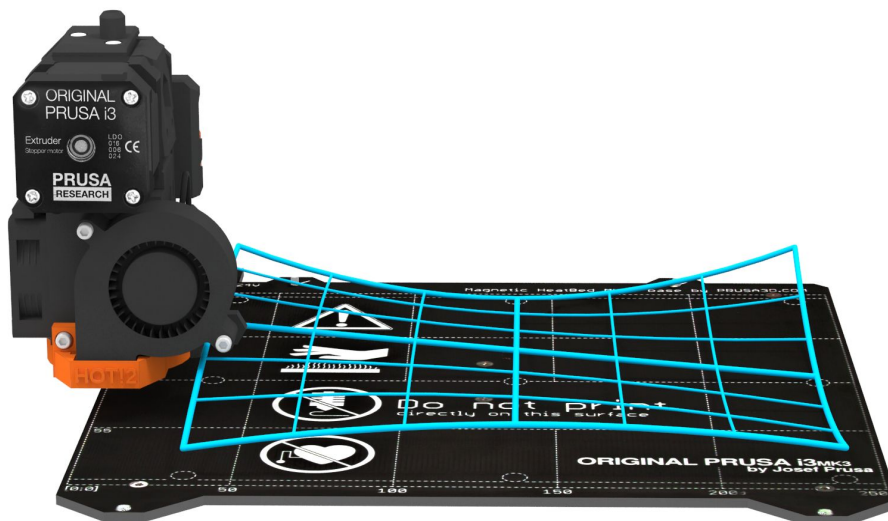


Рисунок 8 – Візуалізація параметрів компенсації кривизни стола (генерування віртуальної сітки)

6.3.8 Завантаження філаменту до екструдера

Перед завантаженням філаменту до екструдера принтер повинен попередньо розігрітися (залежно від типу пластику).

Якщо датчик філаменту або функція його автозавантаження вимкнені, процес завантаження можна запустити вручну на LCD-панелі.

1. Натисніть кнопку управління на LCD панелі, щоб увійти в меню.
2. Вставте філаментну нитку в екструдер.
3. Оберіть на LCD-панелі опцію **Завантажити філамент [Load filament]** та натисніть кнопку для підтвердження.

- a. Якщо сопло не розігріте, на LCD-панелі автоматично з'явиться відповідна рубрика меню. Оберіть тип філаменту, натиснувши кнопку для підтвердження.
 - b. Зачекайте, доки сопло не розігріється до коректної температури.
 - c. Вставте філаментну нитку в екструдер і натисніть кнопку, підтвердивши операцію завантаження.
4. Надалі двигун екструдера автоматично завантажить філаментну нитку.

Якщо **датчик філаменту або функція його автозавантаження ввімкнені**, розігрійте принтер і просто вставте філаментну нитку в екструдер (вона завантажиться самостійно). Перед вставкою переконайтеся, що кінчик нитки загострений. Якщо сопло віддалене від стола на менше ніж 20 мм, екструдер автоматично підніметься за віссю Z на випадок потреби його прочистити.

Кінчик філаментної нитки на момент завантаження до екструдера повинен бути загостреним так, як показано на рисунку 9.



Рисунок 9 – Завантаження філаменту до екструдера

Якщо філамент під час друку закінчився, можна легко його замінити, встановивши нову котушку. Для цього в LCD-меню активуйте команду **Замінити філамент [Change filament]** (рубрика **Точні налаштування [Tune]**). Після зупинки друку і підйому екструдера вивантажте старий філамент і виконайте вказівки на LCD-панелі. До речі, у разі роботи з барвистими 3D-об'єктами можна встановити котушку з ниткою іншого кольору (дивіться розділ [11.3](#)).



Про наш новий філаментний датчик читайте в розділі [13.3](#).

6.3.8.1 Вивантаження філаменту з екструдера

Процедура нагадує операцію завантаження філаменту. Оберіть у меню опцію **Вивантажити філамент [Unload filament]** (якщо сопло не розігріте, рубрика розігріву

з'явиться на панелі автоматично). Оберіть тип філаменту і натисніть кнопку для підтвердження. Коли принтер коректно розігріється, натисніть кнопку для вивантаження філаменту. Якщо сопло вже попередньо розігріте, філамент вивантажується відразу.

6.3.9 Калібрування першого шару (лише для принтерів, змонтованих вручну)

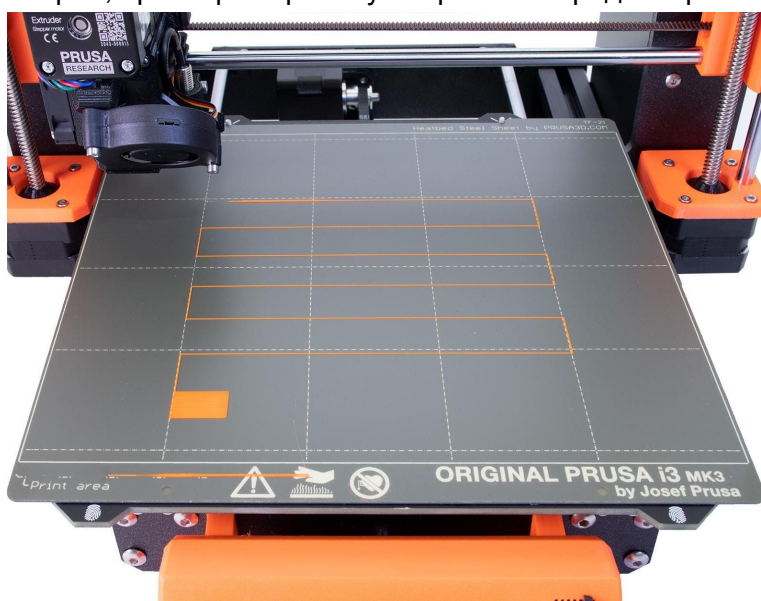
Наразі здійснюватиметься калібрування відстані між кінчиком сопла і датчиком.



Перевірте чистоту друкувальної поверхні! Відповідні правила очищення зазначені в розділі [6.3.2](#). Не забудьте попередньо відкалібрувати принтер за осями X, Y, Z, інакше є **неминучий ризик пошкодження друкувальної поверхні**.

Калібрування першого шару ініціюється відповідною командою **[First layer cal]** у рублиці меню **Калібрування [Calibration]**.

Принтер прозондує стіл і почне генерувати на його поверхні зигзагоподібний шар. Кінчик сопла буде на тій відстані, яка визначена налаштуваннями датчика SuperPINDA (він не повинен торкатися стола). Якщо перший шар уже відкалібровано і операція здійснюється повторно, принтер запропонує обрати попередні параметри за віссю Z.



Adjusting Z:

-0.640 mm

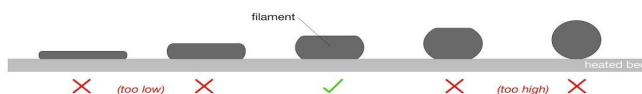


Рисунок 10 – Точне налаштування відстані від кінчика сопла до поверхні стола при налаштуванні друку першого філаментного шару (перші дві ліворуч форми наплавленого шару засвідчують занадто низьку висоту сопла над столом, останні дві праворуч – занадто високу)

Примітка: задовільне коригування дистанції на -0,640 мм наводиться лише як приклад, параметри можна налаштувати по-іншому

Огляньте лінію, яку надрукував екструдер на поверхні стола. Автоматично з'явиться меню для коригування висоти кінчика сопла в режимі реального часу (доки пластик не матиме злегка сплющену форму і не налипатиме міцно до стола). Кінчик сопла не рекомендується віддаляти від стола на понад 2,000 мм. **Для коригувань на вищу висоту (наприклад, 2,500 мм), треба дещо підняти датчик SuperPINDA (інструкція за посиланням help.prusa3d.com).**

Ослабте гвинт М3 на тримачі датчика. Злегка зруште датчик на потрібну висоту. Підтягніть гвинт М3. Далі перекалібруйте принтер за віссю Z і параметри друку першого шару відповідно.



Рисунок 11 – Коректно налаштований друк першого філаментного шару (зліва направо: занадто високе, задовільне, занадто низьке положення сопла над столом)



Під час друку двигун екструдера може розігрітися до 55°C, що свідчить про його справність. Максимально допустима температура двигуна становить 100°C.

6.3.9.1 Коригування рівня стола (лише для принтерів, змонтованих вручну)

Коригування рівня стола є розширеною функцією для усунення найдрібніших дефектів друку першого філаментного шару. Така операція ініціюється відповідною командою **[Bed level correction]** у рубриці меню **Калібрування [Calibration]**. Наприклад, якщо перший шар здається злегка більш сплющеним із правого боку стола, сопло можна віртуально підняти праворуч на **20** мікронів. Подібні налаштування можна здійснювати праворуч, ліворуч, спереду, ззаду (ліміт ± 100 мікронів; зміни на ± 20 мікронів можуть значно вплинути на якість друку першого шару). Коригування має виконуватися поступовими кроками.

6.3.10 Точне налаштування друку першого шару

6.3.10.1 Друк логотипа Prusa

Після завершення калібрувального процесу доречно надрукувати пробний об'єкт (наприклад, логотип Prusa із SD-карти Вашого принтера). Пам'ятайте, що під час кожного сеансу друку можна змінювати параметри калібрування за віссю Z **у режимі реального часу [Live adjust Z]** (дивіться розділ [6.3.9](#)). Ідеально коректний друк першого шару логотипа Prusa зазначений на рисунку 12.



Калібрувальні параметри можуть дещо відрізнятися для різних листів (залежно від товщини їхнього покриття). Відтак, при заміні листа рекомендується кожного разу тестувати друк першого шару, налаштовуючи коректну висоту сопла за віссю Z **[Live adjust Z]**. Більше інформації та за посиланням help.prusa3d.com.



Рисунок 12 – Ідеально коректний друк першого шару логотипа Prusa

6.3.10.2 Перевірка висоти датчика (лише для принтерів, зібраних вручну)



Якщо під час кількох сеансів друку візуальний вигляд першого шару відрізняється, то датчик, імовірно, розміщений занадто високо. Щоб його знизити, ослабте гвинт М3 на тримачі датчика, відкоригуйте його на потрібну висоту, підтягніть гвинт М3. **Перекалібруйте в меню принтер за осями X, Y, Z [Calibrate XYZ]**. Пам'ятайте: датчик повинен бути завжди вищим за кінчик сопла, інакше останній зачіпатиме 3D-об'єкти в процесі друку.

Налаштування принтера завершено.

7 Друк

Перед друком треба переконатися, що сопло й стіл розігріті до потрібної температури. На початку кожного друкувального сеансу принтер автоматично перевіряє сопло та стіл, і друк почнеться лише тоді, коли їхня температура буде задовільною (розігрів виконується за декілька хвилин). Розігрів рекомендується здійснювати заздалегідь (дивіться розділ [6.3.8](#)).



Не варто розігрівати принтер без потреби друку. Простий розігрітого пристрою може спричинити небажане плавлення філаменту в екструдері, так що останній буде застрягати і засмічувати сопло.

- **Пробно перевірте наплавлення перших шарів філаменту, щоб переконатися в якості його адгезії до стола (виконується за 5-10 хвилин).**
- Натисніть кнопку на LCD-панелі, задайте і підтвердіть команду **Друк з SD-карти [Print from SD]**. Оберіть на карті потрібний файл у форматі **об'єкт_ім'я.gcode**. Далі почнеться друк.



Назва файлу **не повинна мати спеціальних знаків**, інакше принтер не зможе відобразити файл на LCD-панелі.

7.1 Звільнення принтерного стола від надрукованих об'єктів

Звільнити принтерний стіл від надрукованих об'єктів досить просто, якщо демонтувати PEI-лист і злегка вигнути його після охолодження.

- Наприкінці друку дочекайтесь охолодження сопла й стола до кімнатної температури (за високих температур об'єкт від'єднати від стола значно важче). Демонтуйте PEI-лист і злегка вигніть його. Об'єкт відлипне.
- Якщо об'єкт (особливо дрібний) відділити від стола складно, скористайтесь лопаткою з **круглими кутами**, щоб не пошкодити поверхню листа. Підштовхніть об'єкт лопаткою з-під підшви, і він відлипне від листа.



Рисунок 13 – Звільнення PEI-листа від надрукованого об'єкта шляхом вигинання



Не варто сильно вигинати лист. Якщо об'єкт не відлипає, спробуйте злегка вигнути лист **усередину**

7.2 Керування друком

Є два способи керування друком: через LCD-панель принтера або комп'ютер, підключений за допомогою USB-кабелю. Рекомендується **перший спосіб** (надійність, швидкість і незалежність від комп'ютера).

7.2.1 Екран LCD-панелі

На екрані відображається **основна інформація** про роботу принтера: температура сопла і стола (1, 2), час друку (3), поточна позиція осі Z (5).



Рисунок 14 – Позначки на екрані LCD-панелі

1. Температура сопла (поточна / бажана).
2. Температура стола (поточна / бажана).
3. Прогрес друку в % (зазначається лише під час друку об'єктів).
4. Статус роботи (Принтер Prusa i3 MK3S+ готовий до експлуатації [Prusa i3 MK3S+ ready] / Розігрів [Heating] / об'єкт_ім'я.gcode [file_name.gcode] тощо).
5. Поточна позиція осі Z.
6. Швидкість друку.
7. Приблизний залишок часу до кінця друку.

7.2.2 Керування принтером на LCD-панелі

Управління принтером на панелі здійснюється за допомогою поворотної кнопки, яка натискається для підтвердження вибору команд.

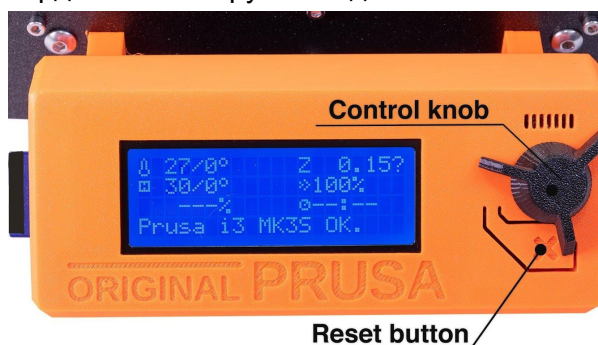


Рисунок 15 – LCD-панель та кнопки керування принтером
(зверху: поворотна кнопка для обрання і підтвердження команд;
знизу: кнопка скидання параметрів налаштування принтера)

Натискаючи поворотну кнопку один раз, на екрані відкривається головне меню.

Кнопка скидання параметрів налаштування принтера розміщена під поворотною кнопкою. Натискаючи її, користувач автоматично перезавантажує принтер. Така функція може стати в нагоді, якщо принтер некоректно реагує в процесі роботи або треба терміново припинити друк через раптово виявлену помилку в його налаштуваннях.

Під час ініціалізації деяких функцій, наприклад майстра налаштувань калібрування, на екрані LCD-панелі в правому нижньому кутку можуть з'явитися спеціальні символи.

 Подвійна стрілка вниз говорить про те, що повідомлення виходить за межі екрана (повний текст повідомлення автоматично прокручується на ньому).

 Галочка інформує про необхідність натиснути поворотну кнопку для продовження.

 **Швидка команда:** Для миттєвої активації процедури налаштування осі Z натисніть і потримайте 3 секунди поворотну кнопку.

7.2.3 Статистика друку

Принтер відстежує статистику друку. Якщо обрати таку опцію в процесі друку, з'явиться інформація про статус друкувального процесу (обсяг використання філаменту, тривалість друку); якщо в процесі простою – система проінформує про загальний час експлуатації виробу.

```
Total filament :  
                    5.94 m  
Total print time :  
    0d : 1h :58 m
```

Рисунок 16 – Статистика друку (зверху: обсяг використання філаменту; знизу: тривалість друку)

7.2.4 Статистика помилок у роботі принтера

Принтер веде реєстр виявлених і усунутих помилок на момент останнього сеансу друку. Ця функція може знадобитися для оцінки довготривалих друкувальних процесів (наприклад, здійснених за одну ніч, два дні тощо) і перевірки їхньої коректності. Така команда знаходиться у відповідній рубриці наприкінці меню.

Перелік помилок, які вносяться до реєстру:

- Вичерпування філаменту і заміна його новою катушкою;
- Перебій в електроживленні;
- Пропущені двигунні кроки / зсунуті шари.

7.2.5 Звичайний і тихий режими роботи принтера

Принтер має два режими роботи: звичайний і тихий. **Звичайний режим [Normal mode]** виявляє пропущені двигунні кроки (зсунуті шари), і робота при ньому ще тихіша за безшумний режим моделі принтера MK2/S. **Тихий режим [Stealth mode]** використовує технологію Trinamic StealthChop, унаслідок чого пристрій функціонує майже безшумно (єдиним звуком є робота охолоджувального вентилятора). Утім, порівняно зі звичайним режимом, при **тихому режимі** система не реєструє пропущені двигунні кроки, а загальна тривалість друку на **5-20% довша** (залежно від моделі принтера).

Обрати потрібний режим можна двома способами:

1. Перед друком за командою **LCD-меню – Налаштування – Звичайний / тихий режим [LCD Menu – Settings – Normal / Stealth]**;
2. Під час друку за командою **LCD-меню – Точне налаштування – Звичайний / тихий режим [LCD Menu – Tune – Normal / Stealth]**.

7.2.6 Скидання параметрів налаштування принтера

Функція скидання параметрів використовується для діагностики та усунення несправностей, а також повернення до стандартних заводських налаштувань.

Порядок ініціалізації скидання параметрів:

1. **Натиснути і відпустити кнопку скидання параметрів** (позначена літерою «X» під поворотною кнопкою на LCD-панелі);
2. **Натиснути і утримувати поворотну кнопку**, доки не пролунає сигнал;
3. **Відпустити поворотну кнопку.**

Опції процедури скидання параметрів:

- **Скидання мови [Language]** принтерного меню на LCD-панелі;
- **Скидання статистики [Statistics]** (реєстру тривалості друку та обсягу використання філаменту);
- **Стандартні налаштування виробника [Shipping prep]:** скидання мови зі збереженням заводських калібрувань та поточного положення осі Z (утім, принтер запропонує додаткове перекалібрування останньої). Зазвичай така функція попередньо активована виробником перед кожним відправленням нового змонтованого принтера на ринок. Тобто, під час першого запуску пристрою користувачу достатньо обрати потрібну мову, налаштувати вісь Z і відразу переходити до друку (оскільки осі X, Y, Z уже відкалібровані виробником і принтер готовий до експлуатації);
- **Повне скидання параметрів (включно з калібрувальними даними) [All data].** Після такої операції потрібно заново перекалібрувати принтер за осями X, Y, Z (окрім налаштування датчика: його висота залишається незмінною).

Якщо після оновлення програмного забезпечення або принтера трапляються несправності в роботі пристрою, рекомендується **повне скидання параметрів**.

7.2.9 Рубрикація меню

Нижче зазначається рубрикація меню для опису основних команд, що використовуються при керуванні принтером і коригуванні друкувального процесу.

- ☐ Статус [Info screen]
- ☐ Відкоригувати вісь Z [Live adjust Z] (доступно лише при друці)
- ☐ Точні налаштування [Tune] (доступно лише при друці)
 - ☐ Швидкість друку [Speed]
 - ☐ Сопло [Nozzle]
 - ☐ Стіл [Bed]
 - ☐ Швидкість вентилятора [Fan speed]
 - ☐ Потік філаменту [Flow]
 - ☐ Змінити філамент [Change filament]
 - ☐ Режим [Mode]
- ☐ Призупинити друк [Pause print] (доступно лише при друці)
- ☐ Зупинити друк [Stop print] (доступно лише при друці)
- ☐ Розігрів [Preheat]
 - ☐ Пластик PLA - температура сопла / температура стола [PLA - 215/60]
 - ☐ Пластик PET - температура сопла / температура стола [PET - 230/85]
 - ☐ Пластик ASA - температура сопла / температура стола [ASA - 260/105]
 - ☐ Пластик PC - температура сопла / температура стола [PC - 275/110]
 - ☐ Пластик ABS - температура сопла / температура стола [ABS - 255/100]
 - ☐ Пластик HIPS - температура сопла / температура стола [HIPS - 220/100]
 - ☐ Пластик PP - температура сопла / температура стола [PP - 254/100]
 - ☐ Пластик FLEX - температура сопла / температура стола [FLEX - 230/50]
 - ☐ Охолодження [Cooldown]
- ☐ Друк з SD-карти [Print from SD]
- ☐ Автозавантаження філаменту [AutoLoad Filament] (завантажити філамент, якщо філаментний датчик вимкнений)
- ☐ Вивантажити філамент [Unload filament]
- ☐ Налаштування [Settings]
 - ☐ Температура [Temperature]
 - ☐ Сопло [Nozzle]
 - ☐ Стіл [Bed]
 - ☐ Швидкість вентилятора [Fan speed]
 - ☐ Зрушити вісь [Move axis]
 - ☐ Зрушити вісь X [Move X]
 - ☐ Зрушити вісь Y [Move Y]
 - ☐ Зрушити вісь Z [Move Z]
 - ☐ Екструдер [Extruder]
 - ☐ Вимкнути крокові двигуни [Disable steppers]
 - ☐ Філаментний датчик - увімкнено / вимкнено [Filament sensor - On / Off]
 - ☐ Автозавантаження філаменту - увімкнено / вимкнено / дані відсутні [F. autoloader - On / Off / N/A]
 - ☐ Перевірка вентиляторів - увімкнено / вимкнено [Fans check - On / Off]
 - ☐ Режим роботи - звичайний / тихий [Mode - Normal / Stealth]
 - ☐ Виявлення пропущених кроків та зсуву шарів - увімкнено / вимкнено [Crash detection - On / Off]
 - ☐ Апаратне забезпечення [HW setup]
 - ☐ Сталеві PEI-листи [Steel sheets]
 - ☐ Діаметр сопла в мм - 0,25 / 0,40 / 0,60 [Nozzle d. - 0.25 / 0.40 / 0.60]

- ❑ Перевірка [Checks]
 - ❑ Сопло - перевірка на рекомендаційну сумісність до друку / перевірка на оптимальну сумісність до друку / перевірка вимкнена [Nozzle - warn / strict / none]
 - ❑ Модель - перевірка на рекомендаційну сумісність до друку / перевірка на оптимальну сумісність до друку / перевірка вимкнена [Model - warn / strict / none]
 - ❑ Програмне забезпечення - перевірка на рекомендаційну сумісність до друку / перевірка на оптимальну сумісність до друку / перевірка вимкнена [Firmware - warn / strict / none]
 - ❑ Дії при некоректній роботі філаментного датчика - показувати помилки і призупиняти друк / ігнорувати помилки і продовжувати друк [FS Action - Pause / Continue]
 - ❑ Виявлення філаментного датчика [Fsensor Detection]
- ❑ Компенсація кривизни стола [Mesh bed leveling]
 - ❑ Віртуальна сітка 3x3 / 7x7 [Mesh 3x3 / 7x7]
 - ❑ Частота сканувань точок датчиком SuperPINDA за віссю Z 1 / 3 / 5 [Z-probe nr. 1 / 3 / 5]
 - ❑ Магнітна компенсація - увімкнено / вимкнено [Magnets comp. - On / Off]
- ❑ Лінійна корекція [Lin. correction]
- ❑ Калібрування температури – увімкнено / вимкнено [Temperature calibration - On / Off]
- ❑ Порт мікрокомп'ютера Raspberry Pi - увімкнено / вимкнено [RPI port - On / Off]
- ❑ Відкоригувати вісь Z [Live adjust Z]
- ❑ Обрати мову [Select language]
- ❑ SD-карта - звичайна / FlashAir [SD card - Normal / FlashAir]
- ❑ Сортувати – за датою / за назвою / не сортувати [Sort - Time / Alphabet / None]
- ❑ Звук - гучний / одинарний / тихий / рубриковий [Sound - Loud / Once / Silent / Assist]
- ❑ Яскравість [Brightness]
 - ❑ Високий рівень яскравості - стандартне значення 130 (50 - 255) [Level Bright - default 130 (50 - 255)]
 - ❑ Низький рівень яскравості - стандартне значення 50 (0 - 130) [Level Dimmed - default 50 (0 - 130)]
 - ❑ Режим - автоматична яскравість / висока яскравість / низька яскравість [Mode - Auto / Bright / Dim]
 - ❑ Затухання екрана - стандартне значення 10 (1 - 999) [Timeout - default 10 (1 - 999)]
- ❑ Калібрування [Calibration]
 - ❑ Майстер налаштувань [Wizard]
 - ❑ Калібрувати наплавлення першого шару [First layer calibration]
 - ❑ Повернути екструдер на домашню позицію [Auto home]
 - ❑ Перевірка ременів [Belt test]
 - ❑ Самотестування [Selftest]
 - ❑ Калібрувати принтер за осями X, Y, Z [Calibrate XYZ]
 - ❑ Калібрувати вісь Z [Calibrate Z]
 - ❑ Компенсація кривизни стола [Mesh Bed Leveling]
 - ❑ Коригування рівня стола [Bed level correction]
 - ❑ PID-калібрування [PID Calibration]
 - ❑ Скинути параметри калібрування за осями X, Y, Z [Reset XYZ calibration]
 - ❑ Калібрування температури [Temperature Calibration] (лише для принтерів MK3S)
- ❑ Статистика [Statistics]
- ❑ Реєстр помилок [Fail stats]
 - ❑ За останній сеанс друку [Last print]
 - ❑ За весь час експлуатації принтера [Total]

- ❑ Підтримка [Support]
 - ❑ Версія програмного забезпечення [Firmware version]
 - ❑ Версія філаментного датчика [Fil. sensor v.]
 - ❑ Деталі калібрування за осями X, Y, Z [XYZ calibration detail]
 - ❑ Інформація про екструдер [Extruder info]
 - ❑ Показання датчиків [Sensor info]
 - ❑ Інформація про ремінну натягнутість [Belt status]
 - ❑ Меню температур [Temperatures]
 - ❑ Показання електричної напруги [Voltages]

7.2.10 Швидкість друку порівняно з якістю друку

Друк дрібного об'єкта триває кілька хвилин, великого – довше (а деякі моделі можуть друкуватися десятки годин). Проте, тривалість друку можна змінити різними способами. Перший метод – коригування висоти наплавлення шару в програмі PrusaSlicer, обравши опцію **Налаштування друку [Print settings]** у правому верхньому кутку. Стандартне значення складає **0,15 мм (ЯКІСТЬ)**. Якщо висоту наплавлення збільшити (наприклад, до 0,20 або 0,30 мм), друк об'єкта значно пришвидшиться, хоча якість надрукованої моделі буде візуально гіршою. З іншого боку, висота шарових наплавлень **0,10 мм (ДЕТАЛІЗАЦІЯ)** покращить якість об'єкта, однак його друк буде довшим. **Тим не менш, недоцільно коригувати висоту наплавлень до значення менше 0,1 мм**: варіації до 0,07 або 0,05 мм не дають візуально помітної різниці якості, хоча час друку при цьому істотно зростає.

Наші найбільш використовувані профілі налаштування висоти шарових наплавлень – **0,15 і 0,20 мм** – відповідно іменуються як **ЯКІСТЬ** і **ШВИДКІСТЬ**. Головні відмінності:

- **ЯКІСТЬ (0,15 мм)** – повільніший друк, але вища його якість;
- **ШВИДКІСТЬ (0,2 мм)** – швидший друк, але дещо нижча його якість.



Рисунок 19 – Якість друку порівняно з його швидкістю: три профілі налаштування висоти шарових наплавлень при роботі з філаментною ниткою PLA товщиною 1,75 мм (зображення фрагментів об'єкта збільшено втричі)

Лівий профіль (ДЕТАЛІЗАЦІЯ): друк за 1 год 51 хв, висота шарових наплавлень 0,10 мм
Центральний профіль (ШВИДКІСТЬ): друк за 0 год 57 хв, висота шарових наплавлень 0,20 мм
Правий профіль (ЕСКІЗ): друк за 0 год 39 хв, висота шарових наплавлень 0,30 мм

Швидкість друку можна відкоригувати й безпосередньо під час генерування об'єкта. На LCD-панелі зазначено показання FR 100%, тобто фактичну швидкість друку (інтенсивність подачі філаменту до екструдера). Поступовий поворот кнопки управління за годинниковою стрілкою здатний підвищити швидкість друку до 999%. Однак, не рекомендується встановлювати швидкість понад 200%. Кожного разу звіряйте результати варіацій швидкості з виглядом генерованого об'єкта, доки його візуальна якість не буде задовільною.



Підвищуючи швидкість, завжди стежте за коректним охолодженням об'єкта (особливо при друці малого об'єкта з філаменту ABS), оскільки зростання швидкості провокує деформацію моделі. Для певності радимо надрукувати кілька об'єктів з різною швидкістю і порівняти їхню якість візуально.

Якщо якість друку об'єкта виявилася нижчою за бажану, можна знизити швидкість друку, повернувши кнопку управління проти годинникової стрілки. Експлуатаційно мінімальна швидкість друку складає приблизно 20% номінальної швидкості.

7.2.11 USB-кабель і програма Pronterface



Наполегливо рекомендується друкувати об'єкти через SD-карту, під'єднану до LCD-панелі, оскільки програма Pronterface не підтримує всі функції нової версії програмного забезпечення принтера Original Prusa i3 MK3S+ (наприклад, не має опції заміни філаментної катушки у процесі друку об'єкта).

Пам'ятайте: при друці через програму Pronterface **комп'ютер не повинен від'єднуватися від принтера або вимикатися**. В інакшому випадку друк об'єкта припиниться без можливості його завершення.

- Під'єднайте принтер до комп'ютера через USB-кабель.

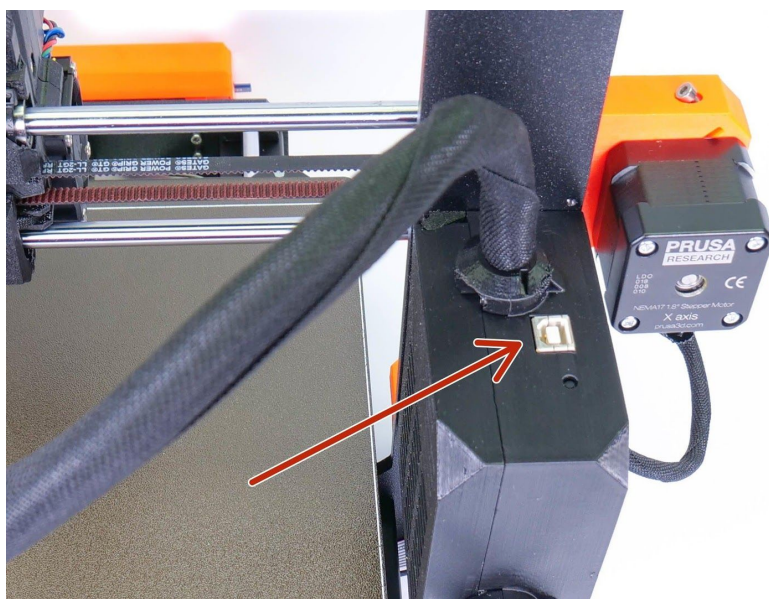


Рисунок 20 – Розміщення USB-гнізда на принтері

- Оберіть порт з'єднання в програмі Pronterface (її можна завантажити разом із драйверами – дивіться розділ [9](#)). Для операційної системи Mac коректним є порт `/usbmodem`; для Windows – COM1, COM2 тощо (потрібний порт відображається в диспетчері пристроїв). Користувачі Linux для підключення використовують віртуальний послідовний порт. Далі клікніть **Підключити [Connect]**. Права колонка зазначає статус підключення.

- Завантажте файл із друкувальним об'єктом, клікнувши відповідну кнопку **[Load model]**. Ім'я файлу повинно бути в форматі **об'єкт_ім'я.gcode** (без спеціальних знаків).
- У контрольній області можна налаштувати рух за всіма принтерними осями.
- Розігрійте принтер. Установіть температуру екструдерного сопла та друкувального стола, клікніть для підтвердження **[Set]**. Далі миттєво почнеться розігрів пристрою. **Завжди перевіряйте коректність налаштувань температури в програмі Pronterface за інструкціями нашого посібника користувача!**
- Поточна температура сопла й стола реєструється в програмі Pronterface.
- Коли об'єкт завантажено, права колонка вказує очікувану тривалість його друку **[Estimated duration (pessimistic)]**.

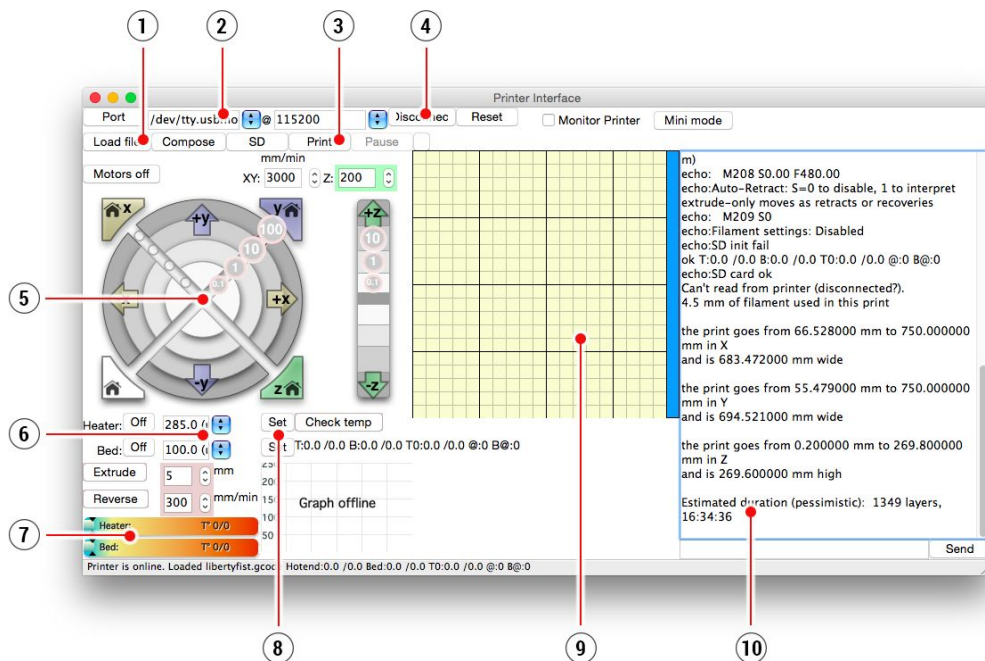


Рисунок 21 – Інтерфейс програми Pronterface

1. Опція **Завантажити файл [Load file]** використовується, щоб відкрити потрібний друкувальний об'єкт. Файл має бути в форматі ***.gcode**.
2. Кнопка вибору порта для підключення принтера до комп'ютера (для операційної системи Mac зазвичай обирають порт **/usbmodem**; для Windows – **COM1**, **COM2** тощо).
3. Функція **Друк [Print]** ініціює друкувальний процес.
4. Опція **Від'єднання [Disconnect]** припиняє зв'язок принтера з комп'ютером.
5. Контрольна область для керування принтерними осями.
6. Налаштування температури сопла і стола.
7. **Термометр**.
8. Підтвердження параметрів налаштувань температури **[Set]**. Ініціювання розігріву принтера.
9. Попередній огляд друкувального процесу у вимірі 2D.
10. Інформаційна колонка. Очікувана тривалість друку, положення осей та інші дані зазначаються після завантаження файлу з об'єктом.

7.2.12 Функція Power Panic (аварійне припинення друку)

Навіть не маючи акумулятора, принтер може повністю відновити друк у разі зникнення електроживлення. Спеціальний датчик сканує мережеву напругу, і якщо трапляється збій, нагрівання стола та екструдера миттєво припиняється, залишаючи достатній резерв енергії для підйому друкувальної головки. Якщо перебій у живленні дуже короткий, принтер спробує продовжити друк відразу без команди користувача. Система може відновити роботу при послідовних або навіть найдрібніших перебоях живлення (менше 50 мілісекунд).

Коли електроживлення відновиться, принтер запропонує продовжити друк. Зверніть увагу: при тривалому знеструмленні стіл охолоджується і недодрукований об'єкт може відлипнути від PEI-листа. Функція Power Panic не спрацює, якщо користувач самостійно припинить друк, натискаючи кнопку живлення.

7.2.13 Виявлення пропущених кроків та зсуву шарів

Драйвери Trinamic на материнській платі можуть виявити пропущені двигунні кроки та зсув шарів. Така функція доступна лише в **звичайному режимі роботи [Normal mode] (не тихому [Stealth mode])**. Пороги для виявлення встановлюються на вищих швидкостях двигунів, оскільки зсування шарів трапляється найчастіше тоді, коли екструдер швидко рухається при наплавленні шарів, зачіпляючи виступаючий край друкувального об'єкта. Перевіряйте **коректну напруженість ременів та підтягнутість роликів**. Якщо вони ослабли, то або ремінь може зіскочити з ролика, або ролик матиме неправильний контакт із двигунним валом, так що принтер не розпізнаватиме роботу двигуна коректно. Для довідки дивіться розділ [14.4](#).

Якщо Вам треба протестувати роботу двигуна, візьміть гладкі стрижні осей пальцями і дайте екструдеру їх торкнутися. Важливо при цьому тримати стрижні нерухомою рукою: поштовх руки проти ходу екструдера не змусить двигун змінити рух.

7.2.14 Показання температур

За стандартними параметрами принтер показує на LCD-панелі температуру стола та сопла. Для вимірювання температури середовища потрібне ініціювання команди **Меню температур [Temperatures menu]** у рубриці **Підтримка [Support]** головного меню. Аналогічна команда активується й під час друку.

Принтер використовує показання температури середовища для диференціації мінімального ліміту температури довкілля (10°C) та поточної проблеми в роботі термістора чи нагрівального елемента.

7.2.15 Показання електричної напруги

Якщо принтер занадто довго розігрівається або дивно реагує при експлуатації, можна перевірити вихідну напругу блока живлення, активувавши відповідну команду **[Voltages]** у рубриці **Підтримка [Support]** LCD-меню. Напруга має бути 24 В (+/- 0,5 В). У разі значно відмінних показань перевірте коректність контактів блока живлення з

материнською платою і за потреби зверніться до нашої служби підтримки. Напруга стола повинна приблизно збігатися з напругою блока живлення. Якщо значення 0 В, перевірте запобіжник на 15 А (розміщений на материнській платі). Крім того, можна переглянути й поточну напругу філаментного датчика: коректне значення із завантаженням екструдером становить 0,3-0,5 В, із розвантаженням – 4,2-4,6 В.

7.2.16 Функція таймерного запобіжника

Така функція вимикає сопло та нагрівачі стола, якщо принтер перебуває в стані простою понад 30 хвилин.

7.2.17 Звукові налаштування

Принтер має 4 режими звукових сигналів: **гучний [Loud]**, **одинарний [Once]**, **тихий [Silent]**, **рубриковий [Assist]**. Потрібний режим обирається за командою **Звук [Sound]** у рубриці меню **Налаштування [Settings]**. Крім того, параметри звуку можна змінити й у процесі друку в рубриці меню **Точні налаштування [Tune]**.

Опис звукових режимів:

- **Гучний [Loud]** - принтер видає звукову сирену в разі збою роботи або надсилаючи на LCD-панель запит про підтвердження певних операцій;
- **Одинарний [Once]** - видача звуку в аналогічних до гучного режиму випадках, однак замість сирени лунає одинарний сигнал;
- **Тихий [Silent]** - видаються приглушені сигнали лише в разі серйозних помилок;
- **Рубриковий [Assist]** - звуковий супровід під час гортання рубрик меню.

7.2.18 Мовні налаштування

Поточна версія програмного забезпечення 3.3.0 підтримує декілька мов (можна обрати англійську, чеську, німецьку, іспанську, італійську, польську або французьку мову).

Потрібна мова встановлюється за відповідною командою **[Language]** у рубриці меню **Налаштування [Settings]**. Перелік підтримуваних мов розшириться в майбутньому з випуском нової версії програмного забезпечення.

Щоб оновити програмне забезпечення принтера, потрібна програма PrusaSlicer (більш докладна інформація в розділі [13.9](#)).

7.3 Аксесуари до принтера

7.3.1 Різні екструдерні сопла



Для уникнення проблем під час друку після монтажу нового сопла треба попередньо обрати коректні профілі його налаштувань у програмі PrusaSlicer.

Правила заміни сопла зазначені в розділі [13.6](#).



Рисунок 22 – Порівняння діаметра сопла зі швидкістю друку
Лівий об'єкт: діаметр сопла 0,25 мм, тривалість друку 3 год
Центральний об'єкт: діаметр сопла 0,40 мм, тривалість друку 3 год,
висота шарових наплавлень 0,15 мм
Правий об'єкт: діаметр сопла 0,60 мм, тривалість друку 3 год

7.3.1.1 Сопло діаметром 0,6 мм від компанії E3D

Британська компанія E3D випускає широкий асортимент доповнень та оновлень для приладів 3D-друку, зокрема й сопла, експлуатаційно сумісні з принтером Original Prusa i3 MK3S+. Серед них сопла діаметром 0,6 мм і 0,25 мм, а також сопла із загартованої сталі.

Сопло діаметром 0,6 мм підходить для друку тих об'єктів, що не мають дрібних деталей (відтак, підставки для навушників, тримачі, вішалки для одягу, горщики для квітів та ін. можуть надрукуватися вдвічі швидше). Для такого сопла програма PrusaSlicer має готовий профіль налаштувань, тому достатньо його обрати і безпосередньо почати друк об'єкта.

7.3.1.2 Сопло діаметром 0,25 мм від компанії E3D

Сопло діаметром 0,25 мм підходить для друку крихтих об'єктів розміром кілька сантиметрів, якщо треба відточити якість найдрібніших деталей, скажімо, на 0,1 або 0,05 мм (ідеально для створення прикрас). Водночас діаметр 0,25 мм, порівняно з

аналогом 0,4 мм, значно подовжує тривалість друку. Для такого сопла програма PrusaSlicer має готовий профіль налаштувань, тому достатньо його обрати і безпосередньо почати друк об'єкта.

7.3.1.3 Сопло із загартованої сталі від компанії E3D

Сопло із загартованої сталі є незамінним під час друку з використанням **високо абразивних матеріалів**. Інакше звичайні латунні сопла дуже швидко зіпсуються і втратять свої властивості.

Більшість абразивних матеріалів є композитами, тобто пластиком із домішками (наприклад, ColorFabb XT CF20, ColorFabb Bronzefill, ColorFabb Brassfill та деякі люмінесцентні типи філаменту). Завжди уточнюйте інформацію в продавця, щоб не помилитися з вибором. З іншого боку, у сопла із загартованої сталі є недолік: деякі популярні пластики (як-от, ABS) у процесі друку наплавляються довше ніж через латунне сопло.

7.3.1.4 Сопло з рубіновим кінчиком Olsson Ruby

Аналогічно до сопла із загартованої сталі, сопло Olsson Ruby призначене для друку високо абразивним філаментом. Проте, таке сопло виготовлене з латуні, тому зберігає відмінну теплопровідність та пропускну здатність наплавленого пластику. Рубіновий кінчик такого сопла дуже зносостійкий, але крихкий. Якщо некоректно налаштувати вісь Z або неправильно відкоригувати датчик SuperPINDA, рубіновий кінчик сопла може опуститися занадто низько і тріснути, зачепивши листове покриття стола. Пам'ятайте також: не слід занадто підтягувати сопло (максимальний момент сили – 1 Н·м).

7.3.2 Функція різнокольорового друку з модулем Multi Material Upgrade 2S

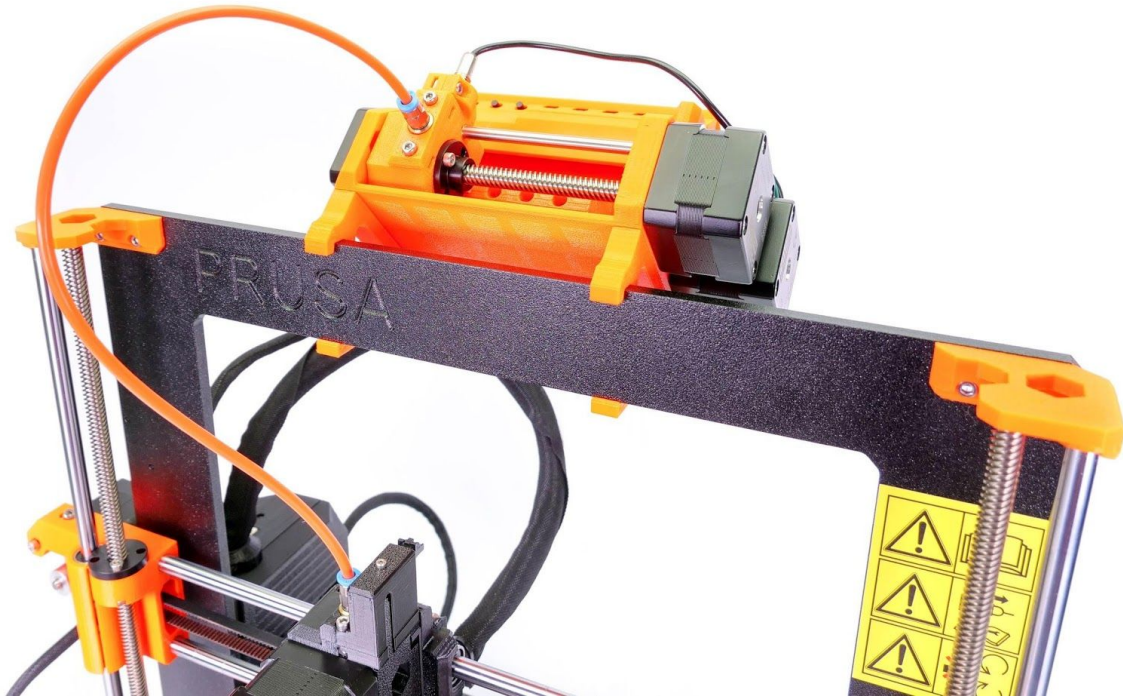
Модуль Multi Material Upgrade 2S (MMU2S) є модернізованою версією нашої оригінальної розробки, що дозволяє одному-єдиному принтерному екструдеру друкувати пластиком 5 різних кольорів одночасно.

Сумісний із принтерами Original Prusa i3 MK2.5S та MK3S+, цей модуль був ретельно доопрацьований, так що його функціональність стала ще кращою. Зокрема, гранична кількість філаментів, одночасно завантажуваних до екструдера, зросла до 5, що дає можливість друкувати об'єкти зі складним кольоровим дизайном.

Хоча попередня (MMU2) і поточна (MMU2S) версії модуля практично не відрізняються, в конструкції останньої філаментний датчик відстежує завантаження одночасно всіх філаментних ниток без калібрування їхньої довжини. Крім того, до екструдера філамент подається прямим приводом через просту тефлонову трубку (замість системи Боудена). Селекторна головка оснащена датчиком наявності нитки FINDA, а вбудоване лезо запобігає застряганню філаменту.

Щоб ознайомитися з повним функціоналом оновлення MMU2S (наприклад, операціями Smart wipe tower, Wipe into infill або Wipe into object), радимо скористатися останньою версією друкувальної програми PrusaSlicer.

Більш детальна інформація за посиланням <https://www.prusa3d.com>.



*Рисунок 23 – Модуль Multi Material Upgrade 2S
(змонтований на рамі принтера Original Prusa i3 MK3S+)*

7.3.3 Під'єднання мікрокомп'ютера Raspberry Pi Zero W

Плата мікрокомп'ютера Raspberry Pi Zero W під'єднується до принтера через материнську плату. Далі можна запустити програми, наприклад OctoPrint (octoprint.org) або Repetier Server (www.repetier-server.com) для керування принтером через інтерфейс веб-браузера.



Функція аварійного припинення друку Power Panic наразі відсутня в програмі OctoPrint, однак компанія Prusa Research активно співпрацює з розробниками OctoPrint для її появи в майбутньому.

Повну інструкцію з підключення мікрокомп'ютера Raspberry Pi Zero W до принтера можна завжди переглянути за посиланням help.prusa3d.com.

8 Розширені калібрувальні налаштування

У разі потреби принтер можна відкалібрувати за додатковими параметрами.

8.1 Профілі налаштувань PEI-листів

Як PEI-листи з гладким, так і з порошковим покриттям мають свої експлуатаційні переваги (більш докладно в розділі [6.3.2](#)).

Проте, зважаючи на різницю товщини, кожний тип листа вимагає встановлення коректних калібрувальних налаштувань для наплавлення першого шару. Щоб не витрачати зайвий час на перекалібрування, можна створити і зберегти в пам'яті принтера профілі калібрувальних параметрів для 8 листів. Відтак, у разі заміни листа достатньо буде завантажити профіль зі збереженими даними.

Щоб створити новий профіль калібрування листа, перейдіть у **LCD-меню – Налаштування – Апаратне забезпечення – Сталеві PEI-листи [LCD Menu – Settings – HW setup – Steel Sheets]**. Для коригування параметрів кожного листа доступні такі команди:

- **Обрати [Select]** – підтвердження вибору листа;
- **Калібрувати наплавлення першого шару [First layer calibration]** – ініціювання відповідного калібрувального процесу для поточного профілю;
- **Переименувати [Rename]** – зміна назви профілю (не більше 7 символів);
- **Скинути налаштування профілю [Reset]** – повернення до стандартних заводських значень.

Щойно в пам'яті буде збережено два чи більше профілів (після калібрування першого шару за розділом [6.3.9](#)), з'явиться можливість швидкого переключення між ними в меню.

8.2 Налаштування діаметра сопла

Зазвичай принтери Original Prusa i3 стандартно комплектуються соплом діаметра 0,4 мм. У разі заміни сопла можна встановити коректний діаметр за командою **LCD-меню – Налаштування – Апаратне забезпечення – Діаметр сопла [LCD Menu – Settings – HW setup – Nozzle d]**. Далі принтер порівнюватиме збережене значення діаметра сопла з параметрами в G-кодi. Якщо покази не збігатимуться, пристрій сповістить про це користувача, щоб уникнути збою під час друку.

8.3 PID-регулювання сопла (необов'язково)

Якщо під час роботи принтера трапляються помітні перепади температур сопла (наприклад, $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$), можна здійснити PID-регулювання пристрою. *За перепадів понад $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ перевірте правильність позиції соплового термістора в нагрівальному блоці та коректність його контактів з материнською платою.*

PID-налаштування запускається в **LCD-меню – Калібрування – PID-калібрування [LCD Menu – Calibration – PID calibration]**. За такою командою можна обрати температуру для PID-регулювання. Установіть температуру, за якої найчастіше здійснюється друк, і принтер самостійно буде стабілізуватися під задані показання (незалежно від філаменту PLA, ABS, PETG). Після цього сопло розігріється до обраної температури за 5 циклів. Під час циклів контролюється кількість енергії, необхідна для досягнення і утримання температури.



Не торкайтеся сопла в процесі PID-регулювання: сопло розігрівається до високих температур!

Зверніть увагу: PID-регулювання не вирішує всі проблеми з температурними перепадами. Для коректної експлуатації принтер повинен працювати в приміщенні зі стабільною кімнатною температурою. Для більш докладної інформації дивіться розділ **Температурні перепади [Thermal Runaway and Temperature Drops]** за посиланням help.prusa3d.com.

8.4 Температурне калібрування датчика PINDA (необов'язково; функція поки що має експериментальний характер)



Цей розділ стосується лише принтерів MK3/S із датчиком PINDA v2. Якщо Ваш пристрій Original Prusa i3 MK3S+ із датчиком SuperPINDA або останній розпізнається програмним забезпеченням принтера, опція температурного калібрування в меню автоматично вимкнеться.

Усі індуктивні датчики мають недолік: їхня сенсорна дистанція до металевих деталей може дещо зсуватися з підвищенням температури. Це може вплинути на якість наплавлення першого шару. Датчик PINDA v2 принтера MK3S має вбудований термістор для вимірювання температури та повної компенсації зсуву. Таблиця з попередньо встановленими значеннями даних зберігається в пам'яті пристрою і температурне калібрування активне за стандартними параметрами налаштувань.

Користувач може перекалібрувати значення в таблиці даних (**LCD-меню – Калібрування – Температурне калібрування – Налаштувати [LCD Menu – Calibration – Temp. calibration – Calibrate]**). Перед виконанням такої операції треба переконатися, що сопло та стіл ідеально чисті: за ініціації команди екструдер буде рухатися довкола стола. Процедура слід виконувати за кімнатної температури близько 21°C/69°F.



До завершення процедури не торкайтеся сопла і стола: відбувається розігрів до високих температур!

Відкалібрований за такою операцією датчик PINDA v2 буде порівнювати показання даних за різних температур включно з положенням екструдера за віссю Z.



У будь-якому випадку переконайтеся в коректному наплавленні першого шару. Більш докладна інформація в розділі [6.3.10](#).

8.5 Перегляд деталей калібрування за осями X, Y, Z (необов'язково)

Ця функція доступна за командою **LCD-меню – Підтримка – Деталі калібрування за осями X, Y, Z [LCD Menu – Support – XYZ cal. details]** і дає користувачу можливість ознайомитися з більш докладною інформацією про результати калібрувань за трьома осями.

На першому екрані зазначається ідеальна позиція розміщень двох передніх калібрувальних точок. Найкращі показання – принаймні по 10 мм. **Якщо осі перпендикулярні або злегка нахилені, нічого не треба змінювати: об'єкти якісно друкуватимуться з максимально можливою точністю.**

```
Y distance from min:
Left:  11.89 mm
Right: 11.82 mm
```

*Рисунок 24 – Позиція розтушування передніх калібрувальних точок від початку осі
Позиція лівої точки за віссю Y: 11,89 мм
Позиція правої точки за віссю Y: 11,82 мм*

На другому екрані зазначається поточний нахил за осями X та Y, щоб користувач міг відкоригувати калібрування для досягнення перпендикулярності.

*Нахил на 0,25° - **значний нахил** (зсув 1,1 мм на загальну довжину 250 мм).
Нахил на 0,12° - **незначний нахил** (зсув 0,5 мм на загальну довжину 250 мм).
Нахил до 0,12° - **мінімальний нахил** (осі X, Y фактично перпендикулярні).*

8.6 Функція Linear Advance (лінійна подача філаменту)

Функція лінійної подачі філаменту Linear Advance – це технологія прогнозування змін тиску в екструдері під час друку на високій швидкості. За таким прогнозом принтер здатний зменшити кількість екструдованого філаменту перед завершенням друку. Таким способом на гострих фрагментах об'єкта не наплавляється зайвий пластик, так що візуально якість друку моделі залишається на високому рівні. **У програмі PrusaSlicer функція лінійної подачі активована автоматично в профілях налаштування філаменту.** Принтер MK3S+ має функцію Linear Advance 1.5, починаючи з версії програмного забезпечення 3.9.0.



Якщо замість PrusaSlicer використовується інша програма або потрібно змінити параметри лінійної подачі філаменту, можна внести коригування в G-код вручну. **У разі відсутності такої потреби радимо просто ознайомитися з цим розділом і проігнорувати редагування функції Linear Advance.**



Рекомендовані значення величини K (показника впливу лінійної подачі на друк) для кожного типу філаменту, а також додаткова інформація зазначені у відповідній статті за посиланням help.prusa3d.com.

8.7 Інформація про роботу екструдера

Інформація про роботу екструдера викликається відповідною командою **[Extruder info]** в рубриці меню **Підтримка [Support]**. Вона може стати корисною в разі вирішення проблеми з некоректною роботою вентиляторів. Число пропелерних обертів за хвилину (RPM) може варіюватися, однак значні перепади або нульові значення є сигналом про можливий збій.

- Сопловий вентилятор: число пропелерних обертів за хвилину **[Nozzle FAN RPM]**.
- Принтерний вентилятор: число пропелерних обертів за хвилину **[Print FAN RPM]**.

8.8 Інформація про роботу датчиків

Інформація про роботу датчиків викликається відповідною командою **[Sensor info]** в рубриці меню **Підтримка [Support]**. Зокрема, зазначаються значення таких датчиків:

Датчик PINDA [0, 1] – Індуктивний датчик екструдера. У разі виявлення металевого об'єкта (наприклад, сталевого листа) датчик спрацьовує і відображається значення 1.

Датчик FINDA [0, 1, N/A] – Індуктивний датчик селекторної головки модуля Multi Material Upgrade. Значення 1 інформує про виявлення філаменту. Якщо модуль не під'єднаний до принтера, зазначається значення N/A (дані відсутні).

Датчик IR [0, 1] – Інфрачервоний філаментний датчик екструдера. Значення 0 сповіщає про відсутність філаменту, значення 1 – про його наявність.

Починаючи з програмного забезпечення версії 3.9.0 та філаментного датчика версії 0.4, у принтера з'явилися нові можливості, наприклад перевірка коректності роботи філаментного датчика. Якщо встановлено червоний PCB-датчик версії 0.4, принтер сканується на виявлення проблем кабельних контактів з іншими деталями пристрою. Більш докладна інформація за посиланням help.prusa3d.com.

8.9 Налаштування яскравості екрана

Така функція вперше з'явилася в програмному забезпеченні версії 3.9.0. Яскравість екрана коригується за відповідною командою **[Brightness]** у рубриці меню **Налаштування [Settings]**. Зверніть увагу, що ця опція доступна лише на принтерах, виготовлених із другої половини 2019 року. Щоб змінювати яскравість на пристроях більш раннього випуску, треба попередньо замінити LCD-екран, а в деяких випадках – материнську плату (встановивши плату EINSY, починаючи з версії 1.1a).

9 Драйвери для принтера

Останні версії драйверів завантажуються за посиланням www.prusa3d.com/drivers.

Повний програмний пакет містить:

PrusaSlicer – програму для підготовки об'єктів до друку (конвертує 3D-моделі у файли формату .gcode);

Pronterface – програму для друку 3D-моделей з комп'ютера (не з SD-карти, під'єднаної до принтера);

NetFabb – програму для виправлення пошкоджених файлів із 3D-моделями;

Пакет оптимальних налаштувань – конфігуративні файли для програм Cura, Simplify3D та KISSlicer;

Пакет Windows-драйверів для принтера Prusa i3;

Набір 3D-моделей для тестового друку.

10 Створення та друк власних 3D-моделей

10.1 Де можна знайти 3D-моделі?

Найпростіший спосіб надрукувати 3D-об'єкт – знайти вже готовий файл з моделлю в Інтернеті (вони мають бути у форматі **.stl** або **.obj**). Існує безліч сайтів для скачування таких файлів із широким асортиментом моделей – від підставки для електробритви до авіадвигуна.

Файли з 3D-моделями зазвичай скачуються безкоштовно (єдина умова – зазначити автора моделі і не використовувати її в комерційних цілях).

Перелік сайтів для скачування 3D-моделей:

1. <https://www.prusaprinters.org>;
2. <http://www.thingiverse.com>;
3. <https://www.myminifactory.com>;
4. <https://pinshape.com>;
5. <https://www.youmagine.com>;
6. <https://cults3d.com>.

10.1.1 База даних PrusaPrinters

PrusaPrinters – це єдина на теренах усього Інтернету база даних G-коду. У ній можна обрати готову 3D-модель у форматі STL або 3MF для скачування та друку. За бажанням файли можна відредагувати та завантажити назад до бази, поповнивши її. Більше інформації за посиланням <https://www.prusaprinters.org>.

10.1.2 3D-моделі для тестового друку

До програмного пакета з драйверами компанії Prusa Research входять 3D-моделі для тестового друку (від відомих дизайнерів). Після інсталяції пакета файли з такими моделями можна знайти в папці «3D-об'єкти». Крім того, моделі можна переглянути за посиланням <https://www.prusa3d.com/printable-3d-models>.



Рисунок 25 – 3D-модель жаби для тестового друку

10.2 Програми для створення власних 3D-моделей

Власні 3D-моделі створюються в спеціальних програмах. Найпростіший спосіб – скористатися онлайн-редактором Tinkercad із сайту www.tinkercad.com. Програма безкоштовна, легка в експлуатації. У разі потреби можна ознайомитися з навчальною відеоінструкцією.

Іншою популярною програмою для створення 3D-моделей є Fusion 360 (<https://www.autodesk.com/products/fusion-360>), сумісною з платформами ПК, Mac та iPad. Має супровідні відеоінструкції. Ідеально підходить для новачків.

Серед інших інструментів для 3D-моделювання (платні або безкоштовні) є програми OpenScad, DesignSpark Mechanical, Blender, Maya, 3DS Max, Autocad та інші.

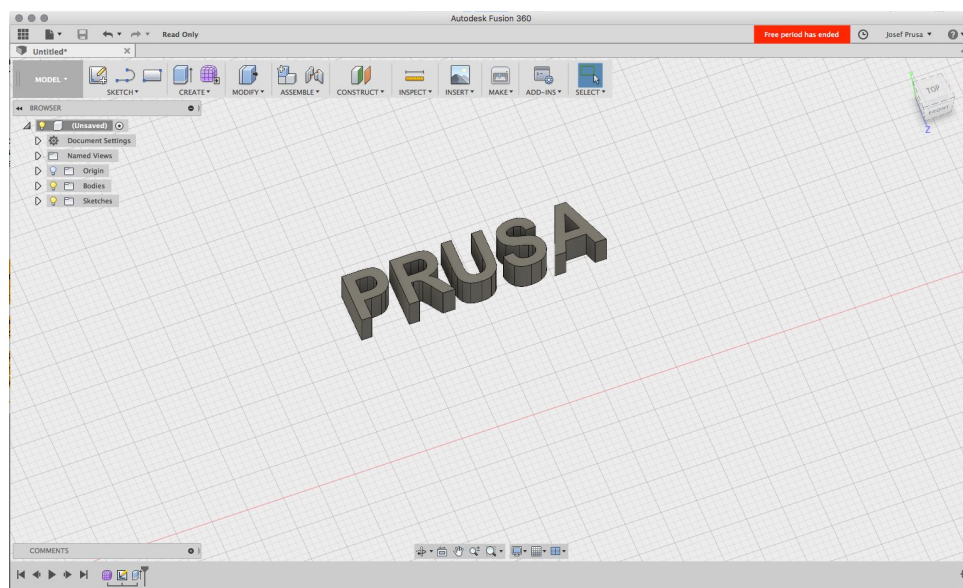


Рисунок 26 – Інтерфейс програми Fusion 360

10.3 Важливі застереження до моделювання та друку 3D-об'єктів

Під час моделювання 3D-об'єктів необхідно пам'ятати про деякі особливості їхнього друку.

10.3.1 Звисання пластику та його підпори

Моделюючи об'єкт, пам'ятайте, що принтер не може друкувати в повітрі: кожний наступний шар філаменту має наплавлятися на нижчий шар. Відтак, у дизайні моделі варто уникати крутих виступів без підпірних шарів, інакше пластик може розтектися.

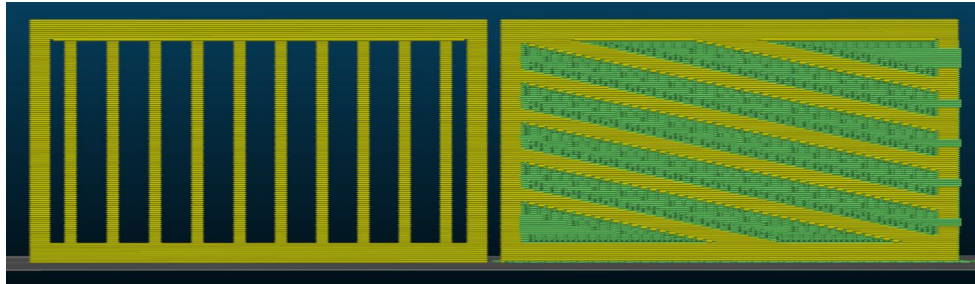


Рисунок 27 – Друк моделі без підпори нижчими наплавленими шарами та з ними

10.3.2 Друк із галтелевими вигинами та фасковими скосами

Під час друку галтелеві вигини провокують значний крутий виступ, а відтак розтікання пластику на поверхні моделі. У зв'язку з цим для кращої якості друку радимо проектувати об'єкт із **фасковими скосами**.

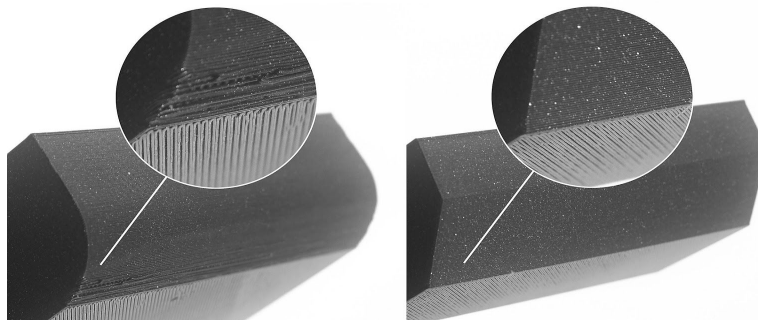


Рисунок 28 – Якість надрукованої 3D-моделі з галтелевим вигином (ліворуч) та фасковим скосом (праворуч)

10.3.3 Друк тонких стінок та найдрібніших деталей

Інша складність спричинена діаметром сопла. Стандартне сопло діаметром 0,4 мм **екструдуює філамент товщиною 0,45 мм**. Пам'ятайте про це під час моделювання тонких стінок та крихтих деталей об'єкта.

Товщина стінки	Можливість друку
До одного периметра	
Один периметр	
Понад один периметр, однак менше двох	
Понад два периметри	

10.3.4 Друк моделі з кількох частин

Як візуальні, так і механічні властивості 3D-об'єкта можна покращити, якщо його моделювати і друкувати частинами. Перевагою такого способу є мінімізація підпор для уникнення розтікань філаменту. Надруковані частини далі з'єднуються клеєм у одну цілісну модель.



Рисунок 29 – Куля, зібрана з двох надрукованих і склеєних частин

10.3.5 Щільність об'єкта, змодельованого з кількох частин

Під час проектування багатокомпонентного об'єкта треба враховувати і просвіт між роздрукованими деталями для коректної щільності цілісної 3D-моделі. Наприклад, якщо моделюється конструкція, у якій циліндр має вставлятися і щільно прилягати до стінок труби, то циліндр повинен друкуватися з діаметром принаймні на 0,1 мм менше від діаметра труби. Залежність щільності такої конструкції від просвіту між деталями подається в таблиці нижче.

Просвіт між деталями	Щільність конструкції
0,1 мм	Дуже висока
0,15 мм	Висока
0,20 мм	Низька

11 Слайсинг

Завантажені з Інтернету або створені особисто 3D-моделі (у файлах формату .stl, .obj.) підлягають конвертації в G-код, тобто набір команд для друку об'єкта принтером. Цей код містить дані про рух сопла, кількість екструдованого філаменту, налаштування температур та швидкості вентиляторів. Сьогодні існує низка програм-слайсерів зі своїми перевагами та недоліками. Найбільш популярними слайсерами серед користувачів принтерів Prusa є PrusaSlicer, Cura, Simplify3D.

11.1 Слайсер PrusaSlicer

Ця програма є власною розробкою компанії Prusa Research у рамках проекту Slic3r із відкритим вихідним кодом. Основні переваги в користуванні таким слайсером:

- ✓ Наявність готових до друку та автоматично оновлюваних профілів налаштувань для роботи з понад 30 типами філаменту.
- ✓ Можливість коригувати висоту шарових наплавлень.

- ✓ Установлення друкувальних підпор та налаштування параметрів компенсації кривизни стола.
- ✓ Налаштування процесу друку.
- ✓ Функція оновлення програмного забезпечення.

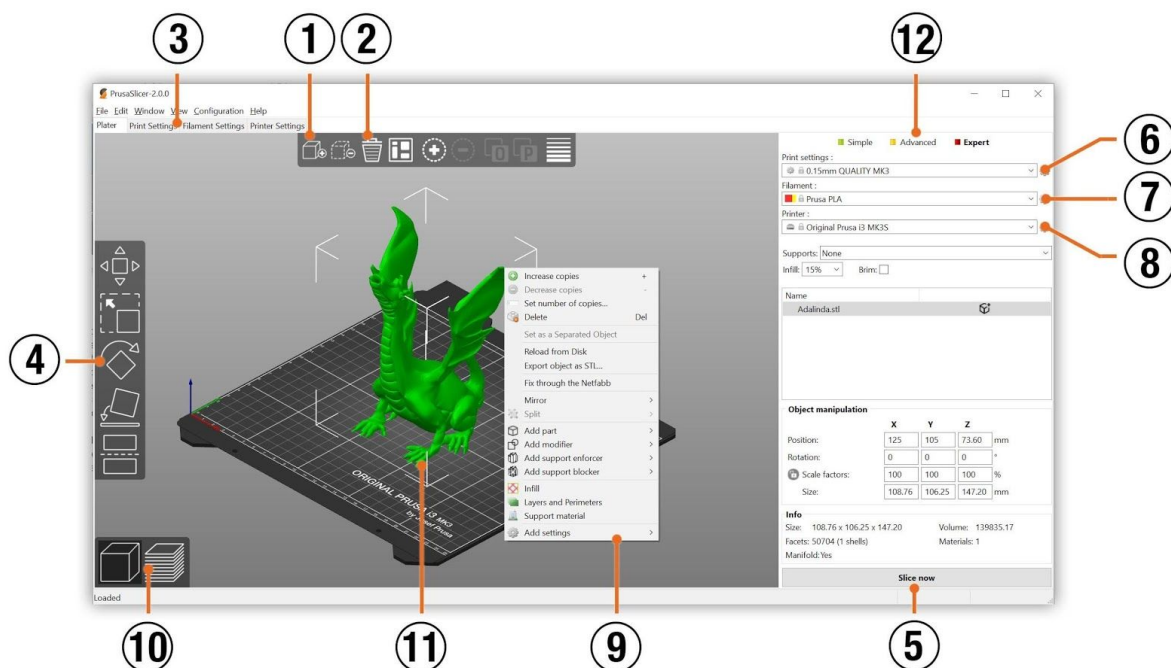


Рисунок 30 – Інтерфейс слайсера PrusaSlicer

1. Кнопка **Відкрити [Add]** завантажує 3D-моделі до слайсера.
2. Кнопки **Стерти [Delete]** та **Стерти все [Delete all]** видаляють 3D-моделі зі слайсера.
3. Перегляд детальних налаштувань друку, філаменту та принтера.
4. Панель для зміни положення, масштабування, повороту, розрізання 3D-моделі, а також огляду її на площині.
5. Конвертація моделі в G-код.
6. Коригування якості / швидкості друку.
7. Обрання філаменту.
8. Обрання принтера.
9. Контекстне меню, що викликається кліком правою кнопкою мишки на зображенні 3D-моделі.
10. Панель для перегляду цілісної 3D-моделі та її окремих шарів.
11. Зображення 3D-моделі.
12. Обрання режиму редагувань (простий [Simple], розширений [Advanced], експертний [Expert]).

 Детальну інструкцію з користування слайсером PrusaSlicer можна переглянути за посиланням help.prusa3d.com/prusaslicer.

11.2 Друк нестандартних 3D-моделей

Слайсер PrusaSlicer має інструменти для друку нестандартних 3D-моделей (наприклад, об'єктів із виступами або розміром понад принтерний стіл).

11.2.1 Друк із використанням підпор

Візуальна якість 3D-об'єктів із виступаючими деталями погіршується, якщо їхній кут менше 45°: за таких умов пластик може дещо розтікатися в процесі друку. Така проблема піддається вирішенню, якщо в слайсері PrusaSlicer обрати функцію **Друк із використанням підпор [Printing with support]**. Підпорою є додатковий об'єкт, що служить «будівельним риштуванням» для друку основної 3D-моделі, і він може бути видалений після завершення друку.

Натисніть на вкладку **Параметри друку [Print Settings]** (1). У лівій колонці оберіть опцію **Підпори [Support Material]** (2). Помітьте галочкою пункт **Згенерувати підпори [Generate support material]** (3). Задайте мінімальний кут друку підпор у графі **Попріг виступу [Overhang threshold]** (4). Якщо залишити значення 0, принтер автоматично знайде проблематичні фрагменти 3D-об'єкта і надрукує для нього потрібні підпори. Опція **Посилити підпори [Enforce support]** (5) використовується здебільшого для дрібних 3D-моделей або об'єктів із малою підшовою, щоб уникнути його руйнування або відлипання від принтерного стола.

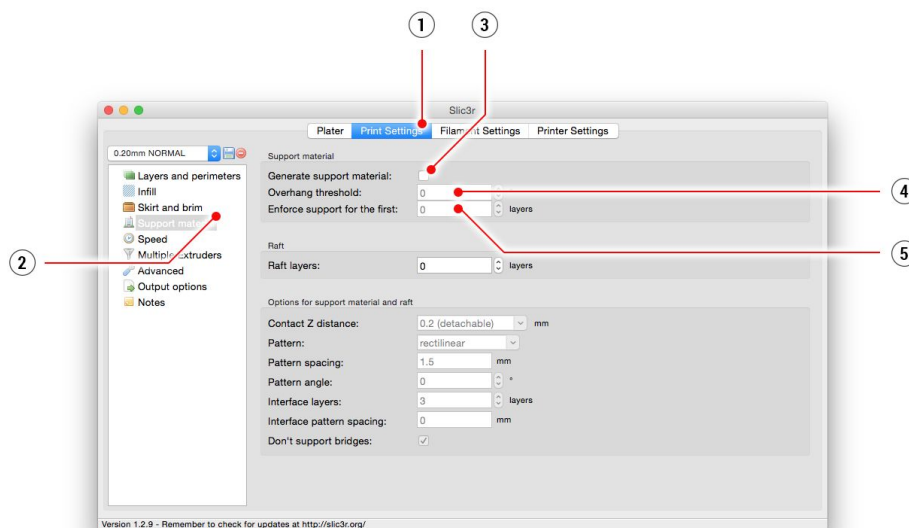


Рисунок 31 – Налаштування слайсера PrusaSlicer для друку 3D-моделей із використанням підпор

11.2.2 Друк великих об'єктів

Інший нетиповий випадок – друк 3D-об'єктів, розміри яких виходять за межі принтерного стола. У такому разі треба адекватно зменшити модель. Оберіть іконку **Масштаб [Scale tool]** на лівій панелі слайсера (або натисніть **клавішу S**). Змініть

розміри моделі, стягнувши її в потрібному напрямку (для збереження пропорцій стягуйте зображення діагонально).



Детальну інструкцію з користування слайсером PrusaSlicer можна переглянути за посиланням help.prusa3d.com/prusaslicer.

Розміри об'єкта можна змінювати і щодо певної осі. Окрім стягування, масштаб також коригується введенням конкретних числових значень у правих нижніх графах слайсера.

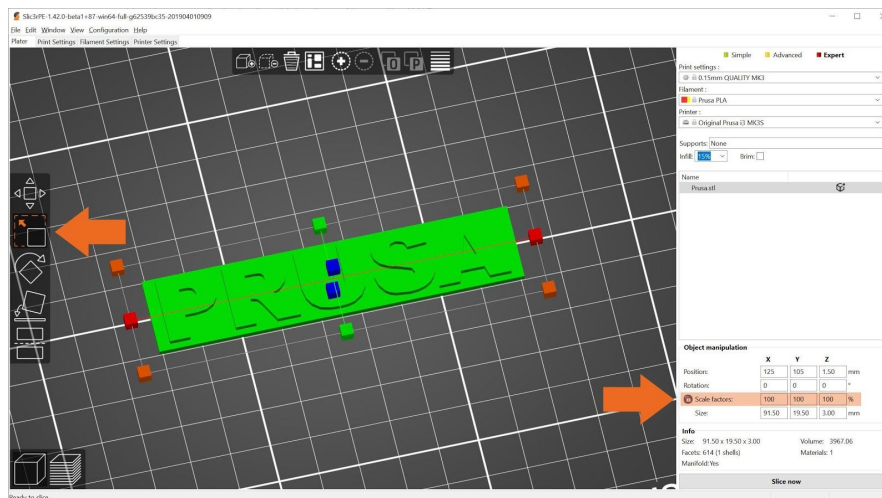


Рисунок 32 – Масштабування 3D-моделі в слайсері PrusaSlicer

Якщо за відкоригованого масштабу 3D-модель все одно виходить за границі принтера, його треба розрізати і друкувати частинами. Оберіть іконку **Розрізати модель [Cut tool]** на лівій панелі слайсера (або натисніть **клавішу C**). Розмістіть на потрібній позиції січну площину або введіть числове значення висоти у графі біля активованої іконки. Помітьте галочкою, які відсічені частини 3D-моделі повинні зберегтися (верхня, нижня або обидві).

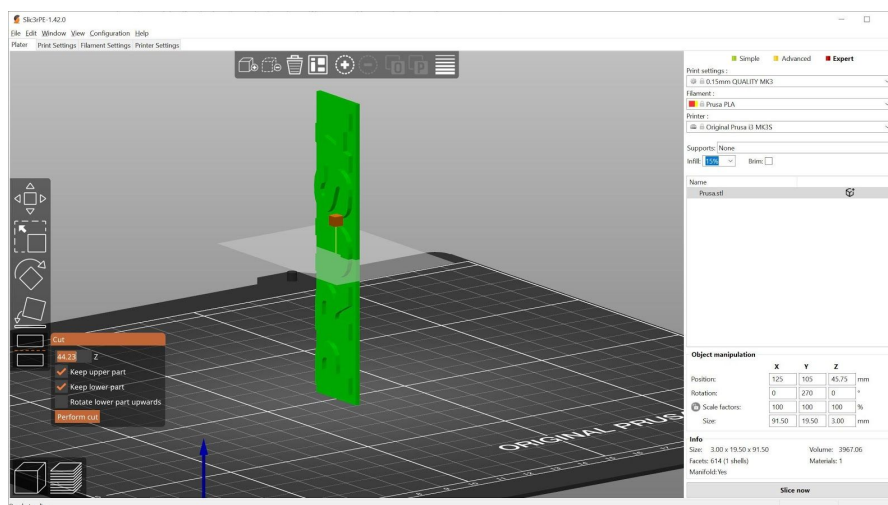


Рисунок 33 – Розрізання 3D-моделі в слайсері PrusaSlicer

11.3 Різнокольоровий друк у програмі ColorPrint

Існує простий спосіб пошарово згенерувати різнокольорові 3D-моделі. Для цього використовуються програми PrusaSlicer або онлайн-додаток ColorPrint.

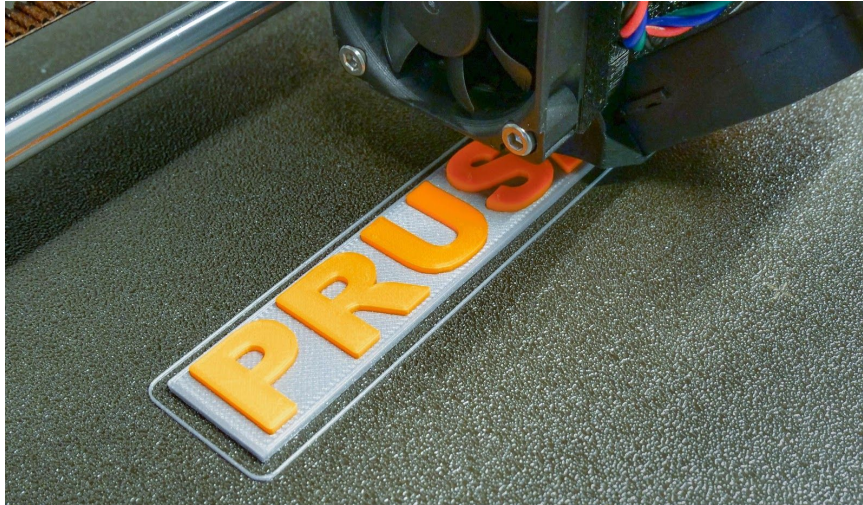


Рисунок 34 – Друк різнокольорової 3D-моделі в програмі ColorPrint

Процедура зміни кольору в слайсері PrusaSlicer

1. Натисніть на іконку **Пошарового перегляду 3D-моделі [Layer preview]** на лівій нижній панелі.
2. Використовуючи регулятор праворуч, оберіть шар зміни кольору.
3. Клікніть на іконку **помаранчевого плюса**.
4. З'явиться відповідне вікно попереднього візуального огляду зміни кольору (для видалення зміни кольору клікніть на іконку сірого хреста).
5. Експортуйте G-код до принтера та почніть друк.

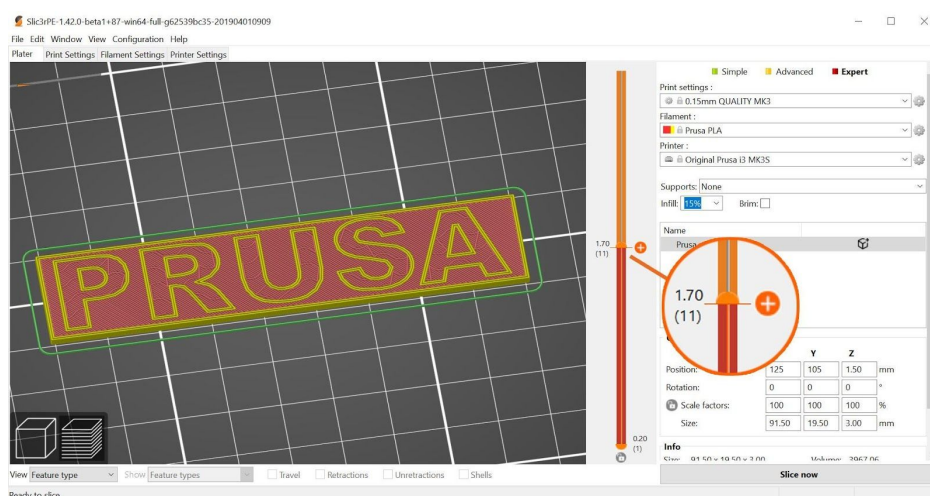


Рисунок 35 – Налаштування зміни кольору в програмі PrusaSlicer

Процедура зміни кольору в онлайн-програмі ColorPrint

1. Спочатку підготуйте та збережіть файл із G-кодом, де зазначені загальні параметри налаштування друку та філаменту.
2. Перейдіть за посиланням blog.prusaprinters.org/color-print.
3. Перетягніть файл із G-кодом до програми і натисніть кнопку **Додати зміни [Add change]**.
4. Встановіть **висоту [Height]** шару, де має змінитися колір (аналогічно до кліку на іконку **Пошарового перегляду 3D-моделі** в програмі PrusaSlicer). Шкала праворуч показує висоту окремих шарів. Внесіть числове значення у вікно. Кількість таких внесень необмежена.
5. Завантажте файл і почніть друк.

Вставте в екструдер філамент, яким потрібно почати 3D-модель, та запустіть друк.

Коли за G-кодом настає момент зміни кольору, принтер виконує такі дії:

- Зупиняє подачу філаменту до екструдера.
 - Підіймає екструдер за віссю Z на 2 мм і переміщує його за межі стола.
 - Звуковим сигналом сповіщає про потребу вивантажити поточний філамент.
 - Надсилає запит завантажити новий філамент. Після його вставки в сопло на LCD-панелі з'явиться повідомлення **Чи правильно змінився філамент? [Changed correctly?]**. Для відповіді є вибір однієї з трьох команд:
1. **Так [Yes]** – Усе в порядку, друк можна продовжити. Цю опцію рекомендується обирати після попередньої перевірки, чи не змішався новий філамент із рештками старого;
 2. **Філамент не завантажено [Filament not loaded]** – Опція обирається, якщо новий філамент завантажено некоректно (принтер заново спробує автоматично завантажити філаментну нитку). У разі коректного завантаження філаменту натисніть **Так [Yes]**, і принтер продовжить друк новим кольором;
 3. **Колір не однорідний [Color not clear]** – Філамент завантажено, але його колір змішаний із залишками старого філаменту. Оберіть таку опцію, щоб сопло додаткового вичавило пластик до його однорідної чистоти, після чого натисніть **Так [Yes]** для продовження друку.

Після підтвердження екструдер повернеться на початкову позицію і продовжить друк.

 Інший спосіб **різнокольорового друку** – змінити філамент безпосередньо в процесі друку 3D-моделі. Оберіть на LCD-панелі команду **Точні налаштування [Tune]**, далі **Змінити філамент [Change filament]**. Друк призупиниться. Принтер вивантажить старий філамент і сповістить про потребу завантажити новий. Підтвердження виконується аналогічно до вищеописаних опцій.

 Для різнокольорового друку слід використовувати однотипний пластик або матеріал із подібними властивостями.

12 Матеріали для друку

Філаментні матеріали, описані в цьому розділі, відсортовані за популярністю. Початківцям рекомендується використовувати пластик PLA (також підійдуть пластики PETG або ASA). Інші матеріали доволі специфічні, тому повинні залучатися лише за певних потреб.



Повна інформація про друк різними типами філаменту (разом із описом їхніх фізичних властивостей та вартості) зазначена за посиланням help.pru3d.com/materials.

12.1 Пластик PLA

Пластик PLA – найбільш популярний матеріал для 3D-друку. **Розкладається природним шляхом**, не забруднюючи довкілля. Легко друкує **особливо тверді** об'єкти. Ідеально підходить для друку як великих моделей (не деформуються на столі через низьке термічне розширення), так і дрібних об'єктів. **Єдиний матеріал, придатний для якісного наплавлення шарів висотою 50 мікронів.**

Переваги

- ✓ Легкий друк
- ✓ Придатний для роботи з дрібними 3D-моделлями
- ✓ Безпроблемний друк великих 3D-об'єктів
- ✓ Твердість, низька гнучкість
- ✓ Майже без запаху
- ✓ Доступна ціна
- ✓ Широкий асортимент кольору нитки

Недоліки

- ✗ Ламкість
- ✗ Низька термостійкість (60 °C)
- ✗ Складнощі при доопрацюванні надрукованих деталей 3D-моделі
- ✗ Непридатний для друку на відкритому повітрі

Зазвичай використовується для друку:

- дослідних зразків;
- іграшок;
- фігур;
- дрібних прикрас;
- архітектурних моделей.

Поради

Під час доопрацювання деталей моделі, надрукованих пластиком PLA, краще залучати мокре шліфування. За сухого шліфування поверхні деталей від тертя нагріваються і плавляться. Пластик PLA розчиняється в хлороформі та гарячому бензолі. При з'єднанні роздрукованих деталей в одну конструкцію використовуйте суперклей або ацетон.

- **Температура сопла:** 215 °C.
- **Температура стола:** 50-60 °C.
- **Стіл:** перед друком переконайтеся, що поверхня стола чиста (дивіться розділ [6.3.2](#)).

12.2 Пластик PET/PETG

Пластик PETG – ще один популярний матеріал для 3D-друку. Ідеально підходить для друку **механічних компонентів**. Порівняно з пластиком PLA, він має **вищу термостійкість, більш еластичний і менш ламкий**. Завдяки низькому термічному розширенню добре тримається на столі під час друку і **не деформується**. Легкість друку майже така, як у пластику PLA, але механічні властивості кращі. Деталі придбаного Вами принтера надруковані філаментом PETG.

Переваги

-  Висока термостійкість
-  Легкий друк
-  Низьке термічне розширення
-  Еластичність і міцність
-  Легкість шліфування
-  Майже без запаху
-  Гладка і блискуча поверхня надрукованих 3D-моделей
-  Ідеальна адгезія наплавлених шарів
-  Стійкість до води і вологи
-  Придатний до вторинної переробки

Недоліки

-  Непридатний для друку дрібних 3D-моделей
-  Можливий залишковий витік філаменту при переміщенні екструдера
-  Проблематичний друк об'єктів із виступаючими деталями
-  Висока адгезія до стола
-  Не можна протирати ацетоном
-  Підпори сильно прилипають до 3D-об'єкта

Зазвичай використовується для друку:

- механічних компонентів;
- тримачів і корпусів;
- ємностей (горщиків).

Поради

На відміну від PLA та ABS, філамент PETG піддається залишковому витіканню з екструдера при його переміщенні на нову позицію, так що між окремими деталями роздрукованої моделі **витеклий пластик може застигати в повітрі у формі ниток**.

Ця проблема піддається вирішенню, якщо відрегулювати температуру сопла. Однак, у програмі PrusaSlicer вже є профілі з коректними налаштуваннями, унаслідок чого ефект небажаного філаментного витоків знижений до мінімуму. Щоб усунути ці дефекти, можна скористатися феном, обдувши роздруковану модель гарячим повітрям для видалення ниток. Інколи пластик PETG називають PET. Загалом як PETG, так і PET мають майже однакові властивості (можна навіть придбати чистий PET, але друкувати ним важче).

- **Температура сопла:** 240 °C.
- **Температура стола:** 80-100 °C.
- **Стіл:** Перед друком переконайтеся, що поверхня стола чиста (дивіться розділ [6.3.2](#)). Крім того, уважно дотримуйтеся правил догляду за PEI-листом з гладким покриттям (інакше є ризик його пошкодження).

12.3 Пластик ASA/ABS



Пластики ASA та ABS дуже схожі між собою (хоча ASA є свого роду наступником ABS, тому вважається дещо кращим). Так, ASA менше піддається жовтінню через стійкість до ультрафіолету, а також слабше зменшується в об'ємі після завершення друку. Єдина перевага ABS – його краща сумісність зі столом після ацетонної обробки. У таблиці нижче інформація зазначена для філаменту ASA, однак аналогічні властивості має і ABS.

ASA – універсальний і надійний матеріал. Вища температура плавлення ніж у PLA надає пластику ASA відмінної термостійкості, так що 3D-моделі не матимуть візуальних ознак деформації при друці до 100 °C. Проте, дуже високе термічне розширення ASA (у порівнянні з PLA) ускладнює якісний друк великих об'єктів. Навіть за температури стола до 100 °C модель може деформуватися і відлипнути від листа під час друку. Крім того, матеріал видає неприємний запах у процесі друку.

Переваги

- ✓ Висока ударостійкість та зношуваність
- ✓ Дуже гарна термостійкість
- ✓ Підходить для друку на відкритому повітрі (стійкість до ультрафіолету)
- ✓ Розчинність в ацетоні – надруковані частини легко склеюються в одну модель
- ✓ Моделі можуть поліруватися ацетонними парами

Недоліки

- ✗ Складність друку
- ✗ Схильність до деформації
- ✗ Гірший друк дрібних деталей
- ✗ Неприємний запах під час друку

Зазвичай використовується для друку:

- чохлів, футлярів, захисних корпусів;
- дослідних зразків;
- запчастин;
- іграшок та фігур.

Поради

Для кращої якості 3D-моделі під час друку пластиком ASA/ABS рекомендується використовувати принтер зі встановленим ізоляційним тентом. Стіл швидко розігріє тент, і цим самим скоротиться термічний удар на екструдований філамент (як наслідок деформація та відшарування пластику значно знизиться).

Ацетон дозволяє легко склеювати кілька роздрукованих деталей у одну конструкцію: достатньо протерти їхні контактні поверхні та з'єднати разом. Більш того, моделі можуть поліруватися до блиску, якщо їх обробити ацетонними парами. Роботи з ацетоном виконуйте обережно, хоча його небезпечність значно нижча порівняно з розчинниками пластику PLA.

- **Температура сопла:** 245-265 °C.
- **Температура стола:** 90-110 °C (чим більші розміри 3D-моделі, тим вища температура друку).
- **Стіл:** перед друком переконайтеся, що поверхня стола чиста (дивіться розділ [6.3.2](#)).

12.4 Пластик Prusament PC Blend

Полікарбонат – технічний матеріал із високою в'язкістю, міцністю та термостійкістю. Водночас таким пластиком дуже важко друкувати, тому він підходить лише для досвідчених користувачів. У свою чергу, такий недолік не стосується нашого власного полікарбонатного філаменту з домішками Prusament PC Blend, яким друкувати значно легше.

У будь-якому разі, друк полікарбонатними матеріалами потребує досвіду. Для новачків рекомендується філамент PLA або PETG.

Переваги

- ✓ Висока термостійкість
- ✓ Висока міцність
- ✓ Гарні електроізоляційні властивості

Недоліки

- ✗ Високий ризик деформації (особливо у великих 3D-моделях)

- **Температура сопла:** 275 °C.
- **Температура стола:** 110 °C для першого шару, 115 °C для решти шарів.
- **Стіл:** перед друком переконайтеся, що поверхня стола чиста (дивіться розділ [6.3.2](#)).

12.5 Пластик Flex

Flex – дуже міцний та еластичний матеріал. У багатьох випадках класичні тверді пластики можуть бути непридатними для друку окремих моделей. Так, під час друку телефонного чохла, корпусу відеокамери або колеса для радіомашинки краще скористатися гнучким філаментом.



Перш ніж друкувати пластиком Flex, треба прочистити сопло від попереднього матеріалу. Розігрійте принтер до найвищої температури, за якої відбувався останній сеанс друку. Потім вставте в екструдер філаментну нитку PLA, щоб виштовхнути з нього залишки попереднього матеріалу. При завантаженні пластику Flex максимально ослабте тиск на ролик.

Переваги

-  Гнучкість та еластичність
-  Мінімальна деформація
-  Гарна адгезія шарових наплавлень
-  Стійкість до стирання

Недоліки

-  Потрібна попередня підготовка екструдера до завантаження філаменту
-  Більш складне налаштування друку
-  Вимагає повільного друку
-  Висока вартість
-  Має зберігатися в сухому місці

- **Температура сопла:** 230-260 °C.
- **Температура стола:** 45-65 °C (чим більші розміри 3D-моделі, тим вища температура друку).
- **Стіл:** Перед друком переконайтеся, що поверхня стола чиста (дивіться розділ [6.3.2](#)). **УВАГА:** Деякі дуже м'які матеріали можуть вкрай сильно прилипати до PEI-листа з гладким покриттям, тому в якості сепаратора треба використовувати клей-олівець, аби не пошкодити його під час видалення надрукованої 3D-моделі. Таку операцію не потрібно виконувати для листів із порошковим покриттям.

12.6 Пластик CPE (кополіестер)

CPE (кополіестер) – спеціальний матеріал, схожий на PETG. Цей пластик розроблений для легкого високоякісного друку з механічними властивостями, що перевершують філамент PETG. Аналогічно до PETG, пластик CPE не деформується під час друку і не видає неприємний запах. Хімічно стійкий. Відмінна адгезія шарових наплавлень.

Переваги

- ✓ Висока міцність та еластичність
- ✓ Ідеальний для друку механічних деталей
- ✓ Відмінна адгезія шарових наплавлень

Недоліки

- ✗ Не розчиняється в ацетоні
- ✗ Дещо абразивний
- ✗ Має зберігатися в сухому місці

- **Температура сопла:** 255-275 °C.
- **Температура стола:** 70-90 °C (чим більші розміри 3D-моделі, тим вища температура друку).
- **Стіл:** перед друком переконайтеся, що поверхня стола чиста (дивіться розділ [6.3.2](#)).

12.7 Пластик Bridge Nylon (від компанії Taulman)

Bridge Nylon – дуже міцний, еластичний універсальний матеріал, спеціально розроблений для друку механічних компонентів. Друкує гнучкими шарами, які дуже гарно склеюються між собою. Має зберігатися в сухому місці, інакше швидко вбирає вологу і розбухає. Надруковані 3D-моделі мають гладку блискучу поверхню.

Переваги

- ✓ Механічні властивості
- ✓ Хімічна стійкість
- ✓ Гнучкість та міцність

Недоліки

- ✗ Має зберігатися в сухому місці
- ✗ Дещо складне налаштування друку
- ✗ Піддається деформації

- **Температура сопла:** 240 °C.
- **Температура стола:** 80-90 °C.
- **Стіл:** PEI-лист із гладкою поверхнею треба змазувати клеєм-олівцем (лист із порошковим покриттям змазувати не потрібно).

Зазвичай використовується для друку:

- гвинтів, болтів, гайок;
- запчастин;
- коробок передач.

12.8 Пластик ХТ (від компанії ColorFabb)

Пластик ХТ міцний та еластичний. Не деформується. Висока термостійкість. 3D-моделі друкуються з блискучою поверхнею.

Переваги

-  Висока термостійкість (до 80 °C)
-  Може контактувати з їжею
-  Висока міцність та еластичність
-  Друкує майже без запаху

- **Температура сопла:** 240-260 °C.
- **Температура стола:** 60-90 °C (чим більші розміри 3D-моделі, тим вища температура друку).
- **Стіл:** перед друком переконайтеся, що поверхня стола чиста (дивіться розділ [6.3.2](#)).

Недоліки

-  Дещо гірше сумісний для друку 3D-моделей із виступаючими деталями
-  Висока вартість

12.9 Пластик НТ (від компанії ColorFabb)

Філамент НТ (на основі полімера Amphora) підходить для користувачів, яким потрібен друк міцним матеріалом, стійким до температур не більше 100 °C. Придатний для друку функціональних дослідних зразків.

Переваги

-  Висока термостійкість (до 100 °C)
-  Висока міцність та еластичність
-  Без запаху

- **Температура сопла:** 250-280 °C.
- **Температура стола:** 100-110 °C (чим більші розміри 3D-моделі, тим вища температура друку).
- **Стіл:** перед друком переконайтеся, що поверхня стола чиста (дивіться розділ [6.3.2](#)).

Недоліки

-  Висока ціна
-  Низька адгезія до принтерного стола

12.10 Композитні матеріали

Композитні матеріали – суміші, що складаються з пластикової основи та пилових домішок (кори пробкового дерева, міді, бронзи, вугілля, арамиду тощо). Такий філамент дуже абразивний, відтак для довготривалого друку рекомендується використовувати сопло із загартованої сталі. При роботі з композитом із домішками дерева радимо застосовувати сопла більшого діаметра (понад 0,5 мм включно). Характеристики друку кожним типом такого філаменту варіюються залежно від пластикової основи композиту, тому в програмі PrusaSlicer треба обирати правильні налаштування.

Доопрацювання 3D-моделей, надрукованих композитами

Спочатку потрібно відшліфувати об'єкт наждачним папером. Починати обробку треба крупнозернистим (80), далі – все більш дрібнозернистим наждаком. Після цього модель можна відшліфувати латунною щіткою. Якщо результат усе ще незадовільний, можна перейти до мокрого шліфування дуже дрібнозернистим наждаком (1500+).

Переваги

- ✓ Гарний вигляд моделі після її шліфування
- ✓ Не піддається деформації

Недоліки

- ✗ Для коректної роботи потрібне сопло із загартованої сталі
- ✗ Може знадобитися сопло діаметром 0,6 мм

- **Температура сопла:** 190-210 °C.
- **Температура стола:** 50-70 °C (чим більші розміри 3D-моделі, тим вища температура друку).
- **Стіл:** перед друком переконайтеся, що поверхня стола чиста (дивіться розділ [6.3.2](#)).

12.11 Пластик HIPS

Філамент HIPS найчастіше використовується для створення підпор, на яких друкуватиметься основний 3D-об'єкт пластиком ASA або ABS (підпори легко розчиняються в спеціальному засобі Lemonosol, так що на моделі не лишається жодних слідів).

Переваги

- ✓ Розчинність у засобі Lemonosol
- ✓ Гладкість шарових наплавлень
- ✓ Світліший за пластик ABS

Недоліки

- ✗ Складно друкується
- ✗ Піддається деформації
- ✗ Видає неприємний запах при друці

- **Температура сопла:** 215-225 °C.
- **Температура стола:** 90-110 °C (чим більші розміри 3D-моделі, тим вища температура друку).
- **Стіл:** перед друком переконайтеся, що поверхня стола чиста (дивіться розділ [6.3.2](#)).

Зазвичай використовується для друку:

- підпор для друку основних 3D-моделей пластиком ASA/ABS;
- корпусів, захисних чохлів.

12.12 Пластики PVA та BVON

Філаменти PVA та BVON – водорозчинні пластики. Використовуються, щоб створити найскладніші підпори для якісного друку основних 3D-об'єктів пластиком PLA.

Переваги

- ✓ Розчинність у воді
- ✓ Не треба купувати спеціальні розчинники

Недоліки

- ✗ Висока ціна
- ✗ Має зберігатися в сухому місці



Завжди зберігайте пластики PVA та BVON у сухому контейнері (бажано з гранулами силікагелю): такі матеріали дуже гігроскопічні.

- **Температура сопла:** 185-210 °C.
- **Температура стола:** 40-60 °C.

12.13 Пластик nGen

Пластик nGen розроблений фірмами Eastman Chemical Company та ColorFabb. За властивостями дуже схожий на філамент PETG. Не містить стирол.

Переваги

- ✓ Гладка поверхня
- ✓ Гарна адгезія шарових наплавлень

Недоліки

- ✗ Ламкий
- ✗ Дещо піддається деформації

- **Температура сопла:** 240 °C.
- **Температура стола:** 80-100 °C (чим більші розміри 3D-моделі, тим вища температура друку).
- **Стіл:** перед друком переконайтеся, що поверхня стола чиста (дивіться розділ [6.3.2](#)).

12.14 Пластик PP

Поліпропілен має дуже гарні механічні властивості. Частково еластичний. Витримує вищі температури ніж пластики ABS і PLA. Доволі хімічностійкий.

Переваги

- ✓ Тягучість
- ✓ Часткова еластичність
- ✓ Термостійкість

- **Температура сопла:** 210-230 °C.
- **Температура стола:** 95-100 °C.
- **Стіл:** під час роботи з таким пластиком для кращої адгезії приклейте на стіл звичайні клейкі пакувальні стрічки.

Недоліки

- ✗ Піддається деформації
- ✗ Низька адгезія до стола

12.15 Пластик T-Glase (від компанії Taulman)

Філамент T-Glase – друкувальний матеріал високої міцності. Витримує температуру до 78 °C. Низьке зменшення в розмірах при друці підходить для створення великих 3D-об'єктів.

Переваги

- ✓ Гарна адгезія шарових наплавлень
- ✓ Міцність
- ✓ Мінімальна деформація
- ✓ Без запаху

- **Температура сопла:** 230-240 °C.
- **Температура стола:** 90-110 °C (чим більші розміри 3D-моделі, тим вища температура друку).
- **Стіл:** перед друком переконайтеся, що поверхня стола чиста (дивіться розділ [6.3.2](#)).

Недоліки

- ✗ Висока вартість

12.16 Створення профілів налаштувань для нових матеріалів

Пластик кожного виробника відрізняється (наприклад, філаменти PLA компаній Prusament та ColorFabb мають дещо відмінні властивості). Трапляється, що ідентичний матеріал різного кольору поводить себе по-різному.

Для отримання найкращих результатів треба вірно коригувати **температури сопла та стола, швидкість вентилятора, тривалість друку, подачу філаменту**. Усі ці параметри відстежуються під час друку в рубриці меню **Точні налаштування [Tune]**.

Аналогічне стосується матеріалів, для яких відсутній профіль налаштувань. Ознайомтеся з рекомендаціями виробника, знайдіть найближчий за значеннями профіль налаштувань у програмі PrusaSlicer, відредагуйте і збережіть його. **Далі спробуйте надрукувати таким матеріалом кілька тестових 3D-моделей, відкориговуючи кожного разу параметри в рубриці меню Точні налаштування [Tune].** Щойно якість друку стане задовільною, збережіть коректні значення профілю в програмі PrusaSlicer.

Перед наступним друком потрібно скидати параметри в рубриці меню Точні налаштування [Tune].

Якщо Ваш новий профіль має задовільну якість друку, будемо вдячні, якщо поділитися ним на форумі або за електронною адресою info@prusa3d.com.

13 Відповіді на типові питання (експлуатація принтера та проблеми з нею)

13.1 Регулярний дбайливий догляд

13.1.1 Догляд за чистотою та рухомістю деталей

Після кількох сотень годин експлуатації гладку поверхню стрижнів принтерних осей слід протирати паперовою серветкою. Змащуйте осі мастилом і кілька разів підряд проганяйте їх уперед-назад. Це запобігає забрудненості пристрою, підвищуючи його строк служби. Докладна інструкція з правильного догляду за принтером зазначена за посиланням help.prusa3d.com.

Якщо рух деталей уздовж осей не відбувається гладко, можна витягнути і змастити зсередини підшипники.

13.1.2 Догляд за вентиляторами

Після кількох сотень годин експлуатації вентилятори треба оглядати і чистити, оскільки осад пилу та пластику може знизити їхню функціональність або навіть пошкодити їх. Пил можна видалити спреєм для чищення комп'ютера. Налиплі нитки пластику видаляються пінцетом.

Принтерний та екструдерний вентилятори вимірюють поточне число пропелерних обертів за хвилину (RPM – Revolutions Per Minute). За цим значенням можна визначити, чи не сповільнюються вентилятори, скажімо, залишками філаменту, що їх засмітив. Якщо принтер видає помилки про роботу вентиляторів, перевірте вільність обертання пропелерів і прочистіть їх від пластикового осаду.

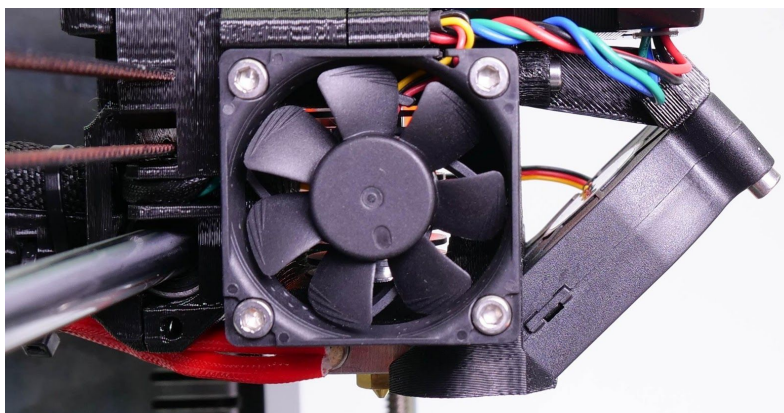


Рисунок 36 – Вентилятор екструдерного сопла

```

  67/0°      Z  0
  55/55°     *100%
  SD---%     0--!--
  Err: EXTR. FAN ERROR
  
```

Рисунок 37 – Помилка в роботі вентилятора екструдерного сопла

Відстеження пропелерних обертів за хвилину можна вимкнути за командою **LCD-меню – Налаштування – Перевірка вентиляторів [LCD menu – Settings – Check fans]** (наприклад, якщо один із вентиляторів був замінений моделлю, яка не підтримує такі вимірювання).

13.1.3 Догляд за екструдером

Приводний механізм екструдера Bondtech може засмічуватися пластиком, так що філамент у процесі друку буде недоподаватися. Для чищення привода через віконце збоку екструдера можна скористатися латунною щіткою або зубочисткою (при цьому сам екструдер розбирати не треба). Очисні роботи виконувати до задовільного руху привода.

Зубчасті колеса екструдерного привода Bondtech виготовлені із загартованої вуглецевої сталі. Зважаючи на постійний рух екструдера, його приводні колеса мають змащуватися для зменшення їхнього зношування, тертя та шуму при роботі принтера. **Рекомендується використовувати мастило на основі літію. Олійне мастило не рекомендується:** рідина може розтектися в сопло, погіршивши подачу філаменту. Варто регулярно оглядати привод після тривалої експлуатації пристрою. Не забувайте час від часу змащувати голкові підшипники, щоб зменшити тертя.

13.1.4 Догляд за материнською платою

Рекомендується регулярна перевірка коректності контактів на материнській платі. Огляд треба здійснювати після кожних 600-800 годин експлуатації принтера.

13.1.5 Догляд за PEI-листом із гладкою поверхнею

Після кількох сотень годин експлуатації PEI-лист із гладкою поверхнею може втратити свої адгезійні властивості. Для відновлення адгезії до наплавленого пластику радимо

протирати лист ацетоном. Зверніть увагу: лист із порошковим покриттям оброблювати ацетоном не можна.

13.2 Підготовка стола до друку

Процедура коректної підготовки стола до друку описана в розділі [6.3.2](#).

13.3 Датчик філаменту

Порівняно з оптичним сенсором філаменту в попередній версії принтера Original Prusa i3 MK3, новий інфрачервоний датчик руху більш надійний у експлуатації. Він виявляє момент вичерпування філаментної нитки і самостійно завантажує нову катушку матеріалу.

13.3.1 Вичерпування філаменту

Якщо під час роботи принтера вичерпується філамент, **друк моделі не анулюється**. У такому разі пристрій автоматично призупиняє екструдер, вивантажує залишки філаменту і зрушується вздовж осі X за межі друку. Система сповістить про потребу замінити катушку і вставити до екструдера нову філаментну нитку. Щоб видалити викраплення пластику із сопла, використовуйте щипці. Після цього друк моделі **відновиться**.

13.3.2 Невірні показання філаментного датчика та усунення несправностей

Іноколи може трапитися, що датчик філаменту видає невірні покази під час операцій із заміною катушки з пластиком. По-перше, треба перевірити коректність роботи інфрачервоного датчика за командою **LCD-меню – Підтримка – Показання датчиків [LCD menu – Support – Sensor info]**. При завантаженні філаменту до екструдера датчик повинен показувати значення **1**. При вивантаженні та видаленні філаменту з екструдера значення має бути **0**.

Якщо у вищеописаних ситуаціях показання датчика інші, причинами його неправильної роботи можуть бути:

13.3.2.1 Некоректні контакти датчика з іншими деталями

Перевірте контакти датчика з екструдером та материнською платою. Якщо вони некоректні, датчик видаватиме значення 0 (навіть якщо філаментна нитка завантажиться).

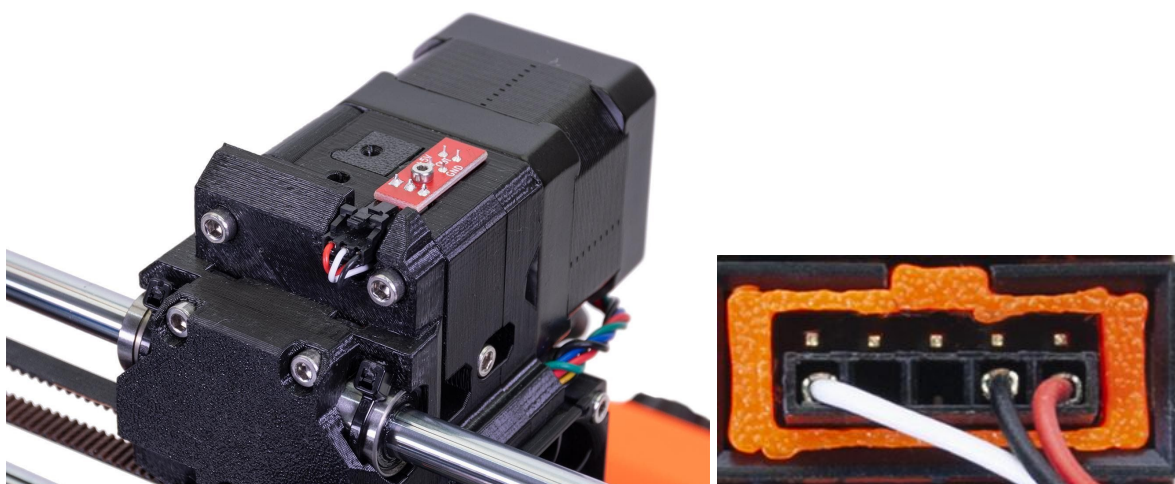


Рисунок 38 – Коректно зафіксований і підключений філаментний датчик

13.3.2.2 Некоректна фіксація філаментного датчика

Філаментний датчик повинен бути зафіксований так, як показано на рисунку вище. Більш детальна інформація наведена в посібнику з монтажу.

13.3.2.3 Пил на філаментному датчику

Така причина зазвичай нетипова, однак може впливати на роботу філаментного датчика. Відкрутіть захисну кришку та власне сам датчик. Прочистіть його стисненим повітрям у місці, поміченому на рисунку нижче.

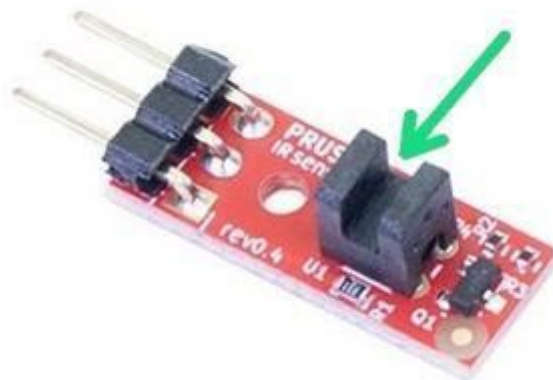


Рисунок 39 – Інфрачервоний філаментний датчик

Установіть датчик назад і коректно під'єднайте його. Увімкніть принтер. Перейдіть в **LCD-меню – Підтримка – Показання датчиків [LCD menu – Support – Sensor info]** і помістіть до датчика скручений у трубку папір (показано зеленою стрілкою на рисунку 39). Якщо показання інфрачервоного датчика змінилися від 0 до 1, він працює коректно. У такому разі проблема, імовірно, в екструдері (перетягнуто важіль, заблоковано сталеву кульку, неправильна позиція магніту). Зверніться до [посібника з монтажу](#), щоб переконатися у правильності збірки екструдера.

13.3.2.4 Філаментний датчик має дефекти

Якщо всі вищеперелічені способи не вирішили проблему, то, імовірно, філаментний датчик має дефекти. Зверніться до нашої служби підтримки.

13.4 Засмічений екструдер

Пластик, що застряг в екструдері, може ускладнити друк або погіршити подачу нового філаменту.

- Розігрійте сопло, вивантажте філамент з екструдера.
- Знайдіть на екструдері бокове віконце (рисунок 40).
- Прочистіть ролик екструдера в боковому віконці. Розігрійте сопло і завантажте філамент.
- Якщо проблема не зникла, прочистіть сопло.



Рисунок 40 – Прочищення екструдерного ролика через бокове вікно

13.5 Прочищення сопла



Не торкайтеся сопла під час очищення: воно розігрівається до високих температур і може спричинити опіки.



Для спрощення прочистки сопла підійміть екструдер (за командою **LCD-меню – Налаштування – Зрушити вісь – Зрушити вісь Z** [LCD menu – Settings – Move axis – Move Z axis]).

Розігрійте сопло. Прочистіть сопло ззовні дротовою щіткою.

Слабке вичавлювання пластику з сопла

За слабого вичавлювання пластику спочатку перевірте коректність роботи екструдерного вентилятора та правильність температурних налаштувань для конкретного філаменту (**PLA 210 °C; ABS 255 °C, HIPS 220 °C, PET 240 °C**). Переконайтеся у вірному завантаженні філаментної нитки до екструдера.

Якщо проблема не вирішилася, спробуйте такі дії:

1. Розігрійте сопло до потрібної температури (залежно від типу пластику). Завантажте філаментну нитку в екструдер. Прочистіть сопло, засунувши в нього знизу **акупунктурну голку** (діаметром 0,3-0,35 мм) на 1-2 см. Витягніть голку.
2. На LCD-панелі оберіть опцію **Завантажити філамент [Load filament]**. Перевірте коректність вичавлювання пластику.
3. Прочистіть сопло **акупунктурною голкою** повторно і знову перевірте якість вичавлювання пластику. Якщо він вичавлюється плавно, сопло чисте.

Пластик із сопла не вичавлюється

Якщо філамент не вичавлюється, то, найбільш імовірно, сопло засмітилося. Щоб його повністю прочистити, дотримуйтеся такої інструкції:

1. Розігрійте сопло (до 250 °C для засмічень пластиком PLA; до 270 °C для пробок пластику ABS).
2. Зачекайте 3-5 хвилин. Перейдіть у **LCD-меню – Завантажити філамент [LCD Menu – Load filament]**. Якщо засмічення розплавилася і пластик витік із сопла, ослабте температуру до нормального значення і перезавантажте філамент.
3. У разі успішного перезавантаження філаменту друк можна відновити.



Якщо вищеописані дії не дали задовільного результату, прочистіть сопло зсередини **методом ручної термічноспадної протяжки філаменту** (більш докладно за посиланням help.prusa3d.com).

13.6 Заміна сопла



Для заміни **сопла з рубіновим кінчиком Olsson Ruby** дотримуйтеся інструкції за посиланням <http://support.3dverkstan.se/article/66-the-olsson-ruby-instructions-for-use> (інакше є ризик пошкодити його).



УВАГА: Розігріті деталі можуть завдати тяжких опіків! Будьте вкрай обережними з контактами соплового термістора: вони можуть легко відірватися.

- 1) Максимально підніміть екструдер за віссю Z (**LCD-меню – Налаштування – Зрушити вісь – Зрушити вісь Z [LCD Menu – Settings – Move Axis – Move Z]**), щоб отримати кращий доступ до сопла. Альтернативно ця операція активується кількасекундним утриманням кнопки управління та її поворотом для налаштування висоти за віссю Z.

Розігрійте сопло до 285 °C (**LCD-меню – Налаштування – Температура – Сопло [LCD Menu – Settings – Temperature – Nozzle]**). Розігрів для такої процедури **обов'язковий!** Вивантажте філамент.

Необов'язкова дія: Розкрутіть два гвинти принтерного вентилятора та єдиний гвинт вентиляторного кожуха. Вийміть обидві деталі для кращого доступу до сопла.

- 2) Утримуйте нагрівальний блок гайковим ключем на 17 мм (або розвідним гайковим ключем).
- 3) Використовуючи щипці (або торцевий ключ на 7 мм), розкрутіть сопло. Обережно: сопло дуже гаряче!
- 4) Переконайтеся, що встановлена температура (285 °C) не змінилася. Обережно і міцно закрутіть нове сопло. **Не забувайте утримувати ключем нагрівальний блок.** Прикрутіть принтерний вентилятор та вентиляторний кожух. Завантажте до екструдера філамент. Почніть друк.



Сопло дуже гаряче і може завдати серйозних опіків. Будьте вкрай обережними з контактами соплового термістора: вони можуть легко відірватися. Пильнуйте за екструдером: під час заміни сопла його деталі не повинні погнутися.

Після заміни сопла рекомендується відкалібрувати перший шар (дивіться розділ [6.3.9](#)).

Коли сопло повністю вкручене в нагрівальний блок, між ними залишається незначний проміжок. Це **нормально**. Не намагайтеся занадто підтягнути сопло, щоб усунути цей проміжок.

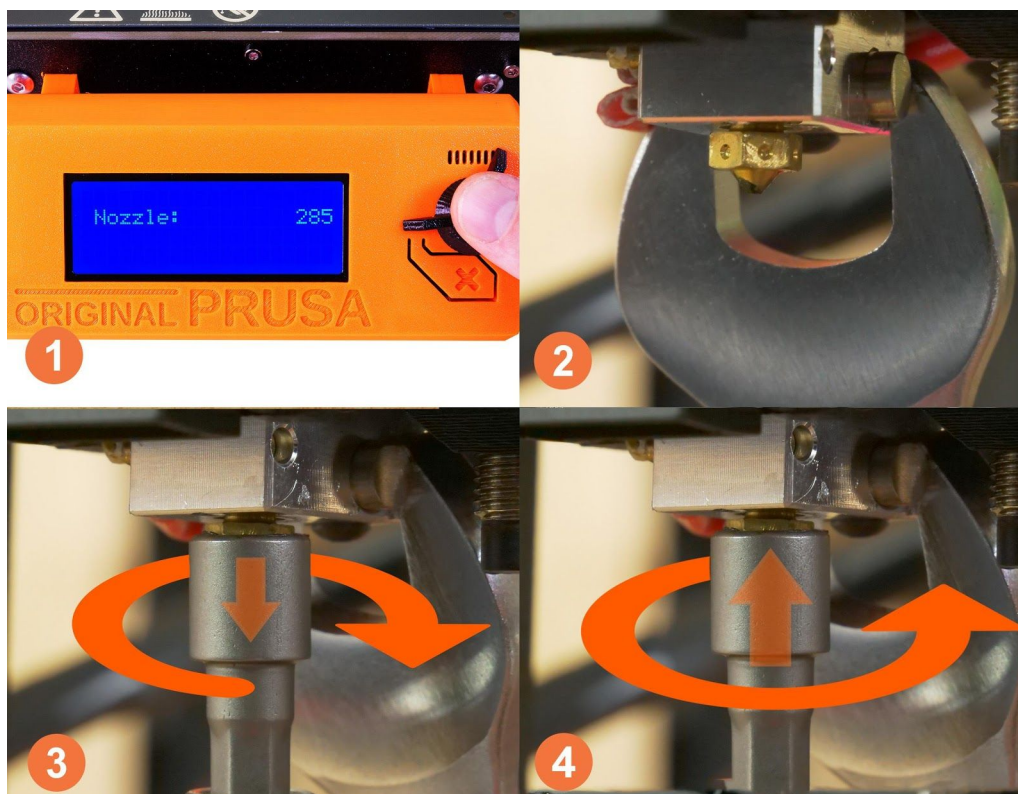


Рисунок 41 – Заміна сопла

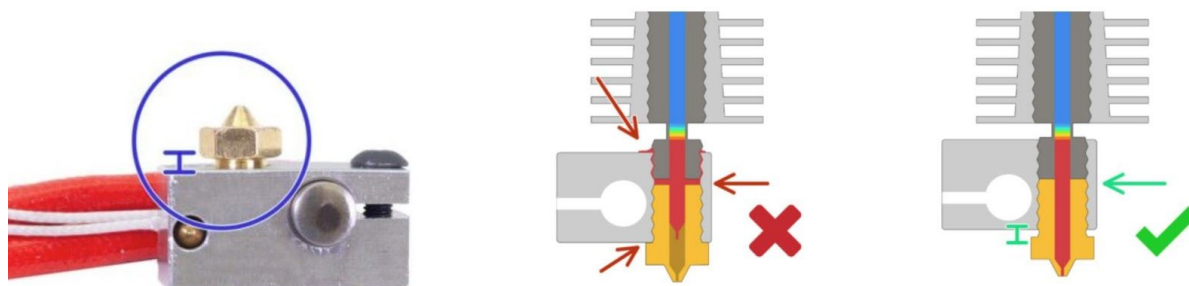


Рисунок 42 – Проміжок між повністю вкрученим соплом і нагрівальним блоком

13.7 Проблеми з друком

13.7.1 Відлипання моделей від стола та їхня деформація при друці пластиком ABS

Філамент ABS має вище термічне розширення ніж інші матеріали. Відтак, у разі друку великих 3D-об'єктів радимо використовувати інші пластики – PET, HIPS, PLA.

13.7.2 Наплавляється занадто багато або мало пластику

Потік філаменту можна контролювати в процесі друку. Для цього перейдіть у **LCD-меню – Точні налаштування – Потік філаменту – xx% [LCD Menu – Tune – Flow – xx%]** і встановіть потрібне значення. Користувачі програми Pronterface аналогічні дії можуть виконати, якщо ввести в командний рядок команду «M221 Sxx».



Після коригувань філаментного потоку під час наступного сеансу друку будуть використовуватися аналогічні налаштування (доки Ви знову не зміните їх в меню, перезапустите або відключите від мережі принтер).

13.8 Проблеми з надрукованими моделями

13.8.1 Модель легко ламається

Це типова особливість великих об'єктів, надрукованих пластиком ABS. Якщо модель спроектована правильно і друкувалася без вітрового протягу за правильних налаштувань температури, вона не повинна ламатися. Найпростіший спосіб запобігти руйнуванню моделі – обрати інший матеріал. Найміцнішими є пластики PET, HIPS, PLA. У той час як PLA має низьку термостійкість, PET найміцніший і має найнижче термічне розширення.



Якщо об'єкт розламався і немає часу на його передрук, частини можна тимчасово з'єднати суперклеєм або спеціальним клеєм для пластику.

13.9 Оновлення програмного забезпечення принтера

Рекомендується регулярно оновлювати програмне забезпечення принтера: нова версія прошивки дає низку переваг, зокрема виправлення можливих помилок у роботі пристрою. Для успішного оновлення треба мати USB-кабель, програму PrusaSlicer і власне файл з новою прошивкою.

Користувачам Windows слід завантажити та інсталиувати пакет програмного оновлення за посиланням <https://www.prusa3d.com/drivers>. Під час інсталяції треба обрати пункти «Драйвери» та «PrusaSlicer». Користувачам MacOS та Linux треба завантажити лише програму PrusaSlicer і за аналогічним посиланням знайти коректний файл нової прошивки для принтера. Зверніть увагу: для кожної моделі принтера потрібен коректний файл пошивки.

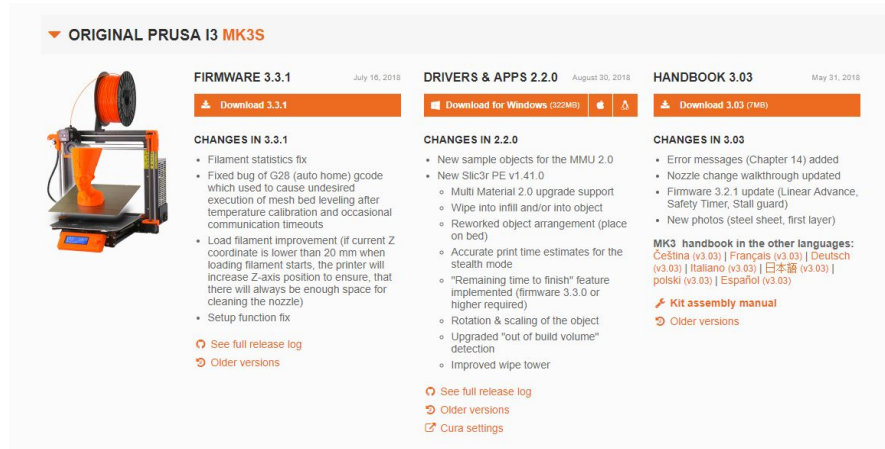


Рисунок 43 – Програмні пакети для оновлення прошивки принтера за посиланням <https://www.prusa3d.com/drivers>

Щоб оновити прошивку принтера, під'єднайте його до комп'ютера через USB-кабель і запустіть програму PrusaSlicer. Перейдіть у **Конфігурація – Оновити прошивку принтера [Configuration – Flash printer firmware]**. З'явиться нове вікно. Перевірте, що Ваш принтер правильно розпізнано. Натисніть **Обрати [Browse]** і знайдіть файл із прошивкою. Натисніть **Оновити [Flash]** і дочекайтеся завершення процесу. Якщо все виконано правильно, при завершенні процедури оновлення принтер автоматично перезапуститься. Від'єднайте від комп'ютера принтер і перевірте версію прошивки на його LCD-панелі.

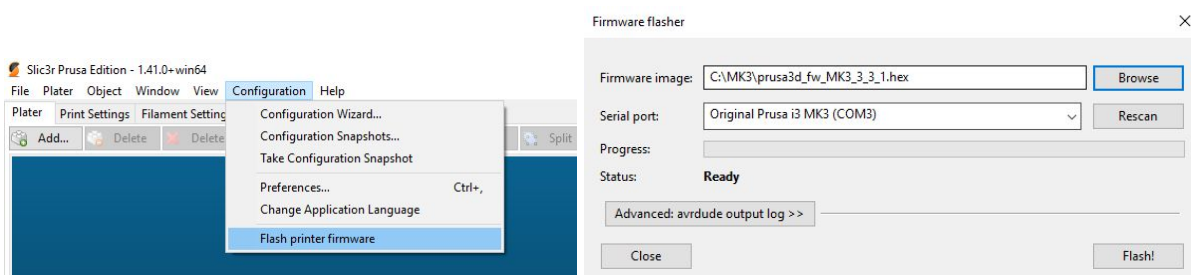


Рисунок 44 – Оновлення прошивки принтера в програмі PrusaSlicer

13.10 Лінійна корекція

Починаючи з версії прошивки 3.4.0, доступна функція лінійної корекції. Лінійна корекція базується на тому, що користувач може налаштовувати форму кривої струму крокового двигуна Trinamic. Перейдіть у **LCD-меню – Налаштування – Лінійна корекція [LCD Menu – Settings – Linearity correction]** і налаштуйте потрібні параметри для будь-якої з трьох осей принтера. Для цього радимо дотримуватися інструкції, описаної в статті «Лінійна корекція калібрування екструдера» за посиланням https://help.prusa3d.com/en/article/extruder-linearity-correction-calibration_2254.



14 Відповіді на типові запитання (ручний монтаж принтера)

14.1 Принтер хитається - перевірити коректність монтажу рами за осями Y і Z

Якщо принтер хитається, треба перевірити коректність монтажу рами за осями Y і Z.

Усі деталі принтера виготовлені з найвищою точністю, однак якщо деталі з'єднати в різних місцях із різною силою, рама може деформуватися.

- Натисніть пальцями руки на боки рами, щоб перевірити нерухомість їхньої фіксації в кутових позиціях.
- Якщо боки злегка зрушуються, треба послабити гвинти, відкоригувати позицію боків і затягнути гвинти.



Рисунок 45 – Правильний монтаж рами

14.2 Принтер зупиняється після початку друку

Імовірно, перегрівається екструдер. Перевірте коректність роботи соплового вентилятора. Якщо проблему не вдалося вирішити, огляньте правильність контактів на материнській платі.

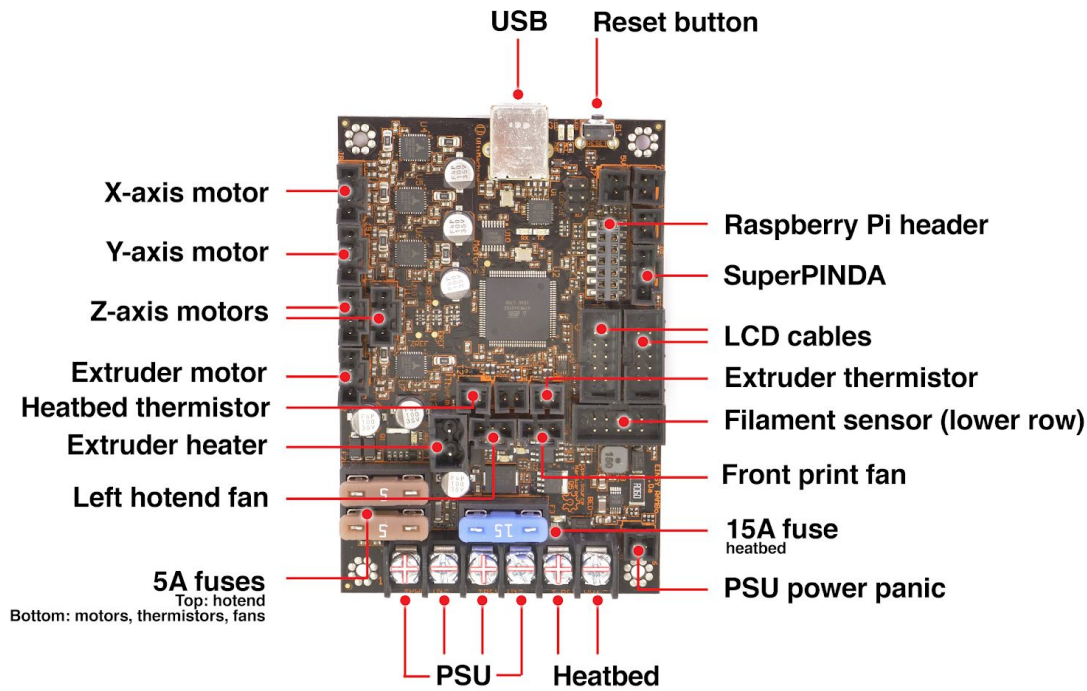


Рисунок 46 – Правильні контакти принтерних деталей із материнською платою:

USB – гніздо USB

Reset button – кнопка скидання параметрів

X-axis motor – двигун осі X

Y-axis motor – двигун осі Y

Z-axis motor – двигун осі Z

Extruder motor – двигун екструдера

Heatbed thermistor – термістор стола

Extruder heater – сопло екструдера

Left hotend fan – лівий вентилятор сопла

5A fuses (top: hotend; bottom: motors, thermistors, fans) – запобіжники на 5A (зверху: сопло; знизу: двигуни, термістори, вентилятори)

PSU – блок живлення

Heatbed – стіл

Raspberry PI header – гніздо для плати мікрокомп'ютера Raspberry PI

SuperPINDA – датчик SuperPINDA

LCD cables – кабелі LCD-панелі

Extruder thermistor – термістор екструдера

Filament sensor (lower row) – філаментний датчик (нижній ряд)

Front print fan – передній вентилятор принтера

15A fuse – запобіжник на 15A

PSU power panic – аварійна зупинка блока живлення

14.3 Принтер не зчитує SD-карту

По-перше, перевірте, що **назва файлу** на SD-карті зазначена **без спеціальних знаків**, інакше файл не зможе відобразитися на LCD-екрані. Переконайтеся, що SD-карта відформатована за стандартом FAT32. Якщо все в порядку і на комп'ютері SD-карта зчитується, перевірте кабель EXT2 (від материнської плати до LCD-панелі). Якщо він під'єднаний коректно, спробуйте замінити його новим.

14.4 Ослаблені ремені осей X або Y

Перевірте коректну натягнутість ременів, оскільки ослаблені ремені можуть погіршити якісний і безперебійний друк. Найпростіший спосіб перевірки – надрукувати круглий об'єкт: якщо хоча б один ремінь натягнутий некоректно, модель матиме форму, візуально відмінну від ідеального круга. Ремінь осі Y розміщений під столом. Ремінь осі X рухає екструдер. Правильно натягнуті ремені зазначені на рисунках нижче.



Натягнутість ременів можна переглянути в **LCD-меню – Підтримка – Інформація про ремінну натягнутість [LCD Menu - Support - Belt status]** після проведення процедури самотестування. Показник натягнутості можна оновити, якщо ініціювати окремий тест на перевірку ременів, і фінальне значення має коливатися **від 240 до 300**.

Натягнутість ременів свідчить про середню навантаженість двигуна. Нижче значення вказує на вищу натягнутість ременя (і навантаженість двигуна), вище – на ослабленість ременя (і навантаженість двигуна).

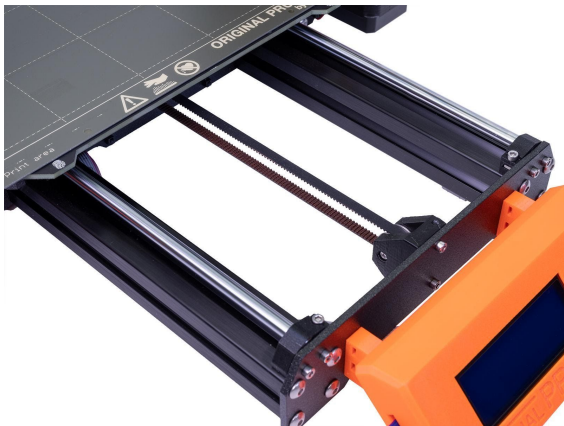


Рисунок 47 – Коректно натягнутий ремінь осі Y під столом

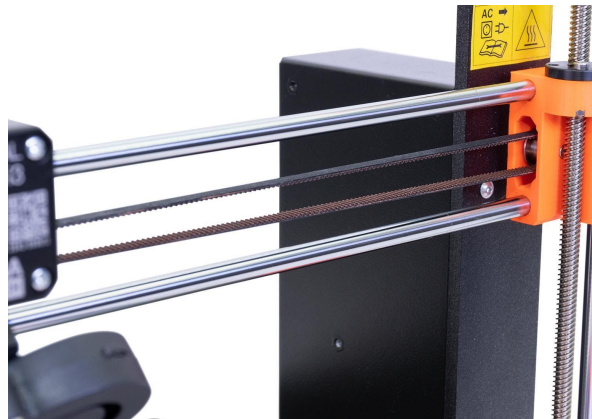


Рисунок 48 – Коректно натягнутий ремінь осі X

14.5 Кабелі від'єднуються від стола

Не забувайте, що кабелі біля стола мають бути додатково захищені текстильною ізоляцією. Під'єднуйте кабелі так, щоб вони не заважали руху екструдера під час друку.

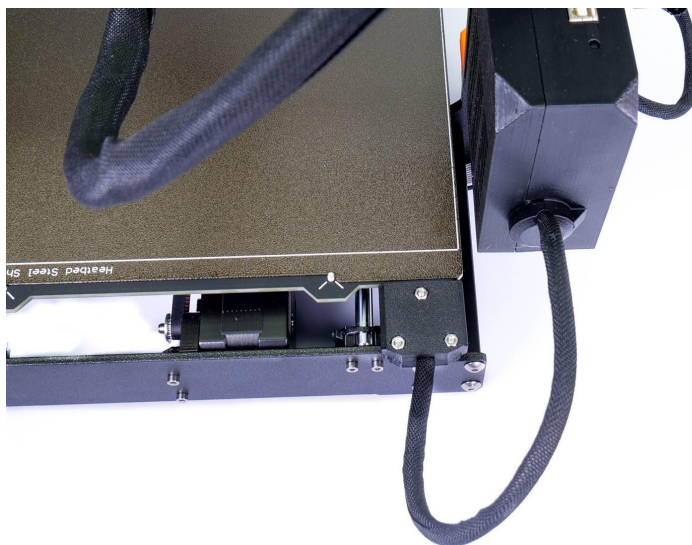


Рисунок 49 – Додаткова текстильна ізоляція кабелів біля стола

15 Відповіді на типові запитання (повідомлення про помилки)

Більш докладна інформація про помилки та способи їх вирішення зазначені за посиланням help.prusa3d.com.

15.1 Принтер ще не відкалібровано [Printer has not been calibrated yet]

Така помилка зазвичай з'являється під час першого запуску принтера після його ручного монтажу або при повному скиданні налаштувань і не зникне, доки пристрій не буде відкалібровано. Для коректного калібрування принтера дотримуйтесь інструкції в розділі [6.3.5](#).

15.2 Відстань між сопловим кінчиком та поверхнею стола ще не встановлено [Distance between the tip of the nozzle and bed surface has not been set yet]

Така помилка трапляється, якщо Ви успішно відкалібрували принтер, однак не налаштували калібрування першого шару. Відтак, налаштуйте перший шар за інструкцією в розділі [6.3.9](#).

15.3 Мінімально допустима температура [MINTEMP]

Така помилка видається, якщо принаймні одні з температурних показань сопла або стола падають нижче 10°C. Це запобіжна дія, щоб принтер не перегрівся на випадок дефектності термістора. Не використовуйте принтер поруч із кондиціонером або в гаражі, де температура може бути нижче 10°C.

Розрізняйте помилки про **мінімально допустиму температуру сопла [MINTEMP]** та **мінімально допустиму температуру стола [MINTEMP BED]**.

15.4 Максимально допустима температура [MAXTEMP]

Така помилка з'являється, якщо принаймні одні з температурних показань сопла або стола перевищують 310°C. Це запобіжна дія, щоб принтер неконтрольовано не

перегрівся. Перевірте цілісність термістерного кабелю та коректність контактів із материнською платою.

15.5 Тепловий розгін [Thermal runaway]

Така помилка трапляється, коли температурні показання сопла падають на 15°C протягом понад 45 секунд або коли аналогічно знижуються і не підіймаються показання стола протягом понад 4 хвилини при друці. Це запобіжна дія, щоб сопло не нагрілося до небезпечно високих температур, якщо від'єднався термістор. Такий випадок може статися, коли принтер працює поруч з кондиціонером або відкритим вікном. Більш докладна інформація про усунення несправностей за посиланням help.prusa3d.com.

15.6 Помилка з розігрівом [Preheat error]

Така помилка виникає, якщо відбувається збій в розігріві принтера. Перевірте коректність контактів соплового та столового термісторів. Більш докладна інформація про усунення несправностей за посиланням help.prusa3d.com.

15.7 Файл неповний. Все одно продовжити? [File incomplete. Continue anyway?]

Така помилка з'являється, якщо є проблема зі згенерованим G-кодом, що потенційно може зірвати весь процес друку. **Найчастіша причина – SD-карту було від'єднано від комп'ютера занадто рано, коли G-код усе ще експортувався до принтера.** Власне принтер автоматично сканує файл на наявність команди M84 (вимкнення двигунів), яка має бути наприкінці файлу. Якщо таку команду пристрій не знаходить, на LCD-панелі видається попередження про неповність файлу. Можна проглянути код або продовжити друк без його перегляду. Файли, створені низкою популярних слайсерів, зазвичай цілісні і проходять сканування без проблем, тому радимо використовувати рейтингові програми (наприклад, PrusaSlicer).

15.8 Помилка в роботі принтерного вентилятора [PRINT FAN ERROR]

Така помилка трапляється, коли принтерний вентилятор не приймає команди на роботу з конкретною кількістю обертів пропелера за хвилину [RPM]. Іншими словами, щось не дає пропелеру обертатися. Огляньте вентилятор на наявність залишків пластику і за потреби прочистіть його. Крім того, перевірте контакти вентилятора з материнською платою і цілісність його кабелю.

15.9 Помилка в роботі екструдерного вентилятора [EXTR. FAN ERROR]

Така помилка видається, коли екструдерний вентилятор не приймає команди на роботу з конкретною кількістю обертів пропелера за хвилину [RPM]. Іншими словами, щось не дає пропелеру обертатися. Огляньте вентилятор на наявність залишків пластику і за потреби прочистіть його. Крім того, перевірте контакти вентилятора з материнською платою і цілісність його кабелю.

15.10 Живлення відновлено. Продовжити друк? [Blackout occurred. Recover print?]

Така помилка фіксується, якщо в процесі друку електроживлення зникло на довгий час, а сопло і стіл вже охолонули. Принтер запитує, чи дійсно Ви бажаєте продовжити друк незавершеної моделі. Якщо так, перевірте адгезію об'єкта до стола і продовжте його друк.

15.11 Проблема з роликом. Вивантажте філамент вручну [Please open the idler and remove the filament manually]

Така помилка з'являється, якщо автоматичне вивантаження філаменту не спрацьовує коректно і його треба витягнути вручну. Для вирішення цієї проблеми дотримуйтеся інструкції за посиланням help.prusa3d.com.

15.12 Статична пам'ять перезаписана [Static memory has been overwritten]

Така помилка зазвичай не трапляється на нашій офіційній прошивці, оскільки вона вже протестована нами. Однак, ця проблема може з'явитися в саморобних версіях прошивки. Найпростіший спосіб вирішення – оновити програмне забезпечення принтера (дивіться розділ [13.9](#)).

Друкуйте та діліться ідеями!

Викладайте свої 3D-моделі з тегом #prusai3MK3S+
на фотохостингу



<http://www.prusa3d.com/original-prusa-i3-prints>

Приємного друку!