



ИНСТРУКЦИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ НАСТОЛЬНЫЙ БИОПРИНТЕР BIOMAKER 2I



SunP High-precision
Motor Drive System



Sterilization
System



Professional
Bioprinting Software



Dual Modular
Printheads



Automatic
Calibration System



Multi-functional
Printing Platform

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	1
ГЛАВА 1 ПРЕДСТАВЛЕНИЕ КОМПАНИИ	5
ГЛАВА 2 ВВЕДЕНИЕ В СЕРИЮ BIOMAKER	6
2.1 Основные аксессуары	6
2.1.1 Характеристики оборудования	6
2.1.2 Система фильтрации и стерилизации	7
2.1.3 Прочее	7
2.2 Параметры продукта	8
2.2.1 Основные параметры печатающих головок и адаптеров	9
2.2.2 Размещение печатающей головки	9
2.2.3 Сценарии печати	10
2.3 Демонстрация на примере	11
ГЛАВА 3 ИНСТРУКЦИИ ПО БЕЗОПАСНОСТИ	12
3.1 Символы предупреждения о безопасности	12
3.2 Предупреждение и предостережение	12
ГЛАВА 4 УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ПО ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ BIOMAKER	14
4.1 Установка программного обеспечения BioMaker	14
4.1.1 Установка программного обеспечения	14
4.1.2 Настройка совместимости	15
4.1.3 Активация	15
4.2 Подключение и инициализация устройства	16
4.2.1 Как проверить COM-порт	16
4.2.2 Подключение принтера и инициализация устройства	18

4.3	Функции интерфейса (в основном интерфейс печати)-----	19
4.3.1	Введение в общие кнопки в правом верхнем углу-----	19
4.3.2	Введение в интерфейс ПРЕДПЕЧАТКИ-----	20
4.3.3	ПЕЧАТЬ: Введение в интерфейс MODEL (импорт, моделирование, изменение параметров модели) 21 -----	
4.3.4	ПЕЧАТЬ: Введение в интерфейс BASE (выбор подложки) -----	27
4.3.5	ПЕЧАТЬ: Введение в интерфейс MATERIAL (выбор чернил, изменение параметров материала, настройки светового отверждения) -----	28
4.3.6	ПЕЧАТЬ: Введение в интерфейс POSITION (установка шприца, калибровка, настройка начального положения печати) -----	30
4.3.7	ПЕЧАТЬ: Введение в интерфейс PRINT (изменение параметров в режиме онлайн) -----	33
4.3.8	ВВЕДЕНИЕ В ИНТЕРФЕЙС РУЧНОГО УП -----	34
4.3.9	Введение в интерфейс настройки -----	36
4.4	Разделение моделей -----	39
4.4.1	Метод 1: печать с использованием встроенных предустановленных моделей-----	40
4.4.2	Метод 2: Импорт файлов STL-моделей-----	40
4.5	Автоматическая позиционирование печати и свободная позиционирование печати -----	41
4.5.1	Печать с автоматическим позиционированием -----	41
4.5.2	Печать в произвольном положении -----	44
4.6	Калибровка -----	44
4.6.1	Различные опорные точки и их настройка-----	47
4.6.2	Калибровка Map XYZ -----	50
4.6.3	Калибровка по оси Z -----	51
4.6.4	Автоматическая калибровка сопел -----	52
4.6.5	Автоматическая калибровка датчика -----	53
4.6.6	Автоматическая калибровка базового эталона (сначала необходимо выполнить калибровку датчика) 54 -----	

4.6.7	Автокалибровка базы (сначала необходимо выполнить калибровку датчика)-----	54
4.6.8	Комбинированная автоматическая калибровка.....	55
4.7	Изменение параметров печати в режиме онлайн-----	57
4.8	Ротационная печать и прямая печать методом электроформования расплавом -----	58
4.8.1	Ротационная печать.....	58
4.8.2	Прямая печать методом электроформования расплава -----	59
4.9	Коаксиальная печать-----	61
4.9.1	Адаптер для коаксиальной печати.....	61
4.10	Выключение-----	64
ГЛАВА 5	НОВЫЕ ФУНКЦИИ-----	65
5.1	2D-планирование маршрута-----	65
5.1.1	Учебник по программному обеспечению.....	65
5.1.2	Откройте интерфейс.....	65
5.1.3	Комбинационные блоки первого порядка.....	67
5.1.4	Комбинация второго порядка (шаблон) -----	68
5.1.5	Резюме -----	69
5.2	Функция рукописного Gcode -----	69
5.2.1	Введение в интерфейс редактора.....	70
5.2.2	Синтаксис скриптов SunP.....	72
5.2.3	Демонстрация основных операций-----	73
5.2.4	Соосная печать -----	76
5.2.5	Печать пентаграммы в геле Float Gel -----	78
5.3	Методы создания изображений SVG и требования к формату -----	79
5.4	Требования к формату: -----	81
ГЛАВА 6	КРАТКАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ -----	82

6.1	Подготовка к печати	82
6.2	Обычная печать	82
6.3	Специальная печать (требуется приобретение внешних аксессуаров, BASE может выбрать только Free Pos для ручной калибровки печати)	85
6.4	Выключение после печати:	87
ГЛАВА 7	МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ	88
7.1	Устранение неисправностей	88
ГЛАВА 8	РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОСЛЕПРОДАЖНОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ	91
8.1	Время реагирования службы послепродажного обслуживания компании	91
8.2	Контактная информация	91

Глава 1 Представление компании

Благодарим вас за выбор серии BIOMAKER, продукта компании SunP Biotech.

SunP Boyuan (Beijing) Biotechnology Co., Ltd, расположенная в биомедицинском парке Чжунгуаньцунь в Пекине, является высокотехнологичным предприятием, специализирующимся на передовых технологиях биопроизводства и био-3D-печати. Наша компания занимается производством передового оборудования для био-3D-печати, инновационных био-чернил и новаторских продуктов, напечатанных с помощью био-3D-печати, которые находят широкое применение в прецизионной медицине, высокотехнологичном медицинском оборудовании, моделях для скрининга лекарственных препаратов *in vitro*, персонализированном лечении опухолей и производстве продуктов тканевой инженерии. SunP Biotech также предоставляет комплексные решения в области био-3D-печати для междисциплинарных исследований и технических платформ в области медицинской инженерии.

Лидер инноваций в области 3D-биопечати

			
Global Leader with Over 20 Years of Experience in 3D Bioprinting	Over 60 Chinese and International Patents in 3D Bioprinting	Over 200 Academic Publications for Original Research and Applications Related to 3D Bioprinting	Authored "Biomaterials 3D Printing: Technology and Application", a Comprehensive Book for 3D Bioprinting by the Founder of SUNP

Видение SunP Biotech заключается в разработке и предоставлении био-3D принтеров, которые стоит иметь в каждой биологической лаборатории на планете. Поэтому бизнес-планирование и масштабы деятельности компании являются международными и перспективными и основаны на транснациональных совместных исследованиях, направленных на достижение 24-часового глобального реагирования в области исследований и производственного прогресса.

Глава 2 Введение в серию BIOMAKER

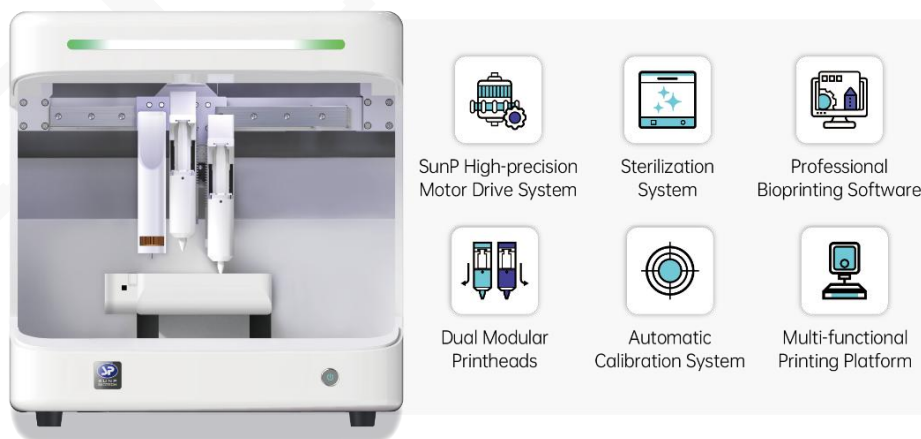
Серия BIOMAKER отличается непревзойденной функциональностью и является самой передовой линейкой 3D-принтеров в ассортименте продукции SunP Biotech. Благодаря самой точной платформе для печати с контролем температуры, доступной в настоящее время от SunP, и максимум 4 комплектам быстро устанавливаемых печатающих головок, серия BIOMAKER может быть настроена для выполнения широкого спектра проектов печати, которые идеально подходят для всех сценариев биологической 3D-печати и позволяют исследователям в полной мере раскрыть свой потенциал для расширения границ науки.

Платформа серии BIOMAKER разработана для беспрепятственного размещения стандартных чашек для культивирования и планшетов с лунками, широко представленных на рынке, что гарантирует повышенную стабильность печати благодаря надежному механизму крепления. SunP Biotech гордится своей инновационной компактной печатающей головкой с моторным приводом и широким спектром комбинаций, которые удовлетворяют разнообразные требования к печати. Благодаря удобной функции быстрого снятия клиенты могут без труда заменять сопла без сложных процедур или специальной помощи.

- Внешний дизайн оборудования продолжает минималистскую и стильную эстетику серии 3D-принтеров SunP Bio, а также предлагает более интегрированные и унифицированные функции и кнопки.
- Модульная конструкция печатающих головок позволяет быстро демонтировать, заменять и модернизировать их, а также обеспечивает совместимость с материалами высокой и низкой вязкости.
- подключение по Bluetooth устраняет ограничения и обеспечивает более быструю и простую работу.
- Программное обеспечение оптимизировано для еще большего удобства эксплуатации.

2.1 Основные аксессуары

2.1.1 Характеристики оборудования



SunP BioMaker 2i (профессиональный настольный биопринтер)

2.1.2 Система фильтрации и стерилизации

Серия BIOMAKER оснащена системой фильтрации HEPA в верхней части устройства, которая обеспечивает минимальное загрязнение внутреннего рабочего пространства. Кроме того, все устройства серии BIOMAKER имеют встроенную систему УФ-стерилизации, что позволяет использовать их не только в биологически безопасных шкафах, но и независимо в обычной лаборатории.

2.1.3 Прочее

Серия BIOMAKER оснащена соплами, совместимыми со стандартными 5-миллилитровыми шприцами BD, что обеспечивает универсальность оборудования в лаборатории и удовлетворяет требованиям высокопроизводительной печати каркасов, одновременно снижая необходимость в приобретении специальных шприцев. Пользователи также могут выбрать адаптер, совместимый с 3-миллилитровыми шприцами, чтобы удовлетворить различные экспериментальные потребности. Для особо ценных и дефицитных материалов по запросу также может быть предоставлен набор адаптеров объемом 1 мл. Так же опционально, можно использовать дополнительный внешний одатчик материала, который позволяет использовать шприцы от 10 до 50 мл.

2.2 Параметры оборудования

Таблица 1: Параметры BIOMAKER 2i

Название	BIOMAKER 2i Настольный биопринтер профессионального уровня
Общие Размер	480 мм*500 мм*420 мм
Количество печатающих головок	2
Тип печатающей головки	Сменные с приводом от двигателя
Макс. давление экструзии	6 МПа
Скорость печати	70 мм/с
Объем печати	130 мм*90 мм*50 мм
Разрешение печати	50 мкм
Температура платформы	+37° C
Модуль УФ-отверждения	365 нм/405 нм Легко переключаемый
Автокалибровка	3 оси
Калибровка планшета	Да
Чистота	Стерилизация УФ-С + фильтрация HEPA
Возможности подключения	Bluetooth, USB
HD-камера	Настраиваемая
Выбор печатающей головки	• Печатающая головка с двунаправленным контролем температуры • Печатающая головка с УФ-отверждением • Прямая печать с помощью горячего плавления / электроформования расплава • Соосное сопло

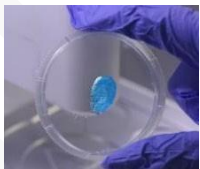
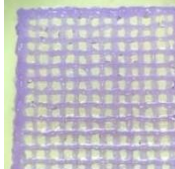
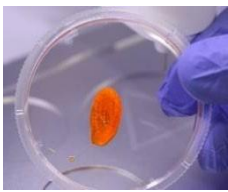
2.2.1 Основные параметры печатающих головок и адаптеров

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПЕЧАТНОЙ ГОЛОВКИ И ДЕТАЛЕЙ					
	Сила экструзии (МПа)	Температура (°C)	Внутренний диаметр (мкм)	Другие параметры	Биопринтер
Двухнаправленная система контроля температуры Печатающая головка	2 МПа	10-70 °C	50 мкм	Совместим с шприцами объемом 1/3/5 мл, 10 мл (через податчик материала)	BioMaker 2i
Печатающая головка с УФ-отверждением	2 МПа	10° C-RT	100 мкм	Длина волны: 365/405 нм Интенсивность света: 0-25 мВт/см2	BioMaker 2i
Печатающая головка с горячим плавлением	6 МПа	RT-270 °C	0,1-1,5 мм	Формы подачи: стержневидные/гранулированные	BioMaker 2i
Коаксиальное сопло	2 МПа	10-70 °C	Внутренний диаметр: 300 Наружный диаметр: 1100	Наружный диаметр 1,1 мм/1,4 мм/1,8 мм, Внутренний диаметр 23G/20G/18G	BioMaker 2i

2.2.3 Сценарии печати

СЦЕНАРИИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕЧАТИ			
	Применимые печатающие головки	Типичные материалы	Применение
Печать биоматериалов	Печатающая головка с контролем температуры Печатающая головка с УФ-отверждением	Pluronic F127 Наноцеллюлоза Коллаген Альгинат ECM Фибриноген Маригель Хитозан	Опухолевые клетки Костный картридж Печень Кожа Мышцы Сердце Нервные клетки Эмбриональные стволовые клетки Индукцированные плюрипотентные стволовые клетки
Термочувствительная печать гидрогелем	Печатающая головка с температурным контролем Печатающая головка с УФ-отверждением	Плуроник F127 Желатин Альгинат	
Печать с использованием светочувствительного гидрогеля	Печатающая головка с УФ-отверждением	GeIMA HAMA PEGDA	
Печать полимерных каркасов	Печатающая головка с горячим плавлением	PCL PLGA PLA	Картридж для костей Стоматологический
Печать полимерно-гидрогелевых композитов	Печатающая головка с термопластичным покрытием + печатающая головка с контролем температуры Печатающая головка с УФ-отверждением	PCL + Hydrogel	Сухожилия и связки Спинальный мозг Сердечный клапан Костный картридж
Плавающая печать	Печатающая головка с контролем температуры Печатающая головка с УФ-отверждением	FLOAT+GeIMA	Сложная ткань
Коаксиальная печать	Коаксиальное сопло + печатающая головка с температурным контролем Печатающая головка с УФ-отверждением (требуется 2 PH)	Желатин + альгинат	Сосудистая мышца Катетер Трахея
Вращающаяся печать (опционально)	Адаптер для вращательной печати + Печатающая головка с термопластичным покрытием/печатающая головка с регулируемой температурой /Печатающая головка с УФ-отверждением	PCL PLA Гидрогель	Сосудистые/катетерные/трахеальные трубки Сосудистый/сердечный стент
Плавление Электростатическая прямая печать (опционально)	Плавление Электропрядение Прямая печать Печатающая головка	PCL PLGA PLA	Биосенсор кожи мозговых оболочек

2.3 Демонстрация случая

Материал	Основные компоненты	Параметры печати
SunP Gel A1	Желатин Альгинат натрия	Температура сопла: 27 °C Температура платформы: RT Высота слоя: 0,2 мм Расстояние между линиями: 1,2 мм Скорость экструзии: 0,72 мм ³ /с Скорость печати: 5 мм/с Интеллектуальное поддержание расстояния: 0,5 мм
		
SunP Gel G1	GelMA	Температура сопла: 23 °C Температура платформы: RT Высота слоя: 0,2 мм Расстояние между линиями: 1,2 мм Скорость экструзии: 0,72 мм ³ /с Скорость печати: 5 мм/с Интеллектуальное расстояние: 0,5 мм
		
SunP Gel S1	Pluronic F-127	Температура сопла: RT Температура платформы: RT Высота слоя: 0,2 мм Расстояние между линиями: 1,2 Скорость экструзии: 0,72 мм ³ /с Скорость печати: 5 мм/с Расстояние Smart Keep: 0,5 мм
		

Глава 3 Инструкции по безопасности

Внимание: Несоблюдение инструкций по безопасности может привести к травмированию оператора или непоправимому повреждению принтера. Перед использованием принтера внимательно прочтите этот раздел.

3.1 Символы предупреждения о безопасности

Таблица 2: Следующие символы указывают на потенциальные угрозы безопасности, которые могут привести к травмам.

	Не смотрите прямо на ультрафиолетовый свет. Пожалуйста, надевайте соответствующие средства защиты. При эксплуатации в открытой среде необходимо установить защитную крышку. Сопло устройства оснащено ультрафиолетовой стерилизацией UV-C, а также источником ультрафиолетового света 365 нм/405 нм.
	Не прикасайтесь к движущимся частям руками или другими предметами и не пытайтесь остановить устройство вручную до его полной остановки.
	Перед чисткой, осмотром, отладкой, ремонтом или разборкой оборудования и его компонентов необходимо остановить оборудование, выключить главный выключатель и отключить источник питания.
	Перед тем, как прикасаться к внутренним компонентам принтера, необходимо дать ему остыть. Например, нагретые печатающие головки (температура может достигать 250 °C), работающие двигатели и радиаторы охлаждающих печатающих головок.
	Лицам с кардиостимуляторами или испытывающим дискомфорт в сильных магнитных полях следует держаться подальше от оборудования.

3.2 Предупреждения и меры предосторожности

Таблица 3: Предупреждения и меры предосторожности, связанные с использованием оборудования

	Оборудование серии BIOMAKER относительно тяжелое (~55 кг) и требует осторожного обращения. Для перемещения и транспортировки оборудования рекомендуется привлекать не менее двух человек.
	Подключите источник питания биопринтера к заземленной розетке и используйте требуемое напряжение во время работы. В противном случае могут возникнуть серьезные последствия, такие как перегорание источника питания или поражение электрическим током.



Всегда надевайте защитные очки и перчатки при работе с материалами, которые впитываются кожей, являются токсичными, сильно притягивающими, коррозионными, аллергенными, канцерогенными, репродуктивно опасных или вызывающих мутации у людей.



Внимательно прочтите руководство по безопасности, прилагаемое к оборудованию, и ознакомьтесь с соответствующими инструкциями и учебными пособиями по правильному использованию оборудования.



Перед использованием оборудования требуется его инициализация, в противном случае некоторые функции не будут доступны и может произойти повреждение оборудования.

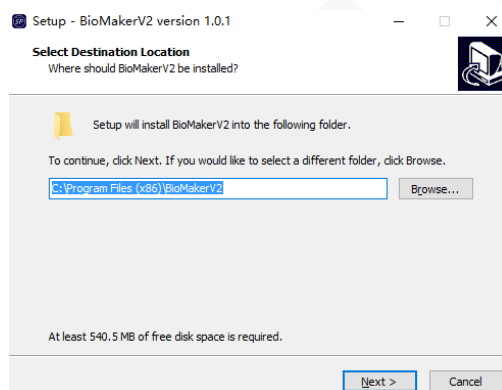
Глава 4 Учебник по программному обеспечению BioMaker для

Программное обеспечение BioMaker — это профессиональное программное обеспечение для ПК, разработанное специально для биопечати командой SunP Bioengineering R&D Team. Оно объединяет функции нарезки и управления в одном программном обеспечении. Оно совместимо с файлами моделей STL, соответствующими промышленным стандартам, и отличается понятным и интуитивным интерфейсом. Благодаря интуитивно понятным рабочим процессам и модульным операциям пользователи могут быстро приступить к работе. Программа поставляется со встроенной базой данных моделей и базой данных SunP Bioink, что избавляет от необходимости изучать параметры и позволяет пользователям более эффективно получать экспериментальные результаты.

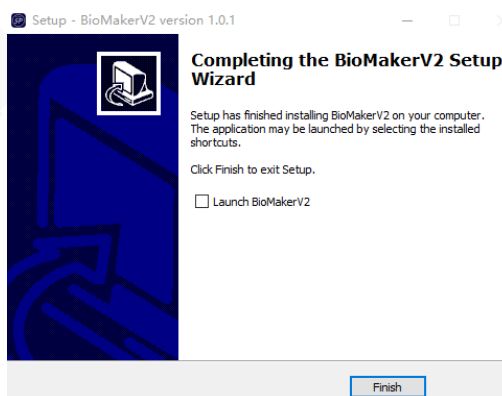
Учебные пособия подходят для серии BIOMAKER!

4.1 Установка программного обеспечения BioMaker

4.1.1 Установка программного обеспечения

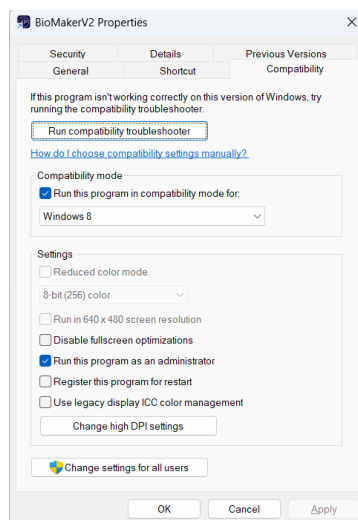


- Откройте программу установки, установите путь установки (рекомендуется устанавливать вне диска C и не на том же диске, что и операционная система) и приступите к установке.



- Снимите флажок «Запустить BioMakerV2» и нажмите «Готово», чтобы завершить установку.

4.1.2 Настройка совместимости



- После установки щелкните правой кнопкой мыши на BioMakerV2 и выберите «Свойства». В интерфейсе совместимости установите флажки «Запускать эту программу в режиме совместимости» (выберите Win10 или Win11 из раскрывающегося меню) и «Запускать эту программу от имени администратора». Нажмите «Применить», а затем «ОК».

4.1.3 Активация



- Откройте BioMaker V2 и нажмите на значок «Вход» в правом верхнем углу интерфейса. Скопируйте ID для лицензионного кода и отправьте его техническому специалисту по обучению. После генерации и ввода соответствующего серийного номера нажмите «Зарегистрировать», чтобы завершить активацию.

(Примечание: каждый компьютер имеет фиксированный и уникальный идентификатор лицензии, и один серийный номер может активировать программное обеспечение только на одном компьютере).

4.2 Подключение и инициализация устройства

- Перед подключением убедитесь, что печатающая головка установлена. Затем выполните следующие действия:
1) подключите шнур питания, 2) включите задний главный выключатель, 3) включите передний выключатель питания.
(В состоянии включения питания должны гореть как главный выключатель, так и выключатель питания.
Когда светодиодный индикатор в камере принтера загорается, это означает, что запуск завершен).
- BioMaker имеет два варианта подключения: USB-подключение и беспроводное подключение по Bluetooth.
Для подключения по USB подключите задний порт устройства к компьютеру с помощью кабеля для передачи данных. Для подключения по Bluetooth включите переключатель Bluetooth на задней панели устройства.

4.2.1 Как проверить COM-порт

- При подключении программного обеспечения BioMaker к компьютеру необходимо выбрать правильный номер COM-порта для принтера. Выполните следующие действия:
 - Для USB-соединения.
Откройте «Диспетчер устройств» на компьютере и проверьте «Порты (COM и LPT)». Найдите и запомните номер COM-порта USB-последовательного порта или аналогичного порта.

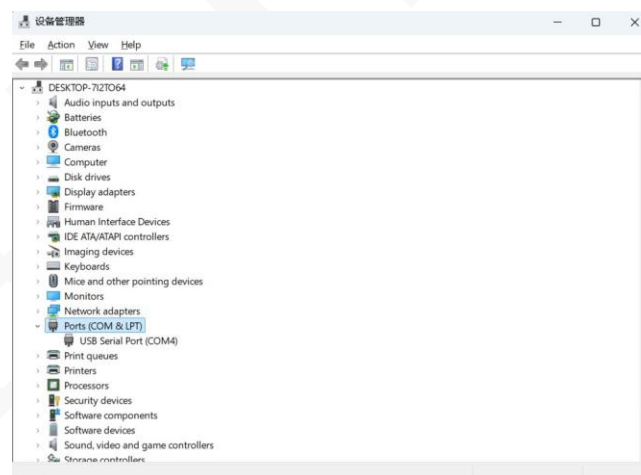


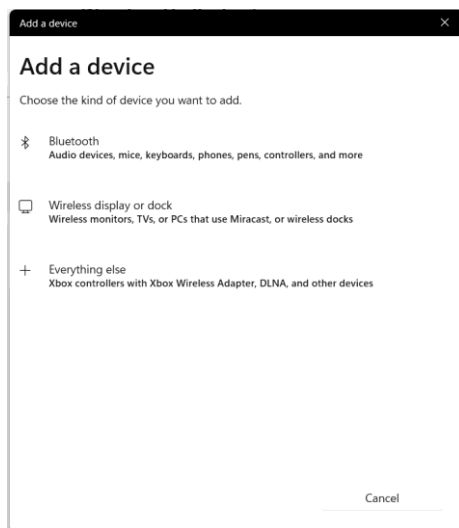
Рисунок 2 Проверьте COM-порт с USB-подключением

- Для Bluetooth-соединения.

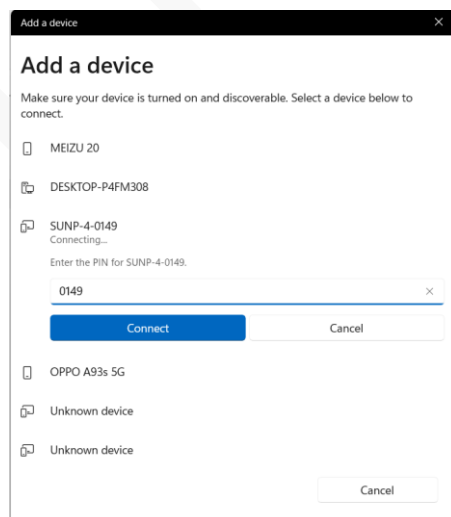
При первом использовании Bluetooth-соединения необходимо добавить Bluetooth-устройство.

Выполните следующие действия:

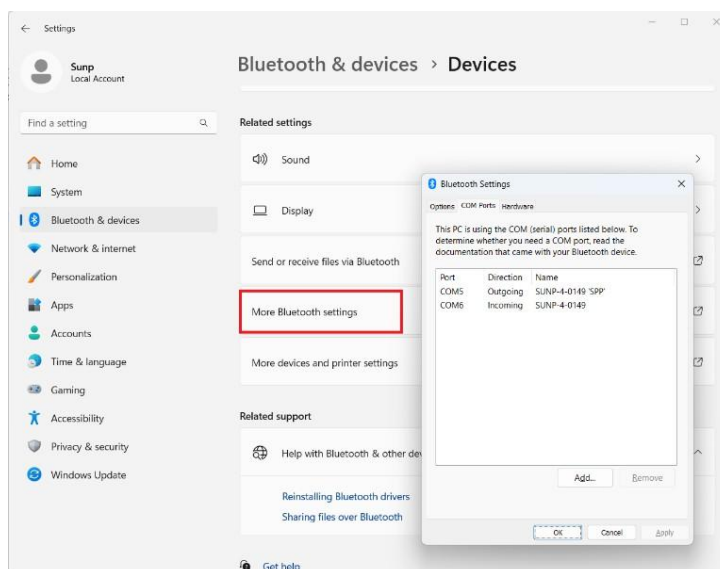
1. Откройте «Bluetooth и другие устройства» на компьютере, включите Bluetooth, затем нажмите «Добавить Bluetooth или другое устройство» и выберите Bluetooth.



2. Найдите соответствующее имя устройства и введите пароль для подключения. Например: SUNP-4-0149, пароль: 0149 (последние четыре цифры имени Bluetooth).

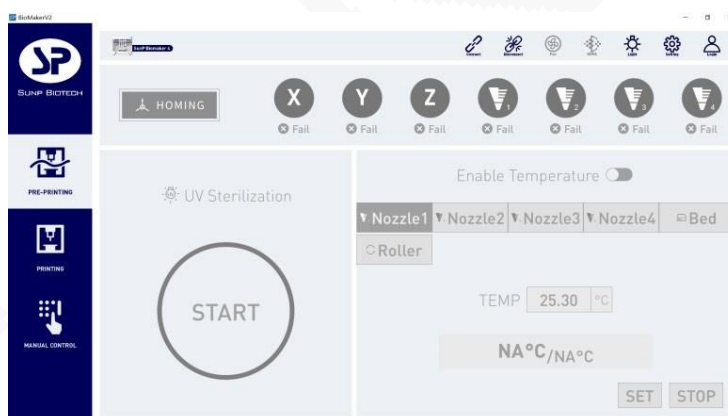


3. После добавления устройства откройте «Дополнительные параметры Bluetooth» и проверьте исходящий порт, который будет портом для подключения. Например, на рисунке ниже это COM5.



4.2.2 Подключение принтера и инициализация устройства

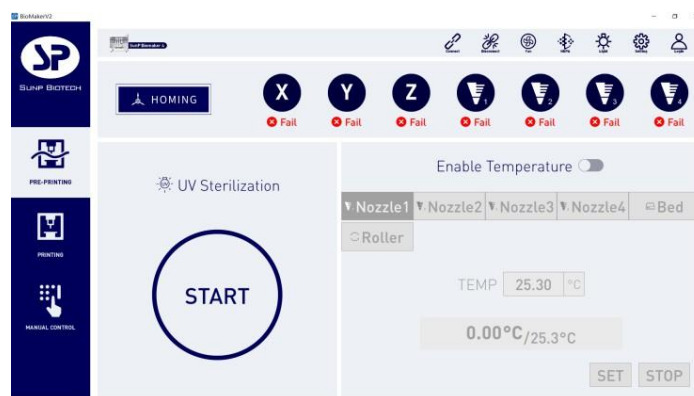
- Когда принтер не подключен, первоначальный интерфейс программного обеспечения будет выглядеть, как показано ниже, с основными значками интерфейса справа в сером цвете и нерабочими.



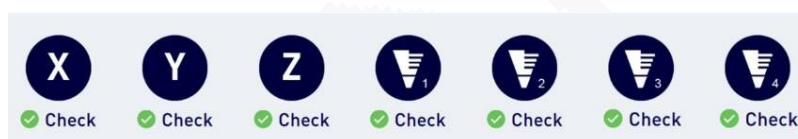
- Нажмите «Подключиться» в правом верхнем углу. После появления диалогового окна, показанного ниже, выберите соответствующий порт. Скорость передачи данных должна быть установлена на значение по умолчанию 115200, изменять его не нужно. Затем нажмите «Подключиться» еще раз, чтобы установить соединение.



- После успешного подключения значки интерфейса программного обеспечения изменятся с серых на синие, как показано ниже:



- Если подключение не удалось, отключите принтер и повторите вышеуказанные шаги по подключению.
- После установления соединения нажмите « HOMING» (Инициализация), и устройство автоматически инициализируется (платформа опустится вниз, печатающие головки выровняются по горизонтали, затем вернется в исходное положение, а гнездо прижимного элемента печатающей головки поднимется в самое верхнее положение, после чего произойдет переключение на сопло 1). После инициализации индикаторы загорятся зеленым цветом, а красный индикатор «Fail» (Неудача) справа сменится на зеленый индикатор «Check» (Проверить), что означает завершение инициализации.



4.3 Функции интерфейса (в основном интерфейс печати)

Программное обеспечение BioMaker в основном включает три интерфейса: PRE-PRINTING (ПОДГОТОВКА К ПЕЧАТИ), PRINTING (ПЕЧАТЬ) и MANUAL CONTROL (РУЧНОЕ УП

- PRE-PRINTING — это интерфейс подготовки перед печатью, который в основном включает функции инициализации, стерилизации и контроля температуры.
- PRINTING — это основной интерфейс управления печатью с наибольшим количеством функций, который будет в центре внимания в данном введении.
- MANUAL CONTROL — это интерфейс отладки, который реже используется при нормальной работе клиентов, но обеспечивает наибольшую гибкость.

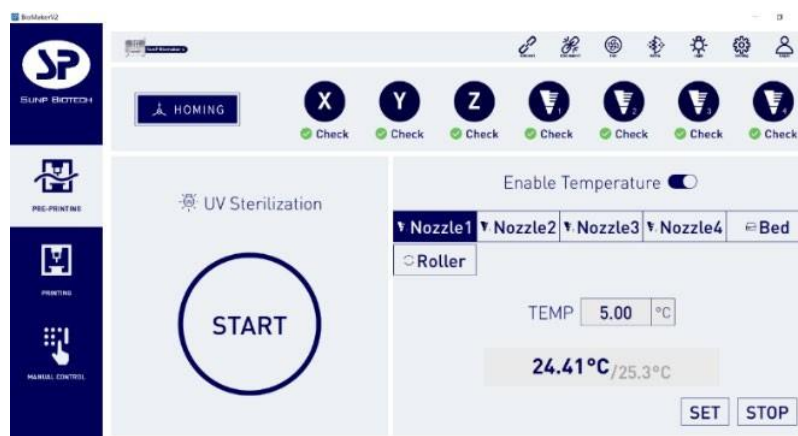
4.3.1 Введение в общие кнопки в правом верхнем углу



В правом верхнем углу программного обеспечения находится семь общих кнопок, которые можно использовать в любом интерфейсе. Слева направо это: «Подключить», «Отключить», «Вентилятор», «HEPA», «Свет», «Настройки» и «

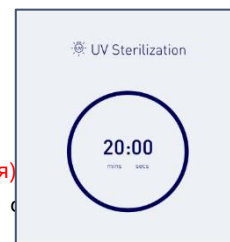
Вход. (Настройки имеют более сложные функции, которые будут представлены отдельно в конце этого раздела).

4.3.2 Введение в интерфейс PRE-PRINTING



Интерфейс PRE-PRINTING состоит в основном из трех частей. Помимо HOMING, используемого для инициализации, две другие части — это область UV Sterilization (УФ-стерилизация) в левом нижнем углу и область Enable Temperature (Включить температуру) в правом нижнем углу.

- HOMING: инициализация, за исключением кнопки « HOMING» (Сброс инициализации), остальные значки в том же ряду служат только для индикации, и нажатие на них не имеет смысла. Слева направо: ось X, ось Y, ось Z, сопло 1, сопло 2, сопло 3 и сопло 4.
- Нажмите кнопку «START» (СТАРТ) в области «UV Sterilization» (УФ-стерилизация) для стерилизации камеры перед печатью. По умолчанию продолжительность стерилизации составляет 20:00. Повторное нажатие остановит процесс стерилизации.



Примечание: Примите меры защиты и НЕ смотрите на процесс стерилизации; при работе вне чистой скамьи убедитесь, что дверная крышка установлена правильно.

- Когда переключатель «Включить температуру» включен, область управления температурой изменится с серого на синий, что означает, что ее можно изменить. Интерфейсы управления температурой для сопел 1, 2, 3, 4, платформы и поворотной оси разделены. Выберите соответствующий интерфейс, введите целевую температуру после TEMP и нажмите SET. Нажмите STOP, чтобы остановить нагрев или охлаждение. Под полем ввода TEMP слева отображается температура в реальном времени, а справа — целевая температура.

Пример: отображение 25 °C/40 °C означает, что температура в реальном времени составляет 25 °C, а целевая температура — 40 °C; NA °C/NA °C означает, что устройство не подключено. Если температура в реальном времени отображается как -35 °C или -27 °C и остается неизменной, это означает, что

неправильное соединение между соплом и устройством или неисправность датчика температуры.

Примечание: 25,3 °C — это начальная температура по умолчанию. Если целевая температура справа составляет 25,3 °C, это означает, что нет команды управления температурой и функции нагрева и охлаждения выключены.

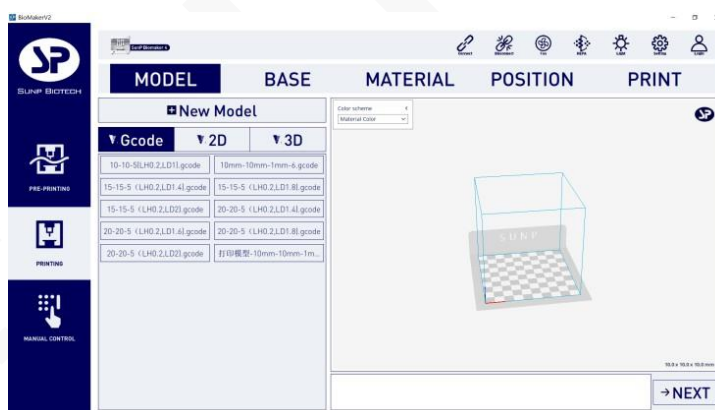
Примечание: Фактический диапазон регулирования температуры определяется техническими параметрами сопла и типа платформы, даже если программное обеспечение позволяет устанавливать температуру в диапазоне от

-30 °C до 275 °C.

Примечание: После нажатия кнопки STOP для завершения охлаждения платформа для печати автоматически нагревается до комнатной температуры (около 25,3 °C) для испарения конденсата.

4.3.3 ПЕЧАТЬ: Введение в интерфейс MODEL (импорт, моделирование, изменение параметров модели)

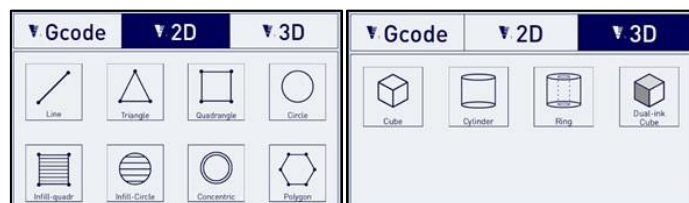
- MODEL — это первый интерфейс в разделе «ПЕЧАТЬ» и первый шаг в процессе печати. Он в основном включает в себя импорт существующих моделей (gcode, STL), создание пользовательских моделей (таких как кубы, цилиндры), изменение
-
- параметров модели и нарезку.
- MODEL является наиболее сложным в PRINTING и изначально служит интерфейсом для импорта gcode, как показано ниже:



- В левой части отображается список файлов gcode, сохраненных в установочном каталоге BioMakerV2\models\gcode (можно добавлять дополнительные файлы). При нажатии на файл в правом окне отображается предварительный просмотр модели.
- Параметры печати для каждого файла gcode являются фиксированными. Файлы gcode, предоставляемые программным обеспечением, имеют названия, основанные на основных параметрах печати. Например: 15-15-5 (LH0.2, LD1.4).

gcode обозначает размер модели 15 x 15 x 5, высоту слоя (LH) 0,2 и расстояние между линиями заполнения (LD) 1,4 в миллиметрах.

- Нажав кнопку «ДАЛЕЕ» в правом нижнем углу, вы перейдете в интерфейс BASE. Нажав кнопку «2D» или «3D» вы перейдете в интерфейс выбора встроенной модели, как показано ниже:



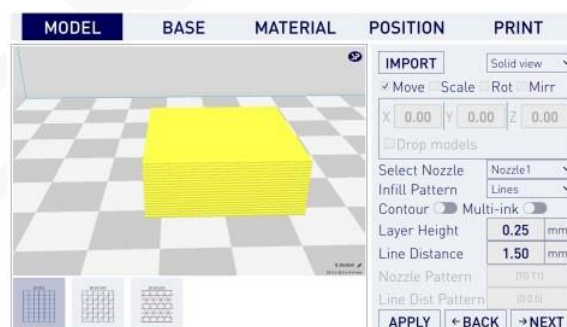
- После выбора любой модели вы перейдете в соответствующий интерфейс изменения параметров, как показано ниже:

В левой части отображается 2D-модель, в которой можно изменять только длину, ширину и высоту, которые зафиксированы на одном слое;

Справа отображается пользовательская модель, где можно настроить длину, ширину, высоту, установить высоту слоя, расстояние между линиями, схему заполнения и другие основные параметры нарезки.



- Нажав «Новая модель», вы можете выбрать файл STL и перейти в соответствующий интерфейс настройки слоев, как показано ниже:



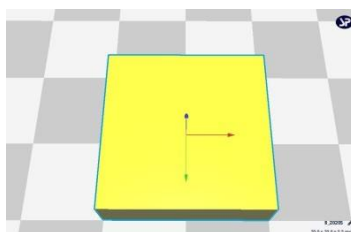
- Этот интерфейс имеет наиболее сложные возможности изменения параметров, включая все изменяемые параметры в двух предыдущих сценариях. Ниже приводится подробное описание:

➤ Введение в операции в левом окне модели:

- 1) Левая кнопка мыши: щелкните, чтобы выбрать модель. После выбора появятся трехцветные координатные оси, где красный, зеленый и синий цвета соответствуют осям XYZ. При выборе «Переместить», «Масштабировать»

или «Поворот» в правой части, удерживайте левую кнопку и перемещайте мышь, чтобы выполнить соответствующее перемещение, масштабирование и поворот. Если удерживать определенную ось, можно выполнять перемещение, масштабирование или поворот только в направлении этой оси. Щелчок за пределами области модели отменяет выбор.

(Название и размер модели будут отображаться в правом нижнем углу окна. Щелчок по значку пера позволяет переименовать модель).



- 2) Щелчок правой кнопкой: удерживая правую кнопку, можно свободно поворачивать перспективу.

Одиночный щелчок отобразит следующие опции, как показано на рисунке:

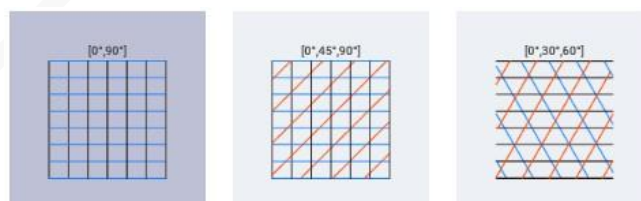
Center Selected Models	
Delete Selected Models	Del
Multiply Selected Models	Ctrl+M
Print Selected Models With:	
Extruder 0: PLA_1 - empty	Ctrl+1
Extruder 1: PLA_2 - empty	Ctrl+2
Extruder 2: PLA_3 - empty	Ctrl+3
Extruder 3: PLA_4 - empty	Ctrl+4
Select All Models	Ctrl+A
Arrange All Models	Ctrl+R
Clear Build Plate	Ctrl+D
Reload All Models	F5
Reset All Model Positions	
Reset All Model Transformations	
Group Models	Ctrl+G
Merge Models	Ctrl+Alt+G
Ungroup Models	Ctrl+Shift+G

- 3) Щелчок средней кнопкой мыши: скольжение увеличит или уменьшит масштаб перспективы.

Удерживая и перемещая мышь, можно панорамировать перспективу.

➤ Введение в изменение параметров в правой части:

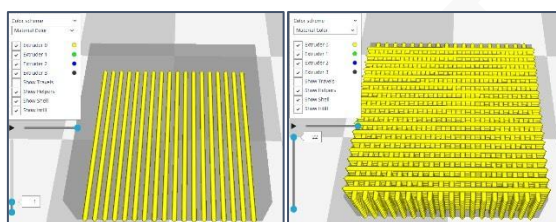
- 1) Шаблон линий заполнения: Три значка под левым окном модели представляют три различных шаблона линий заполнения, как показано ниже:



Как показано на рисунке, слева направо, это соответствует $[0^\circ, 90^\circ]$, $[0^\circ, 45^\circ, 90^\circ]$, $[0^\circ, 30^\circ, 60^\circ]$. Все шаблоны заполнения представляют собой прямые линии, а углы для каждого слоя разделены запятыми, например $[0^\circ, 45^\circ, 90^\circ]$: это означает, что направление заполнения для первого слоя составляет 0° по часовой стрелке по оси Y, 45° для

второго слоя и 90° для третьего слоя. Каждый набор из 3 слоев образует цикл, а 4-й, 5-й и 6-й слои будут повторять схему заполнения первых 3 слоев и так далее.

- 2) **ВАЖНО:** Можно продолжать загружать несколько моделей STL.
- 3) **Вид:** раскрывающееся меню позволяет выбрать три различных вида, включая сплошной, перспективу и слои. После нарезки автоматически отобразится вид слоев. Вид: Слои, в левом окне модели в левом нижнем углу отобразится следующее меню с функциями, показанными на рисунке. Оно позволяет настроить режим отображения модели после нарезки, а вертикальную ось справа можно перетаскивать вверх и вниз, чтобы отобразить состояние каждого слоя. Номер можно ввести вручную, чтобы указать конкретный слой.
- 4) **Перемещение:** после выбора модели левой кнопкой мыши в поле будут отображены координаты



XYZ, как показано ниже. Координаты также можно ввести вручную, чтобы переместить модель в желаемое положение (координаты модели не влияют на эффекты нарезки и печати, они предназначены только для наблюдения и управления). Опустить модели: автоматически опускает модель на печатную платформу.

☒ Move	☐ Scale	☐ Rot	☐ Mirr
X	-0.06	Y	0.00
Z	0.00		
☐ Drop models			

- 5) **Масштаб:** после выбора модели левой кнопкой мыши в поле, показанном ниже, отобразятся размеры XYZ. Их также можно ввести вручную в миллиметрах. Сброс: восстанавливает исходный размер модели. Равномерно: масштабирует модель пропорционально.
- 6) **Поворот:** XYZ в этом интерфейсе не имеет значения в текущей версии. Сброс: восстанавливает

☐ Move	☒ Scale	☐ Rot	☐ Mirr
X	25.00	Y	25.00
Z	9.36		
Reset		☐ Uniform	

исходный угол модели. Развернуть: автоматически разворачивает модель в плоскую поверхность. Привязка: поворачивает

модель с шагом 15 градусов.

☐ Move	☐ Scale	☒ Rot	☐ Mirr		
X	0.10	Y	0.10	Z	0.10
Reset		Lay flat		☒ Snap	

- 7) Mirr: переворачивает одну из осей XYZ в качестве центральной оси для отражения на 180 градусов.

☐ Move	☐ Scale	☐ Rot	☒ Mirr		
X	0.10	Y	0.10	Z	0.10
☒ X		☐ Y		☐ Z	
				Mirror	

- 8) Контур оболочки: сравнение печати с оболочкой (слева) и без оболочки (справа) выглядит следующим образом:



- 9) Выбрать сопло: Выбирает сопло, используемое для печати этой отдельной модели. По умолчанию используется сопло 1.
- 10) Шаблон заполнения: Шаблон заполнения внутри модели. По умолчанию используется шаблон «Зигзаг». Другие часто используемые шаблоны включают «Линии» и «Концентрические», которые можно настроить в соответствии с фактическими потребностями.
- 11) Высота слоя: высота каждого слоя в процессе нарезки (в миллиметрах). Более высокое значение увеличивает скорость печати, но снижает разрешение, а более низкое значение снижает скорость печати, но увеличивает разрешение.
- 12) Расстояние между линиями: расстояние между центральными линиями напечатанной заполняющей структуры. Более высокое значение создает более крупные промежутки, а более низкое значение — более мелкие промежутки.
- 13) Несколько чернил: позволяет печатать с использованием нескольких чернил (сопел). При включении этой опции активируются параметры, показанные на изображении ниже:

Contour	☐	Multi-ink	☒
Layer Height	0.25	mm	
Line Distance	1.50	mm	
Nozzle Pattern	[T0,T1]		
Line Dist Pattern	[0,0]		

- 14) Расположение сопел: расположение сопел. Каждый цикл заключен в скобки,

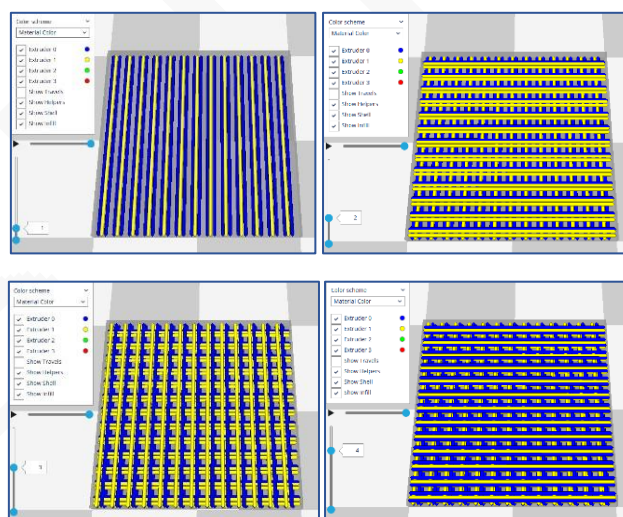
с запятыми, разделяющими слои. Пробелы используются для обозначения переключения сопел в пределах одного слоя — T0 и T1 соответствуют соплу 1 и соплу 2 соответственно.

- 15) Line Dist Pattern (Шаблон расстояния между линиями): Шаблон расстояния между линиями. Каждый цикл заключается в скобки,

с запятыми, разделяющими слои. Пробелы используются для обозначения интервалов между основными и подчиненными линиями в пределах одного слоя.

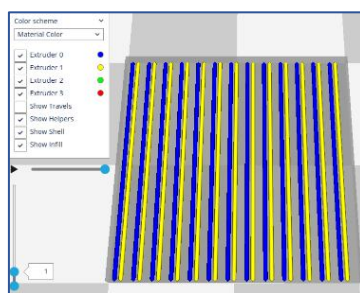
- 16) Два вышеуказанных параметра должны соответствовать друг другу один к одному. Например: [T0 T1 T0, T1 T1 T0, T1 T0], [0 0,3 0,7, 0 0,4 0,6, 0 0,5] означает, что для первого слоя основная линия печатается с T0, с двумя подчиненными линиями. Первая подчиненная линия печатается с T1 и располагается на расстоянии 0,3 единицы от основной линии, а вторая подчиненная линия печатается с T0 и располагается на расстоянии 0,7 единицы от основной линии. Для второго слоя основная линия печатается с T1, с двумя подчиненными линиями. Первая подчиненная линия печатается с T1 и располагается на расстоянии 0,4 единицы от основной линии, а вторая подчиненная линия печатается с T0 и располагается на расстоянии 0,6 единицы от основной линии. Для третьего слоя основная линия печатается с T1, и есть только одна подчиненная линия, которая печатается с T0 и расположена на расстоянии 0,5 единиц от основной линии. Этот паттерн повторяется каждые три слоя. Результаты нарезки для первого, второго, третьего и четвертого слоев показаны ниже (синий цвет обозначает T0, желтый — T1).

Приведенные выше примеры являются относительно сложными и редко используются в реальных

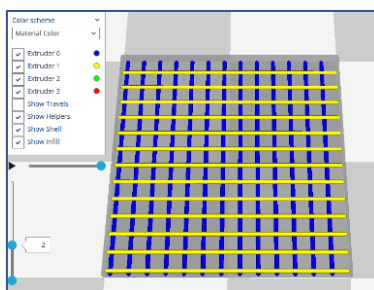


ситуациях. Вот два простых примера:

[T0 T1], [0 0.5]: Первый слой печатается с T0 в качестве основной линии и T1 в качестве подчиненной линии с интервалом 0,5 единиц. Этот паттерн повторяется на каждом слое.



[T0, T1], [0, 0]: первый слой печатается с T0, а второй слой — с T1. Подчиненных линий нет. Этот паттерн повторяется через два слоя.



- После выбора параметров нажмите «ПРИМЕНИТЬ», чтобы начать процесс нарезки. После завершения нарезки в левом окне можно просмотреть изображение предварительного просмотра.
Нажмите «НАЗАД», чтобы вернуться к предыдущему интерфейсу, или «ДАЛЕЕ», чтобы перейти к интерфейсу BASE.
- Дополнительные параметры можно настроить в интерфейсе «Настройки». Перед внесением необходимых изменений в этом меню пользователям рекомендуется хорошо ознакомиться с принтером и обладать определенным уровнем знаний. Новичкам не рекомендуется работать с этим интерфейсом, а для сложных изменений параметров модели рекомендуется обратиться в службу технической поддержки. Подробные настройки см. во введении в интерфейс «Настройки».

4.3.4 ПЕЧАТЬ: Введение в интерфейс BASE (выбор подложки)



- В левом нижнем углу вы можете выбрать тип подложки, необходимой для печати, из 8 вариантов, включая планшет с лунками (6 лунок, 12 лунок, 24 лунки), чашку Петри (100 мм, 60 мм, 35 мм) и печатную платформу (Ref Pos, Free Pos). После выбора выбранная подложка отобразится в левом верхнем углу. При выборе планшета с лунками можно щелкнуть соответствующие лунки.

свободно выбирать расположение лунок для печати.

- SELECT ALL (ВЫБРАТЬ ВСЕ): выбрать все положения лунок; (для использования с планшетами с лунками).
- СБРОСИТЬ ВСЕ: отменить выбор всех; (для использования с планшетами с лунками).
- Начальная высота слоя: начальная высота слоя.
- Расстояние между центрами X: расстояние между центрами лунок в направлении X планшета с лунками; (используется для корректировки погрешности в направлении X между планшетами с лунками разных спецификаций).
- Расстояние между центрами Y: расстояние между центрами лунок в направлении Y луночной плашки; (используется для корректировки погрешности в направлении Y между луночными плашками разных спецификаций).
- Нажатие кнопки НАЗАД вернет вас к предыдущему интерфейсу, а нажатие кнопки ДАЛЕЕ переведет вас к интерфейсу МАТЕРИАЛ.

4.3.5 ПЕЧАТЬ: Введение в интерфейс MATERIAL (выбор чернил, изменение параметров материала, настройки светового отверждения).



Рисунок 1

В верхних левой и правой частях можно выбрать соответственно Nozzle1, Nozzle2, Nozzle3 и Nozzle4. Обе формы интерфейса идентичны, и каждый параметр соответствует независимо.

- Часто используемые параметры в верхней половине:
 - 1) Выбор материала: доступны четыре варианта, включая Customer, SunP Gel A1, SunP Gel G1 и SunP Gel S1. При выборе трех последних вариантов рекомендуемые параметры ниже (включая скорость печати, скорость экструзии, температуру сопла и рабочую платформу) автоматически изменятся на рекомендуемые настройки (обычно при использовании соответствующих чернил изменение этих параметров не требуется). Если выбран вариант «Клиент», измененные параметры в этом интерфейсе будут сохранены для следующего запуска программного обеспечения.

Примечание: при выборе A1, G1 и S1 автоматически изменяемые рекомендуемые параметры включают высоту слоя и расстояние между линиями в интерфейсе MODEL!

Если вам необходимо выполнить печать в соответствии с рекомендуемыми параметрами, сначала выберите чернила в этом интерфейсе, а затем измените параметры.

-
- 2) Шприц: доступны три варианта: 1 мл, 3 мл и 5 мл, которые должны соответствовать характеристикам используемого шприца, в противном случае это повлияет на количество экструзии.
 - 3) Тип сопла: выберите тип сопла. После выбора другого типа сопла на интерфейсе будут активированы соответствующие функции.
 - 4) Скорость печати: скорость печати, измеряемая в мм/с. Ее значение определяет скорость сопла во время печати. Теоретическое максимальное значение составляет 120 мм/с из-за ограничения максимальной скорости движения оси XY. Верхний предел установленного значения составляет 99,00 мм/с. (Это значение не полностью соответствует фактической скорости печати).
 - 5) Скорость экструзии: скорость экструзии, измеряемая в мм³/с, определяет количество экструдированного материала в секунду во время печати, что влияет на ширину линий (т. е. толщину нити). Из-за ограничения максимальной скорости экструзии двигателя сопла значение не должно быть слишком большим, иначе это приведет к снижению фактической скорости печати. Верхний предел установленного значения составляет 99,00 мм/с.
 - 6) Smart Keep: включите переключатель втягивания → Расстояние: расстояние втягивания, измеряемое в мм, которое по умолчанию обычно устанавливается на 0,5 мм.
 - 7) НОР: Включить подъем → Расстояние: высота подъема, измеряемая в мм, которая по умолчанию обычно устанавливается на 2 мм.
- Менее часто используемые параметры в нижней половине:
 - 1) Nozzle TEMP: Переключатель управления температурой сопла, такой же, как в интерфейсе PRE-PRINTING, можно настроить и просмотреть здесь.
 - 2) Температура платформы: переключатель управления температурой платформы, такой же, как в интерфейсе ПЕРЕД ПЕЧАТЬЮ, можно установить и просмотреть здесь.
 - 3) Световое отверждение: Переключатель светового отверждения → Интенсивность: интенсивность света мВт/см² → Период: Продолжительность одной экспозиции. (Эта функция доступна только при использовании сопла с функцией светового отверждения. По умолчанию цикл экспозиции составляет один раз каждые два слоя. Ввод числа «n» для режима Light Mode означает одну экспозицию каждые «n» слоев. Если тип сопла — синхронная печатающая головка с УФ-отверждением, режим Light Mode можно установить на 0 слоев.) → Расстояние: расстояние экспозиции, измеряемое в мм → УФ длина волны: выбор длины волны (эта функция доступна только при включенном световом отверждении и в сочетании с соплом, имеющим эту функцию).
 - 4) Включить смешивание: включить смешивание чернил. Сумма процентов смешивания чернил, установленных в двух
-

интерфейсах сопел должна составлять 100%, прежде чем можно будет включить режим смешивания чернил (Mix Mode) (если она не равна 100%, при установке флажка появится соответствующее сообщение). **В настоящее время только сопла 1 и 2 поддерживают печать со смешиванием чернил.**

- UV&PB — это ультрафиолетовый и зондовый модуль, расположенный с левой стороны сопла 1. Вы можете выбрать длину волны УФ-излучения (365 нм или 405 нм), установить время облучения, интенсивность и расстояние. Также можно указать режим облучения. Если облучение происходит 1 раз на слой, в поле Light Mode следует ввести 1.

Примечание: если режим освещения равен 0, световое отверждение не может быть включено.



- Нажатие кнопки «ПРИМЕНИТЬ» в правом нижнем углу выполнит нарезку. После нарезки изображение предварительного просмотра в интерфейсе «МОДЕЛЬ» изменится соответствующим образом. Нажатие кнопки «Сохранить в файл» сохранит нарезку в виде файла gcode. Нажатие кнопки «ДАЛЕЕ» перейдет к интерфейсу «ПОЛОЖЕНИЕ».

4.3.6 ПЕЧАТЬ: Введение в интерфейс POSITION (установка шприца, калибровка, настройка начального положения печати)



Рисунок 2

В интерфейсе Precise E-Control кнопки «Сопло 1», «Сопло 2», «Сопло 3» и «Сопло 4» соответствуют управлению соответствующими головками и имеют одинаковые функции. **Нажмите кнопку сопла, чтобы выбрать сопло.**

Precise E-Control

- Сопло 1, Сопло 2, Сопло 3, Сопло 4

1) LOAD SYRINGE: Установите шприц (и прижимную пластину).

Размер шприца Xml: указывает используемый размер шприца, соответствующий шприцу в интерфейсе MATERIAL, и он будет отрегулирован соответствующим образом. Нажатие кнопок «^» и «v» под APPLY позволяет контролировать небольшое движение фиксирующей пластины вверх и вниз, чтобы облегчить установку прижимной пластины. Расстояние каждого движения составляет 0,2 мм.

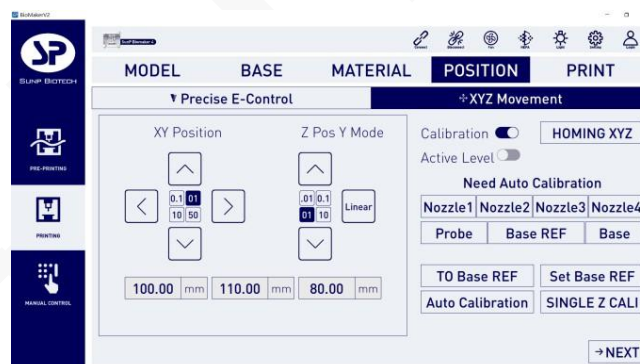
Следующая часть предназначена только для старой версии!

Значение Xml должно быть близким к шкале на сопле, чтобы обеспечить установку прижимной пластины. В это поле можно вводить только положительные целые числа с верхним пределом 50 мл. X не может превышать размер шприца при фактическом использовании. Нажатие кнопок «+» или «-» позволяет увеличить или уменьшить X на 1.

2) Непрерывное движение: управление количеством экструзии E двигателя сопла.

Скорость экструзии сопла, измеряемая в мм/мин, может принимать только положительные целые числа с верхним пределом 150 мм/мин. Нажатие кнопок «+» или «-» позволяет увеличить или уменьшить скорость на 1.

Нажатие кнопок «Вверх»/«Вниз» запускает движение прижимной пластины сопла вверх/вниз с заданной скоростью. Нажатие кнопки «СТОП» останавливает движение. Эту функцию можно настроить для выполнения предварительной экструзии или ручного втягивания перед печатью, а также для облегчения установки прижимной пластины.



Движение по осям XYZ

Слева находится элемент управления положением XYZ.

1) XY Position / Z Position: Нажатие кнопок «^», «v», «<» и «>» соответственно управляет движением по оси Y внутрь/наружу и по оси X влево/вправо. 4 цифры в центре кнопок направления соответствуют расстоянию одного движения. Минимальное расстояние движения для оси XY составляет 0,1 мм, а для оси Z — 0,01 мм.

Абсолютные координаты осей XYZ отображаются ниже, показывая крайнюю левую

и заднюю точки, до которых может перемещаться сопло, как нулевую точку оси XY, а также самую высокую точку, до которой может подниматься платформа, как нулевую точку оси Z. Эти значения отображаются только для информации и не могут быть изменены.

- 2) Линейный: при нажатии кнопки «Линейный» отобразится запрос (содержание запроса: ось Y принтера переключится в линейный режим, убедитесь, что установлена поворотная ось), подтверждение запроса приведет к переключению на поворотную ось. Кнопка изменится с «Линейный режим» на «Поворотный». При нажатии кнопки «Вращающаяся» отобразится запрос (содержание запроса: «Вращающаяся ось переключится на ось Y, а XYZ вернется в нулевое положение, будьте осторожны»). Подтверждение запроса приведет к переключению и возврату в нулевое положение.

Не включайте функцию поворотной оси, если поворотная ось не установлена. После переключения на вращающуюся ось ось Y больше не будет двигаться. (Подробности см. в пункте 4.8.1)

- 3) Справа находится «Калибровка». После включения переключателя «Калибровка» можно использовать следующие кнопки:

HOMING XYZ: инициализация осей XYZ. Основное отличие от HOMING заключается в том, что не инициализируется двигатель экструзии сопла, что облегчает работу после установки шприца и прижимной пластины.

Active Level: при включении этой функции устройство автоматически компенсирует ошибки наклона платформы во время печати на основе данных, полученных при калибровке платформы, обеспечивая стабильную автоматическую позиционирующую печать и настраиваемую высоту начального слоя.

Need Auto Calibration				Need Auto Calibration			
Nozzle1	Nozzle2	Nozzle3	Nozzle4	Nozzle1	Nozzle2	Nozzle3	Nozzle4
Probe	Base REF		Base	Probe	Base REF		Base

Требуется автоматическая калибровка: выберите сопло и компоненты, которые требуют автоматической калибровки. В приведенном примере сопла 1, 2 и 3 калибруются автоматически по порядку, после чего калибруется эталонная лунка на планшете и другие лунки. (Первые 5 элементов можно калибровать в любой комбинации, последние 2 элемента можно выбрать по отдельности или оба для калибровки, первые 5 элементов и последние 2 элемента нельзя комбинировать для калибровки).

К БАЗОВОМУ ОТСЧЕТУ ВВЕРХ: нажатие этой кнопки быстро перемещает сопло в положение непосредственно над выбранной базой.

SET BASE REF: Установите координаты XY для автоматического позиционирования печати. Это применимо только в том случае, если в опции Free Pos выбрана база, отличная от Print Bed. После настройки принтер будет автоматически перемещаться в установленное положение для начала печати при каждой последующей печати.

Примечание:

* Эта функция в основном используется для приблизительной настройки начальной точки печати. Для точной настройки начальной точки печати следует использовать автоматическую калибровку, чтобы получить точные значения. При смене сопел, шприцев или игл требуется повторная калибровка.

* Эта функция доступна только при активации сопла 1; она отключается при активации других сопел.

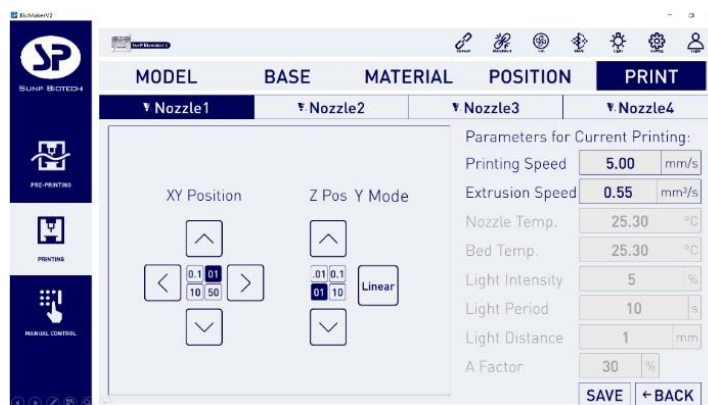
Автоматическая калибровка: нажмите, чтобы запустить автоматическую калибровку выбранного сопла и PROBE. (Следуйте принципу приоритета сопла, т. е. сначала откалибруйте сопло, затем откалибруйте зонд. BASE REF выполняется перед BASE.)

SINGLE Z CALI: калибровка оси Z для одного сопла, используется для получения текущей погрешности сопла в направлении Z после смены шприца или иглы.

4.3.7 PRINTING: Введение в интерфейс PRINT (изменение параметров в режиме онлайн)



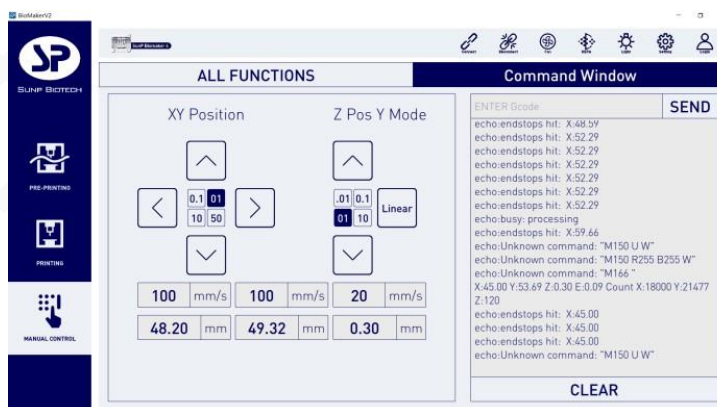
- Начать печать: Нажмите START, чтобы начать печать. Процент выполнения печати и время, затраченное на печать, будут отображаться в верхней части интерфейса. Кнопка START в нижней части интерфейса изменится на PAUSE.
- Во время печати вы можете изменять скорость печати и скорость экструзии в процентах без остановки.
- Пауза: нажмите PAUSE (ПАУЗА), чтобы приостановить печать. Кнопки в нижней части интерфейса слева направо: EDIT PARAMETERS (РЕДАКТИРОВАТЬ ПАРАМЕТРЫ) (изменить параметры), CONTINUE (ПРОДОЛЖИТЬ) (продолжить печать) и STOP (остановить печать).
- Изменение параметров в режиме онлайн: нажмите «EDIT PARAMETERS» (Изменить параметры), чтобы перейти в интерфейс изменения параметров. Подинтерфейсы для сопел 1, 2, 3 и 4 одинаковы и могут использоваться для изменения параметров сопел 1, 2, 3 и 4 с целью оптимизации последующих результатов печати.



- 1) Левая кнопка XYZ Position (Положение XYZ) работает так же, как POSITION-XYZ Movement (Перемещение XYZ), и может использоваться для перемещения положения сопла. Статус поворотной оси в данный момент не может быть изменен.
- 2) Параметры в правой части экрана аналогичны параметрам в интерфейсе MATERIAL. Можно изменить только следующие шесть параметров: скорость экструзии, скорость печати, температура сопла, температура стола, интенсивность света, период освещения, расстояние освещения, а последние шесть (коэффициент А или В) можно изменить только после включения соответствующих переключателей в интерфейсе MATERIAL.
- 3) После завершения изменения нажмите SAVE (СОХРАНИТЬ) для подтверждения и вернитесь в интерфейс PAUSE (ПАУЗА), нажав BACK (НАЗАД). Затем нажмите CONTINUE (ПРОДОЛЖИТЬ), чтобы возобновить печать с новыми параметрами с предыдущего положения.

4.3.8 Введение в интерфейс РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

- Окна команд: этот интерфейс является внутренним интерфейсом отладки, используемым для просмотра параметров и информации об устройстве.



- Интерфейс «ВСЕ ФУНКЦИИ»: Функции слева аналогичны функциям интерфейса «Положение печати XYZ». Справа находятся все функциональные кнопки, используемые в калибровке платформы и калибровке пластины. Они будут подробно описаны ниже:



- Нажмите кнопку «Калибровка», чтобы активировать следующие функции:

HOMING: аналогично HOMING XYZ, перемещает фиксированную пластину сопла, прижимную пластину и поршень шприца в самое верхнее положение, сбрасывая экструзию сопла.

SET X/Y/Z DATUM: Установите опорную точку X/Y/Z, используемую для указания координат датчиков осей X/Y/Z в модуле калибровки. (Можно установить только с помощью сопла 1. Когда активированы другие сопла, функции SET X/Y/Z DATUM и SET BASE REF отключены).

Примечание: Первоначальная настройка вышеупомянутых координат выполняется на заводе-изготовителе. Рекомендуется сбросить их после распаковки, чтобы обеспечить точность значений.

TO BASE REF UP (К ОСНОВАНИЮ REF ВВЕРХ): Нажатие этой кнопки быстро перемещает сопло в положение непосредственно над выбранной точкой отсчета основания.

SET BASE REF (УСТАНОВИТЬ ОТСЧЕТ БАЗЫ): Установите точку отсчета (точку отсчета планшета) для выбранного типа базы. Эта точка будет использоваться в качестве отсчета для автоматического позиционирования и печати модели на планшете в режиме автоматического позиционирования и печати. Эта функция используется для приблизительной настройки координат точек отсчета планшета. (Точные значения координат можно получить с помощью автоматической калибровки точек отсчета планшета, которую необходимо повторить после замены планшета).



РАЗВЕРНУТЬ ЗОНД: Активировать зонд и включить кнопки ниже; УБРАТЬ ЗОНД: Закрыть зонд и отключить кнопки ниже;

- SET PROBE (УСТАНОВИТЬ ЗОНД): Установите опорную точку калибровки зонда, чтобы определить координаты положения XYZ зонда относительно датчика оси Z.

- b) КАЛИБРОВКА ЗОНДА: Автоматическая калибровка зонда для получения точных значений координаты Z зонда посредством калибровки.
- c) CALI BASE REF: Автоматическая калибровка опорных точек планшета с лунками для получения точных значений Z-координат опорных точек планшета с лунками посредством калибровки.
- d) CALI BASE: автоматическая калибровка планшета с лунками для устранения ошибок глубины каждой лунки, обеспечивающая одинаковую высоту начального слоя для каждой лунки во время автоматической печати позиционирования.

MAN XYZ CALI: Ручная калибровка XYZ, используемая для калибровки двойных (N) сопел. Переместите каждое двойное (N) сопло в соответствующие отмеченные точки и выровняйте их с отмеченными точками. Нажмите один раз для каждого выровненного сопла. Этот процесс необходимо повторить дважды (N раз), чтобы завершить калибровку. Ручная калибровка может уменьшить погрешности положения XYZ между двойными (N) соплами при переключении. (Отмеченные точки можно настроить в любом месте на платформе.)

SINGLE Z CALI: Калибровка оси Z для одного сопла, используемая для калибровки отклонения координаты Z текущего сопла после замены печатающего сопла.

DISPLAY PARA: Отображение параметров памяти, которые будут показаны в правом нижнем поле отображения данных.

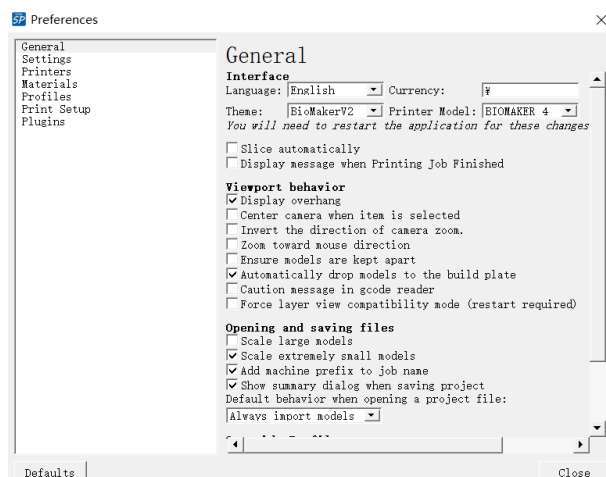
СБРОС ПАРАМЕТРОВ: Очистка параметров памяти и восстановление заводских настроек.

4.3.9 Введение в интерфейс настройки

Примечание: Новым пользователям не рекомендуется изменять параметры в интерфейсе настроек. Если изменение необходимо, запишите исходные параметры для дальнейшего использования. Перед внесением изменений рекомендуется проконсультироваться со службой технической поддержки.

Нажав вторую кнопку настройки справа в правом верхнем углу, вы откроете интерфейс настроек, как показано на рисунке ниже:

В левой части этого интерфейса находится список выбора подинтерфейсов, который включает «Основные», «Настройки», «Принтер», «Материалы», «Файл конфигурации», «Настройки печати» и «Плагины». Мы пропустим «Материалы», «Файл конфигурации» и «Плагины», так как они используются редко. Если пользователю необходимо изменить «Материалы», «Файл конфигурации» и «Плагины», обратитесь в службу технической поддержки. Мы сосредоточимся на более часто используемых функциях в других четырех интерфейсах.



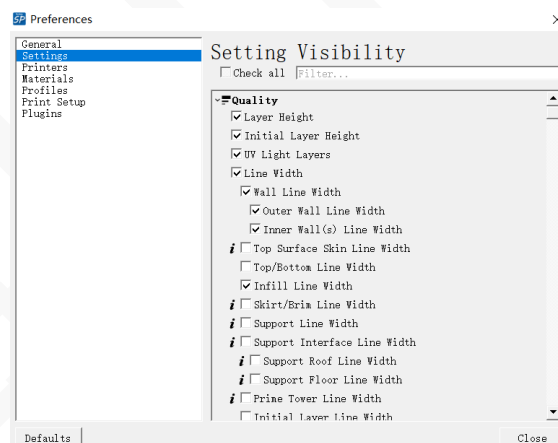
- Основные настройки:

Язык **интерфейса**: переключайтесь между английским и китайским языками только в интерфейсе «Настройки». После выбора закройте и снова откройте окно.

Поведение окна просмотра — убедитесь, что все модели остаются отдельно: не устанавливайте этот флажок при загрузке нескольких моделей, которые должны перекрываться.

Поведение окна просмотра — автоматическое опускание моделей на печатную платформу: та же функция, что и перетаскивание моделей в интерфейсе MODEL.

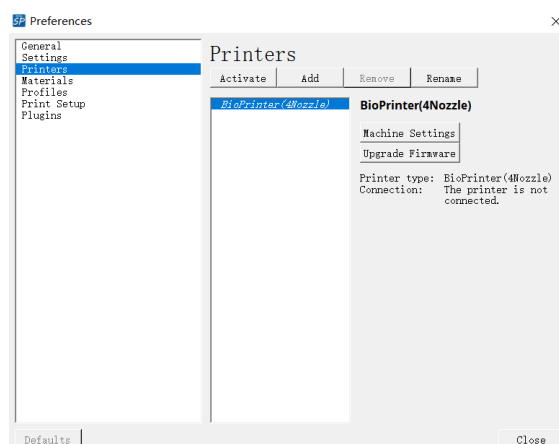
Другие функции: Функции описаны буквально, при наведении курсора мыши на текст отображаются комментарии.



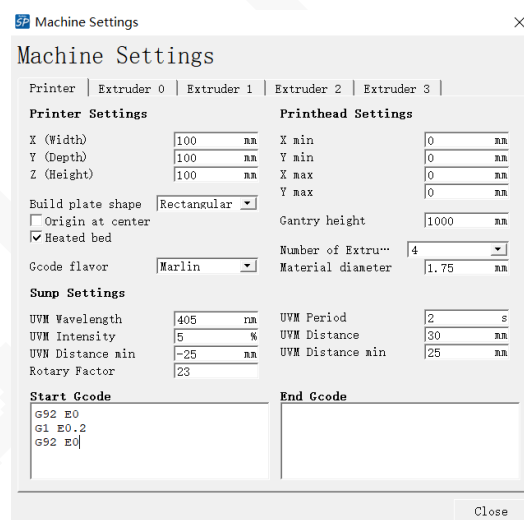
- Настройка видимости:

Этот интерфейс связан с интерфейсом «Настройка печати», и многие сложные функции необходимо настраивать через эти два интерфейса. Каждая опция в этом интерфейсе имеет комментарии, которые отображаются при наведении курсора мыши на соответствующий текст. Выберите параметр, который хотите изменить, отметьте его, и соответствующий параметр отобразится в интерфейсе «Настройка печати» для изменения.

Примечание: Если отметить слишком много параметров в этом интерфейсе, будет сложно настроить параметры в интерфейсе «Настройка печати». Рекомендуется внимательно прочитать комментарии перед тем, как отмечать параметры, и скрыть параметры, которые не используются часто или обычно не изменяются. Некоторые функции могут быть не реализованы на определенных устройствах или все еще находятся в экспериментальной стадии. Если у вас есть вопросы, обратитесь в службу технической поддержки.

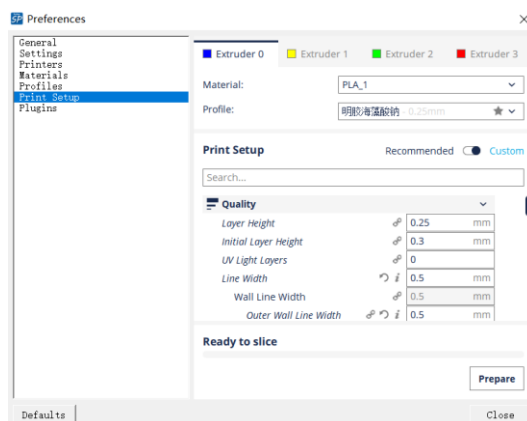


- Принтер:
Настройки принтера: При нажатии на эту кнопку откроется следующий интерфейс:



Основная часть, которая будет использоваться в этом интерфейсе, — это два поля ввода внизу. Вы можете заранее настроить команды GCode для начала и окончания задания печати. Обычно нет необходимости в специальных настройках, так как они обычно устанавливаются службой технической поддержки во время первоначальной установки.

Обновление прошивки: Если требуется обновление прошивки, служба технической поддержки предоставит файл обновления. Просто нажмите на обновление прошивки и загрузите файл обновления с расширением .hex.



- **Настройка печати:**
Этот интерфейс связан с интерфейсом настройки видимости и отображает все параметры, выбранные в интерфейсе настройки видимости. По умолчанию он включает параметры в категориях «Качество», «Оболочка», «Заполнение», «Материалы» и «Скорость». Большинство этих параметров не нужно настраивать в этом интерфейсе, так как их можно настроить в интерфейсах «МОДЕЛЬ» и «МАТЕРИАЛ» в интерфейсе «ПЕЧАТЬ» при нормальном использовании. Однако есть некоторые часто используемые параметры, которые нельзя изменить в вышеупомянутых интерфейсах. Их необходимо изменить в этом интерфейсе, например:
Оболочка: включает параметры, связанные с толщиной стенки, количеством линий стенки, верхними и нижними слоями и т. д.
Заполнение: здесь можно выбрать различные шаблоны заполнения, а также настроить шаблон заполнения. Подробности см. на рисунке.
Опоры: создание опорных конструкций для нависающих частей модели, чтобы предотвратить их разрушение во время печати.

4.4 Нарезка модели

Разделение модели на слои — это процесс разделения трехмерной модели на слои или секции, называемые срезами, с помощью программного обеспечения для компьютерного моделирования. Затем эти срезы служат ориентиром для принтера, который печатает модель слой за слоем. Программное обеспечение BioMaker имеет встроенную базу данных моделей, которая постоянно обновляется. Сервисный центр SunP Printing Technology может предоставить профессиональную техническую поддержку по моделированию моделей и услуги по печати. Эти функции помогут вам быстро начать работу, ускорить исследования и приблизить вас к отличным результатам.

4.4.1 Метод 1: Печать с использованием встроенных предустановленных моделей

+ New Model	
▼ Gcode	▼ 2D
15-15-5 (LH0.2,LD1.4).gcode	15-15-5 (LH0.2,LD1.8).gcode
15-15-5 (LH0.2,LD2).gcode	20-20-5 (LH0.2,LD1.4).gcode
20-20-5 (LH0.2,LD1.6).gcode	20-20-5 (LH0.2,LD1.8).gcode
20-20-5 (LH0.2,LD2).gcode	

- Вы можете напрямую печатать некоторые из встроенных моделей в программном обеспечении, имена файлов которых содержат следующую информацию:

Например, возьмем файл с именем «15-15-5 (LH0.2, LD1.4).gcode».

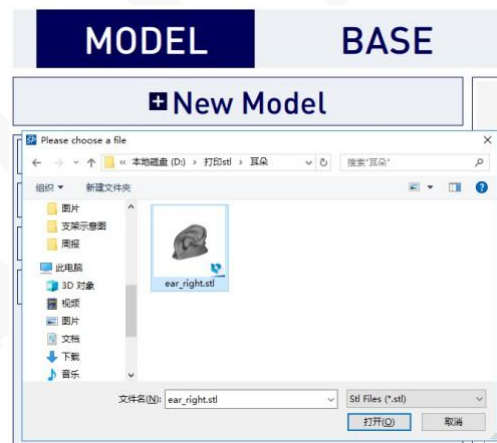
15-15-5 обозначает размеры модели, которая представляет собой куб длиной 15 мм, шириной 15 мм и высотой 5 мм.

LH обозначает высоту слоя, которая в данном случае установлена на 0,2 мм.

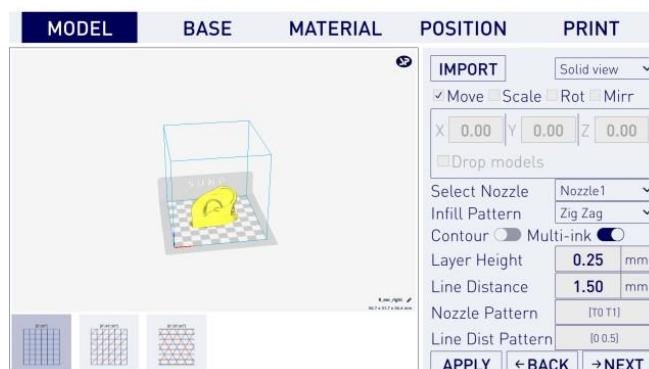
LD обозначает расстояние между линиями, которое представляет собой расстояние между центрами двух напечатанных линий. В данном случае оно установлено на 1,4 мм.

4.4.2 Метод 2: Импорт файлов STL-моделей

Файлы моделей можно создавать с помощью программного обеспечения для 3D-проектирования или получать с помощью другого программного обеспечения для обработки изображений.



- Нажмите «Новая модель» и выберите файл модели STL, который хотите напечатать, затем нажмите «Открыть».



- Выберите модель для печати и выполните простые изменения и настройки печати в правой части (подробности см. в разделе 4.3.3).

4.5 Автоматическая позиционирование печати и свободная позиционирование печати

4.5.1 Печать с автоматическим позиционированием

В общем случае для экспериментальных задач часто требуется несколько наборов образцов для контрольных экспериментов. В трудоемком процессе печати технология автоматической печати с позиционированием может сэкономить пользователям значительное количество времени, помогая им быстро и эффективно выполнить печать нескольких образцов.

Нажав на вкладку «ПЕЧАТЬ-БАЗА», вы получите доступ к параметрам «Пластина с лунками» и «Чашка Петри» или к пункту «Ref Pose» в категории «Печатная платформа», тем самым перейдя в режим «Автоматическая печать с позиционированием».

При использовании режима «Автоматическая печать с позиционированием» необходимо заранее установить базовые опорные точки для соответствующей планшетной чашки и откалибровать опорные точки. Невыполнение этого требования может привести к столкновению или взаимодействию сопла принтера, платформы и планшетной чашки во время движения, что может привести к повреждению оборудования или планшетной чашки. Инструкции по настройке и калибровке базовых опорных точек планшетной чашки см. в других соответствующих разделах данного руководства.



- Выберите тип планшета с лунками и позиции, на которых будут печататься модели (можно использовать только сосуды, перечисленные в разделах «Планшет с лунками» и «Чашка Петри»). На примере 6-луночного планшета на рисунке 6 заштрихованные области на рисунке обозначают позиции, на которых необходимо выполнить печать.
- После применения настроек, нажав «ПРИМЕНИТЬ», можно перейти к следующему шагу («ДАЛЕЕ»).
- Установите параметры печати для каждого сопла.

MODEL	BASE	MATERIAL	POSITION	PRINT
▼ Nozzle1	▼ Nozzle2	▼ Nozzle3	▼ Nozzle4	UV & PB
Select Material	Customer	Syringe	1ml 3ml 5ml	Nozzle Type
Print Speed	5.00 mm/s	Extrusion Speed	0.55 mm³/s	S.K. Distance
				Hop Distance
Nozzle TEMP	Nozzle Temp	25.30 °C	SET STOP	0.00°C/25.3°C
Bed TEMP	Bed Temp	25.30 °C	SET STOP	-35.00°C/25.3°C
Light Curing	Intensity	5 %	Period	10 s
UV Wavelength		365 405		Distance
Enable Mix	A Factor	30 %		
Light Mode	2	Mix Mode	APPLY	Ready to Save to File

1. Тип биочернил, характеристики шприца и тип сопла. BioMaker имеет встроенную базу данных биочернил, что избавляет вас от необходимости искать параметры. Он совместим с различными характеристиками шприцев и позволяет легко заменять их в соответствии с потребностями, что делает эксперименты более гибкими. Выбрав соответствующий тип сопла, вы можете использовать функции соответствующего сопла (например, разница между использованием обычного сопла и УФ-сопла заключается в возможности использования функции светового отверждения).
2. Скорость струи, скорость печати, включение функции Smart Keep и необходимое расстояние. Технология Smart Keep контролирует объем экструзии биочернил и улучшает внешний вид печатных структур, интеллектуально избегая уже напечатанных структур.
3. Вы по-прежнему можете устанавливать температуру сопла и изоляции платформы, а технология Ink Guard™ гарантирует, что на чернила не будет влиять температура окружающей среды, позволяя материалу поддерживать равномерную заданную температуру.
4. Интенсивность света, время экспозиции, высота экспозиции и длина волны во время светового сшивания для обеспечения стабильных экспериментальных условий и определения режима облучения.

5. Включите смешивание чернил, выберите сопла, которые могут печатать соосно, и установите коэффициент экструзии, чтобы открыть режим смешивания чернил.

Примечание: функция смешивания чернил поддерживает только сопло 1 и сопло 2.

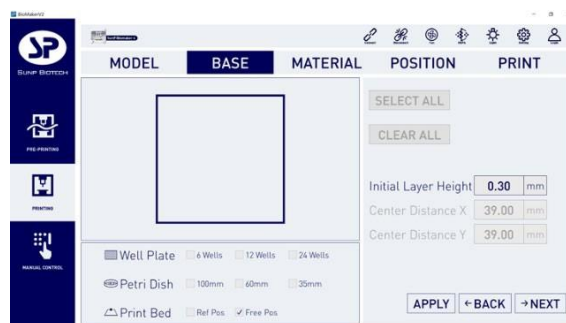
- После применения настроек, нажав «ПРИМЕНИТЬ», вы можете перейти к следующему шагу.



- Вставьте шприц в сопло и затяните гайку вручную, чтобы закрепить шприц.
- В разделе «LOAD SYRINGE» (Загрузить шприц) введите приблизительный объем загруженных чернил и нажмите APPLY (Применить) (эта функция отключена в данной версии). После остановки движения нажмите клавиши направления вниз, чтобы точно отрегулировать положение соединителя прижимной пластины шприца (каждое перемещение составляет 0,2 мм), и вставьте прижимную пластину в соответствующий углубление, затем затяните гайку над прижимной пластиной, чтобы завершить установку шприца.
- В разделе «Continuous movement» (Непрерывное движение) отрегулируйте скорость движения и нажмите «Вверх» или «Вниз», чтобы удалить воздух из сопла и внутренней части шприца. Уникальное сопло с двигателем UP Printing позволяет точно контролировать выдавливание материала, обеспечивая беспроблемную печать материалов с различной вязкостью.
- Перейдите на вкладку «Движение по осям XYZ», активируйте сопло, которое будет использоваться, и нажмите «ОДИН Z CALI» для калибровки оси Z с одним соплом (подробные инструкции см. в разделе 4.6.3 руководства).
- После калибровки нажмите NEXT (ДАЛЕЕ), чтобы перейти в интерфейс печати и начать печать как обычно. (Если результат печати соответствует ожиданиям, после замены на новую планшечку того же типа просто нажмите кнопку START, чтобы повторить печать).

4.5.2 Печать в произвольном положении

В процессе биопечати исследование процессов печати никогда не прекращается. В неопределенных ситуациях, связанных со свойствами материалов и параметрами печати, технология печати в свободном положении является вашим лучшим выбором. Вы можете начать печать в любом месте на платформе (даже за пределами платформы), в любое время и в любом месте, чтобы проверить все свои идеи.



- Выберите опцию «Free Pos» в разделе «Print Bed» интерфейса BASE, которая представляет собой вход в режим «Печать в свободном положении», иногда также называемый режимом «Свободная печать».
- После применения настроек, нажав APPLY, нажмите кнопку NEXT, чтобы перейти к следующему шагу настройки материалов и параметров печати (так же, как и при автоматической печати с позиционированием).
- Переместите сопло и платформу в положение, в котором вы собираетесь начать печать модели. Положение может быть любым (свободным), если оно находится в пределах диапазона, допускаемого принтером. На последующих этапах, когда вы нажмете кнопку «СТАРТ» в интерфейсе ПЕЧАТЬ, принтер будет использовать выбранное положение в качестве начальной точки отсчета.
- Нажмите «ДАЛЕЕ», чтобы перейти в интерфейс «ПЕЧАТЬ», а затем нажмите кнопку «СТАРТ» в интерфейсе «ПЕЧАТЬ», чтобы начать печать в выбранном «свободном положении» из предыдущего шага.

4.6 Калибровка

Функция калибровки принтера серии BIOMAKER очень мощная. Пользователи должны освоить этапы и понять инструкции по его первоначальному использованию. Конфигурации принтеров разных моделей различаются, но принципы и этапы калибровки в целом одинаковы. Они представлены ниже.

Для серии BIOMAKER типы калибровки включают:

- **Калибровка сопел:** из-за отклонений при установке и других факторов, если калибровка сопел не выполняется при замене различных сопел или при печати с использованием нескольких сопел, могут возникнуть ошибки печати или даже повреждение сопел или сопловых пластин.

-
- **Калибровка зонда:** Зонд используется для автоматической калибровки опорных точек и сопловых пластин. Перед использованием его необходимо настроить и откалибровать.
 - **Калибровка базовой референции:** Термин «сопловая пластина» здесь относится к многолуночным пластинам, культуральным чашкам, печатным платформам и т. д. Каждый тип сопловой пластины имеет опорную точку позиционирования.

Перед использованием автоматической печати с позиционированием необходимо настроить и откалибровать опорную точку сопловой пластины.
 - **Базовая калибровка:** при печати моделей качество печати начального слоя имеет очень важное значение. и часто определяет успех всего процесса печати модели. Качество печати начального слоя требует высокой степени плоскостности платформы и поверхности сопловой пластины. Если платформа или поверхность сопловой пластины наклонены или неровны, это повлияет на качество печати начального слоя. Традиционно механические выравнивающие устройства устанавливаются в нижней части платформы, и традиционный метод заключается в использовании этого механического устройства для калибровки выравнивания платформы и сопловой пластины. Такое ручное механическое выравнивание требует от оператора определенного опыта, отнимает много времени и имеет низкую эффективность.

Принтеры высокого класса серии BioMaker оснащены зондовыми устройствами, которые позволяют автоматизировать процесс калибровки платформы и сопловой пластины. Благодаря автоматической калибровке платформы и сопловой пластины, особенно во время печати начального слоя, система может автоматически рассчитывать и компенсировать наклон и неровности поверхности сопловой пластины, максимально корректируя эти отклонения и устраняя их влияние на качество печати, особенно на качество печати начального слоя. Это повышает эффективность печати и снижает требования к опыту оператора в области калибровки выравнивания платформы и сопловой пластины.

В зависимости от степени автоматизации калибровка сопел подразделяется на ручную и автоматическую:
 - **MAN XYZ CALI:** Ручная калибровка — это независимая функция с минимальным оборудованием. требования. Без модуля калибровки или в случае неисправности переключателя базовой линии в модуле калибровки ручная калибровка сопла может по-прежнему работать нормально, но процесс становится более трудоемким и менее эффективным. Кроме того, «ручная грубая калибровка», описанная в конце этой главы в процессе автоматической калибровки сопла, фактически основана на принципе «ручной калибровки сопла», но калибровка является грубой.
 - **Автоматическая калибровка сопла:** включает два типа реализации: SINGLE Z CALI и Auto Calibration. SINGLE Z CALI используется только для калибровки текущего эффективного отклонения сопла по оси Z.
-

. Автокалибровка — это комбинированный и эффективный метод автоматической калибровки. При использовании для автоматической калибровки сопел он может комбинировать одно или несколько сопел для одновременного выполнения калибровки отклонения по осям X, Y и Z.

Калибровка датчика и калибровка сопловой пластины имеют только функции автоматической калибровки и не имеют функций ручной калибровки. Для принтеров, оснащенных датчиками, автоматическая калибровка датчика и автоматическая калибровка основания могут выполняться только при нормальной работе датчика.

Существует два метода калибровки базового REF, включая автоматическую калибровку и настройку:

- **Автоматическая калибровка базового REF:** для принтеров, оснащенных зондовыми устройствами, автоматическая калибровка базового REF может выполняться только при нормальной работе зондового устройства. Важно отметить, что автоматическая калибровка базового REF только точно корректирует отклонения различных опорных точек сопловой пластины в направлении оси Z, не корректируя отклонения в направлениях осей X и Y. Это связано с тем, что для сопловых пластин с большими отверстиями и небольшим количеством лунок отклонения в направлениях X и Y влияют только на положение модели на сопловой пластине и не влияют на качество печати.
- **Базовая настройка REF:** для пластин сопла с небольшими отверстиями и большим количеством лунок, таких как 96-луночная пластина, отклонения опорной точки сопловой пластины в направлениях X и Y имеют решающее значение. Большие отклонения могут привести к значительному отклонению фактического положения напечатанной модели от центра лунки или даже к столкновению с стенкой лунки. Поэтому необходимо скорректировать отклонения базовой точки сопла в направлениях X и Y, но система не предоставляет функции точной автоматической калибровки отклонений базовой точки сопла в направлениях X и Y; вместо этого это достигается с помощью функции **настройки базовой базовой точки**. После замены сопловой пластины, если необходимо скорректировать отклонения опорной точки сопловой пластины в направлениях XY, это можно сделать только с помощью «точной» настройки опорной точки сопловой пластины. Подробную информацию об **установке базовой опорной точки** см. далее в этой главе.

Перед выполнением любой функции калибровки необходимо подтвердить:

1. Если это автоматическая калибровка, используемое устройство должно быть оснащено модулем автоматической калибровки.

2. Оси X, Y и Z принтера были переустановлены в нулевое положение (оси X, Y и Z можно обнулить, нажав кнопку HOMING или HONING XYZ).
3. Необходимые опорные точки для функции автоматической калибровки были правильно установлены.
4. Строго следуйте инструкциям по эксплуатации, приведенным в руководстве пользователя.

В противном случае это может привести к неудачной калибровке и даже к повреждению оборудования.

4.6.1 Различные опорные точки и их настройка

Если требуется функция автоматической калибровки, необходимо сначала установить опорные точки или контрольные точки, необходимые для этой функции. Как правило, контрольные точки или опорные точки изначально устанавливаются на заводе-изготовителе, но после транспортировки оборудования на большие расстояния, повторной установки, ремонта или сброса настроек системы точность контрольных точек или опорных точек может быть нарушена или утрачена. Поэтому перед запуском функции автоматической калибровки необходимо убедиться, что соответствующие контрольные точки и опорные точки перенастроены.

После установки контрольных точек и опорных точек и сохранения параметров их координатные данные будут сохранены навсегда. При перезапуске системы после выключения координатные данные будут автоматически загружены в программу системой. Поэтому контрольные точки и опорные точки, как правило, необходимо устанавливать только один раз, и их не нужно устанавливать перед каждой автоматической калибровкой. Однако, если была выполнена механическая разборка и повторная сборка, или если физическое положение концевых выключателей или переключателей контрольных точек изменилось по каким-либо причинам, необходимо повторно настроить контрольные точки и опорные точки. После их настройки параметры необходимо сохранить, чтобы применить новые настройки. Если параметры не будут своевременно сохранены после настройки, вновь настроенные значения параметров будут утеряны при отключении питания или разрыве соединения. При включении питания или повторном подключении система будет по-прежнему использовать старые значения параметров, которые были сохранены до последнего. Поэтому после перенастройки таких параметров, как контрольные точки и опорные точки, если результаты считаются правильными, необходимо незамедлительно перейти на вкладку «РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ — ВСЕ ФУНКЦИИ» и нажать кнопку «СОХРАНИТЬ ПАРАМЕТРЫ», чтобы сохранить параметры.

Контрольные точки, необходимые для различных функций автоматической калибровки, и шаги их настройки приведены ниже:

1) *Опорная точка X, опорная точка Y, опорная точка Z и этапы их настройки.*

Если необходимо выполнить автоматическую калибровку нескольких сопел (Nozzles Auto Calibration), требуются контрольные точки X (X DATUM), Y (Y

DATUM) и Z-точка отсчета (Z DATUM), которые необходимо заранее установить. Если выполняется только автоматическая калибровка одного сопла (SINGLE Z CALI), необходимо установить только Z-точку отсчета (Z DATUM), а две другие точки отсчета устанавливать не нужно. Таким образом, шаги iii и iv можно пропустить, поскольку автоматическая калибровка одного сопла (SINGLE Z CALI) корректирует только отклонение в направлении оси Z сопла и не корректирует отклонение в направлениях X и Y. Шаги настройки контрольной точки X, контрольной точки Y и контрольной точки Z следующие:

- i. **Возврат в исходное положение XYZ:** нажмите кнопку «HONING» или «HONING XYZ» на интерфейсе программного обеспечения, чтобы обнулить оси координат X, Y и Z системы.
 - ii. **Переключитесь на сопло 1:** перейдите на вкладку «MANUAL CONTROL-ALL FUNCTIONS» (Ручное управление — все функции), выберите сопло 1 в качестве текущего действующего сопла в раскрывающемся меню справа, вставьте шприц и сопло в сопло 1 и затяните гайку рукой.
 - iii. **Установите Z DATUM:** все еще находясь на вкладке «MANUAL CONTROL-ALL FUNCTIONS», используйте кнопки направления на панели перемещения, чтобы переместить сопло к верхней белой точке на левой стороне калибровочного модуля на платформе, и выровняйте сопло как можно ближе к центру (достаточно грубого выравнивания в направлении XY) и как можно ближе. После нажатия кнопки «SET Z DATUM» настройка контрольной точки калибровки оси Z завершена.
 - iv. **Установить Y DATUM:** Продолжайте перемещать сопло 1 в положение, удаленное примерно на 5 мм от поверхности установки датчика калибровки оси Y, затем перемещайте сопло сзади вперед (рекомендуется перемещать по 1 мм за раз), пока не загорится индикатор датчика. Остановите перемещение и нажмите кнопку «SET Y DATUM», чтобы установить точку отсчета калибровки оси Y.
 - v. **Установка X DATUM:** переместите сопло 1 дальше в положение, удаленное примерно на 5 мм от поверхности установки датчика калибровки оси X, затем перемещайте сопло справа налево (рекомендуется перемещать по 1 мм за раз), пока не загорится индикатор датчика. Остановите перемещение и нажмите кнопку «SET X DATUM» (УСТАНОВИТЬ X DATUM), чтобы установить контрольную точку калибровки оси X.
 - vi. **Сохранение:** перейдите на вкладку «MANUAL CONTROL-ALL FUNCTIONS» (Ручное управление — все функции) и нажмите кнопку «SAVE PARA» (Сохранить параметры), чтобы сохранить настройки параметров.
- 2) *Опорная точка датчика и этапы ее настройки*

Для автоматической калибровки датчика, автоматической калибровки опорной точки лунки, автоматической калибровки лунки и других функций требуется настройка опорной точки датчика. Этапы настройки опорной точки датчика следующие:

- i. **Возврат в исходное положение XYZ:** нажмите кнопку «HONING» (Возврат в исходное положение) или «HONING XYZ» (Возврат в исходное положение XYZ) на интерфейсе программного обеспечения, чтобы обнулить оси координат X, Y и Z системы.

- ii. **Переключитесь на сопло 1:** перейдите на вкладку «РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ — ВСЕ ФУНКЦИИ», выберите сопло 1 в качестве текущего действующего сопла из раскрывающегося меню справа. При установке контрольной точки датчика сопло 1 должно быть установлено в качестве текущего действующего сопла.
- iii. **Активируйте зонд:** оставаясь на вкладке предыдущего шага, нажмите кнопку «DEPLOY PROBE» (РАЗВЕРНУТЬ ЗОНД) справа, чтобы активировать зонд, и зонд выдвинется из головки инструмента.
- iv. **Установите ЗОНД:** на вкладке «РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ — ВСЕ ФУНКЦИИ» с помощью кнопок направления в левой части панели перемещения переместите зонд к белой точке на калибровочном модуле в левой части платформы и выровняйте зонд по центру как можно точнее (достаточно грубого выравнивания по осям XY) и как можно ближе. После нажатия кнопки «SET PROBE» (УСТАНОВИТЬ ЗОНД) устанавливается контрольная точка зонда.
- v. **Втяните зонд:** нажмите кнопку «STOW PROBE» (УБРАТЬ ЗОНД) справа (эта кнопка чередуется с кнопкой «DEPLOY PROBE» (ВЫДВИГНУТЬ ЗОНД)), чтобы втянуть зонд.
- vi. **Сохранение:** Нажмите кнопку «SAVE PARA» (СОХРАНИТЬ ПАРАМЕТРЫ), чтобы сохранить настройки параметров.

3) *Опорная точка планшета и этапы ее настройки*

Автоматическая калибровка опорной точки планшета, автоматическая калибровка планшета, автоматическое позиционирование и печать, а также другие функции требуют наличия опорной точки планшета. Каждый тип планшета имеет опорную точку. По умолчанию система устанавливает центр первой лунки в верхнем левом углу мультилуночной плашки, такой как 6-луночная, 12-луночная, 24-луночная плашка, в качестве опорной точки для класса мультилуночных плашек. Для однолуночных или безлуночных плашек в качестве опорной точки устанавливается центр культуральной чашки или платформы. Шаги настройки опорной точки луночной плашки следующие:

- i. **Возврат в исходное положение по осям XYZ:** нажмите кнопку «HONING» (Возврат в исходное положение) или «HONING XYZ» (Возврат в исходное положение по осям XYZ) на интерфейсе программного обеспечения, чтобы обнулить оси координат X, Y и Z системы.
- ii. **Переключение на сопло 1:** на вкладке «MANUAL CONTROL-ALL FUNCTIONS» (Ручное управление — все функции) выберите сопло 1 в качестве текущего активного сопла из раскрывающегося меню справа.
- iii. **Загрузите шприц:** вставьте шприц и сопло в сопло 1 и затяните гайку рукой.
- iv. **Выберите тип планшета:** на вкладке «PRINTING-BASE» (ПЕЧАТЬ-ОСНОВА) щелкните левой кнопкой мыши, чтобы выбрать тип основания планшета из списка типов планшетов ниже.
- v. **Установите BASE REF:** на вкладке «MANUAL CONTROL-ALL FUNCTIONS» (Ручное управление — все функции) или вкладке «ПЕЧАТЬ-ПОЛОЖЕНИЕ» с помощью кнопок направления, расположенных в левой части панели перемещения, переместите сопло 1 в точку отсчета планшета лунок и выровняйте сопло как можно ближе к центру (достаточно грубого выравнивания по осям XY)

достаточно) и как можно ближе. После нажатия кнопки «SET BASE REF» устанавливается точка отсчета для текущего действительного типа планшета с лунками. Если требуется точная настройка, вышеуказанный процесс необходимо уточнить, а выравнивание верхней части сопла с точкой отсчета должно быть более точным.

- vi. **Сохранение:** на вкладке «MANUAL CONTROL-ALL FUNCTIONS» (Ручное управление — все функции) нажмите кнопку «SAVE PARA» (Сохранить параметры), чтобы сохранить настройки параметров.

4.6.2 Калибровка Map XYZ

Ручная калибровка сопла требует определенной последовательности. Каждый раз сначала необходимо выполнить ручную калибровку сопла 1, прежде чем приступить к ручной калибровке других сопел.

Для пояснения мы разделяем ручную калибровку сопла на «точную ручную калибровку» и «грубую ручную калибровку» в зависимости от точности процесса калибровки. Точность ручной калибровки сопла зависит от опыта, уровня квалификации и точности оператора. Умелая, опытная и точная ручная калибровка позволяет достичь высокой точности калибровки, которую мы называем «точной ручной калибровкой». Однако ее недостатком является низкая эффективность, а на результаты калибровки легко влияют субъективные факторы. «Точная ручная калибровка» используется только для удовлетворения основных требований к точности калибровки, когда нет настроенного устройства автоматической калибровки или когда устройство автоматической калибровки вышло из строя.

Этапы операции «грубой ручной калибровки» такие же, как и «точной ручной калибровки», отличаются только точностью. При замене сопла, если физическое относительное отклонение нового сопла от исходного сопла значительно, это может привести к отклонениям, превышающим допустимый диапазон автоматической калибровки, что приведет к сбою автоматической калибровки или даже к повреждению оборудования. Поэтому после замены сопла, как правило, необходимо использовать метод «грубой ручной калибровки» для быстрой и приблизительной калибровки замененного сопла, уменьшая диапазон отклонения, который необходимо откалибровать, чтобы предотвратить сбой автоматической калибровки.

Конкретные операционные шаги ручной калибровки сопла следующие:

- i. **Возврат в исходное положение по осям XYZ:** обнулите оси координат X, Y и Z системы, нажав кнопки HONING или HONING XYZ на интерфейсе программного обеспечения.
- ii. **Переключение на сопло 1:** на вкладке MANUAL CONTROL-ALL FUNCTIONS (Ручное управление — все функции) выберите сопло 1 из списка сопел и установите его в качестве текущего активного сопла.
- iii. **Установка контрольной точки:** в легко наблюдаемом месте внутри камеры принтера отметьте крестик тонким маркером или используйте другие удобные предметы, такие как перевернутая

иглой шприца, чтобы установить опорную точку.

- iv. **Калибровка сопла 1:** с помощью кнопок направления на панели перемещения быстро переместите текущее активное сопло 1 вблизи от опорной точки с большим шагом, затем переключитесь на меньший шаг и медленно переместите текущее активное сопло 1 в точную середину опорной точки. Как только верхняя часть сопла точно соприкоснется с центром контрольной точки, щелкните левой кнопкой мыши по кнопке MAN XYZ CALI (РУЧНАЯ КАЛИБРОВКА XYZ) с правой стороны, чтобы завершить ручную калибровку текущего активного сопла 1.
- v. **Переключитесь на сопло N:** опустите платформу на 20 мм, чтобы сопло при смене не ударилось о платформу и осталось определенное пространство для регулировки. На вкладке MANUAL CONTROL-ALL FUNCTIONS (Ручное управление — все функции) выберите другие сопла из списка сопел. Предположим, что выбрано сопло N, тогда сопло N становится текущим активным соплом.
- vi. **Калибровка сопла N:** с помощью кнопок направления на панели перемещения быстро переместите текущее активное сопло N вблизи от опорной точки с большим шагом, затем переключитесь на меньший шаг и медленно переместите текущее активное сопло N в точную середину опорной точки. Как только верхняя часть сопла точно соприкоснется с центром контрольной точки, щелкните левой кнопкой мыши по кнопке MAN XYZ CALI (РУЧНАЯ КАЛИБРОВКА XYZ) с правой стороны, чтобы завершить ручную калибровку текущего активного сопла N.
- vii. **Повторение:** Повторяйте шаги v и vi до завершения ручной калибровки всех сопел, подлежащих калибровке.
- viii. **Сохранение:** после завершения процесса калибровки на вкладке MANUAL CONTROL-ALL FUNCTIONS (РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ — ВСЕ ФУНКЦИИ) нажмите кнопку SAVE PARA (СОХРАНИТЬ ПАРАМЕТРЫ), чтобы сохранить

4.6.3 Калибровка одной оси Z

Автоматическая калибровка оси Z одного сопла обычно подходит для сценариев печати с одним соплом, когда шприц или сопло необходимо часто заменять. Шаги выполнения следующие:

- i. **Загрузка шприца:** Установите шприц и сопло в сопло, которое необходимо откалибровать, и затяните гайку вручную.
- ii. **Подтвердите возврат в исходное положение по осям XYZ:** если возврат в исходное положение уже выполнен, пропустите этот шаг. Если возврат в исходное положение необходим, обнулите оси координат X, Y, Z системы, нажав кнопки HONING (Возврат в исходное положение) или HONING XYZ (Возврат в исходное положение по осям XYZ) в интерфейсе программного обеспечения.
- iii. **Убедитесь, что точка отсчета Z установлена:** если точка отсчета Z уже установлена и не требует переустановки, пропустите этот шаг. Если ее необходимо установить или переустановить, обратитесь к разделу 4.6.1, где описано, как установить точку отсчета Z.
- iv. **Убедитесь, что требуется грубая ручная калибровка:** если сопло 1 подлежит

, пропустите этот шаг. Если сопло используется впервые или было заменено новым, чтобы предотвратить слишком большое относительное отклонение и сбой автоматической калибровки, выполните грубую ручную калибровку. Подробные сведения о том, как выполнить грубую ручную калибровку, см. в разделе 4.6.2, посвященном ручной калибровке сопла. Если была заменена только шприц или сопло, поскольку относительное отклонение невелико, оно, как правило, не превышает допустимый диапазон автоматической калибровки, поэтому вы можете пропустить этот шаг и не выполнять грубую ручную калибровку сопла.

- v. **Калибровка:** на вкладке «РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ — ВСЕ ФУНКЦИИ» нажмите кнопку «ОДНОКРАТНАЯ КАЛИБРОВКА Z», чтобы запустить процесс автоматической калибровки оси Z одного сопла.
- vi. **Сохранение:** после правильного завершения процесса калибровки нажмите кнопку SAVE PARA (СОХРАНИТЬ ПАРАМЕТРЫ) на вкладке MANUAL CONTROL-ALL FUNCTIONS (РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ — ВСЕ ФУНКЦИИ), чтобы сох

4.6.4 Автоматическая калибровка сопел

Автоматическая калибровка сопел для нескольких сопел подходит для сценариев печати с использованием нескольких сопел. Автоматическая калибровка сопел для нескольких сопел может автоматически калибровать отклонения в направлениях X, Y и Z для нескольких сопел одновременно. Шаги выполнения автоматической калибровки сопел для нескольких сопел следующие:

1) *Убедитесь, что установлены опорные точки XYZ*

Опорные точки, необходимые для автоматической калибровки нескольких сопел, включают опорную точку X (X DATUM), опорную точку Y (Y DATUM) и опорную точку Z (Z DATUM). Если опорные точки X, Y и Z были установлены и не требуют переустановки, пропустите этот шаг. Чтобы узнать, необходимо ли переустанавливать опорные точки и как их установить, обратитесь к разделу 4.6.1, где приведена информация об установке опорных точек X, Y, Z.

2) *Убедитесь в необходимости грубой ручной калибровки*

Если в комбинации сопел, подлежащей калибровке, имеется только сопло 1, пропустите этот шаг. Если в комбинации сопел, подлежащей калибровке, имеются новые сопла, чтобы предотвратить слишком большое относительное отклонение и сбой автоматической калибровки, сначала выполните грубую ручную калибровку сопла. Подробные сведения о том, как выполнить грубую ручную калибровку, см. в разделе 4.6.2, посвященном ручной калибровке сопла. Если все сопла, подлежащие калибровке, имеют только замененные шприцы или сопла, поскольку относительное отклонение невелико, оно, как правило, не превышает допустимый диапазон автоматической калибровки, поэтому вы можете пропустить этот шаг и не выполнять грубую ручную

калибровку сопел.

3) Автоматическая калибровка (необходимо сначала выполнить шаги 1 и 2)

- i. Установите шприц и сопло в сопло, которое необходимо откалибровать, и затяните гайку вручную.
- ii. **Подтвердите возврат в исходное положение по осям XYZ:** если возврат в исходное положение уже выполнен, пропустите этот шаг. Если возврат в исходное положение необходим, обнулите оси координат X, Y, Z системы, нажав кнопки HONING или HONING XYZ на интерфейсе программного обеспечения.
- iii. **Выберите комбинацию калибровочной мишени и сопла:** на вкладке «Положение печати XYZ» в разделе «Необходима автоматическая калибровка» выберите сопла, которые необходимо автоматически откалибровать, из набора кнопок
NOZZLE1, NOZZLE2, ... (количество сопел зависит от модели принтера). При нажатии левой кнопкой мыши на кнопку она становится синей, что означает выбор сопла, которое она представляет. Можно выбрать несколько сопел, после чего окончательная комбинация сопел для калибровки будет завершена.
- iv. **Калибровка:** на вкладке «Положение печати — Движение XYZ» нажмите кнопку «Автоматическая калибровка», чтобы запустить процесс автоматической калибровки нескольких сопел.
- v. **Сохранение:** после правильного завершения процесса калибровки нажмите кнопку «SAVE PARA» (Сохранить параметры) на вкладке «MANUAL CONTROL-ALL FUNCTIONS» (Ручное управление — все функции), чтобы сохранить настройки параметров.

4.6.5 Автокалибровка датчика

Этапы выполнения автоматической калибровки датчика:

- i. **Убедитесь, что установлена опорная точка датчика:** если опорная точка датчика уже установлена и не требует переустановки, пропустите этот шаг; для получения информации о необходимости переустановки опорной точки датчика и способах ее установки см. раздел 4.6.1, посвященный установке опорной точки датчика.
- ii. **Активируйте зонд:** на вкладке «РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ — ВСЕ ФУНКЦИИ» нажмите кнопку «РАЗВЕРНУТЬ ЗОНД» в правой части, чтобы активировать зонд, и после активации зонд выдвинется из головки инструмента;
- iii. **Калибровка:** на вкладке «РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ — ВСЕ ФУНКЦИИ» нажмите кнопку «КАЛИБРОВКА ЗОНДА», чтобы запустить процесс автоматической калибровки зонда.
- iv. **Втягивание датчика:** на вкладке «РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ — ВСЕ ФУНКЦИИ» нажмите кнопку «УБРАТЬ ДАТЧИК» справа (эта кнопка чередуется с кнопкой «РАЗВЕРНУТЬ ДАТЧИК»), чтобы втянуть датчик.
- v. **Сохранение:** после правильного завершения процесса калибровки нажмите кнопку SAVE PARA (СОХРАНИТЬ ПАРАМЕТРЫ) на вкладке MANUAL CONTROL-ALL FUNCTIONS (РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ — ВСЕ ФУНКЦИИ).

4.6.6 Автокалибровка базовой точки (REF) (сначала необходимо выполнить калибровку датчика)

Этапы выполнения автоматической калибровки базовой точки микропланшета:

- i. **Убедитесь, что автоматическая калибровка зонда завершена:** убедитесь, что автоматическая калибровка зонда уже завершена;
- ii. **Выберите тип пластины:** на вкладке «ПЕЧАТЬ-БАЗА» выберите тип пластины из списка субстратов внизу. Выбранный тип пластины станет текущим действительным типом пластины в системе;
- iii. **Убедитесь, что базовая точка отсчета установлена:** если точка отсчета для выбранного типа подложки уже установлена и не требует переустановки, пропустите этот шаг; для получения информации о необходимости переустановки базовой точки отсчета и способах ее установки см. раздел 4.6.1, посвященный установке базовой точки отсчета;
- iv. **Активируйте зонд:** на вкладке «РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ — ВСЕ ФУНКЦИИ» нажмите кнопку «РАЗВЕРНУТЬ ЗОНД» справа, чтобы активировать зонд, и зонд выдвинется из головки инструмента после активации;
- v. **Калибровка:** на вкладке «РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ — ВСЕ ФУНКЦИИ» нажмите кнопку «CALI BASE REF» (Калибровка базовой точки), чтобы запустить процесс автоматической калибровки базовой точки;
- vi. **Втягивание датчика:** на вкладке «РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ — ВСЕ ФУНКЦИИ» нажмите кнопку «STOW PROBE» (ВТЯНУТЬ ДАТЧИК) справа (эта кнопка чередуется с кнопкой «DEPLOY PROBE» (ВЫДВИГНУТЬ ДАТЧИК)), чтобы втянуть датчик.
- vii. **Сохранение:** после правильного завершения процесса калибровки нажмите кнопку SAVE PARA (СОХРАНИТЬ ПАРАМЕТРЫ) на вкладке MANUAL CONTROL-ALL FUNCTIONS (РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ — ВСЕ ФУНКЦИИ), чтобы сох

4.6.7 Автоматическая калибровка базы (сначала необходимо выполнить калибровку датчика)

Этапы выполнения автоматической калибровки микропланшета:

- i. **Убедитесь, что автоматическая калибровка зонда завершена:** убедитесь, что автоматическая калибровка зонда уже завершена;
- ii. **Выберите тип пластины:** на вкладке PRINTING-BASE (ПЕЧАТЬ-БАЗА) выберите тип пластины из списка субстратов внизу. Выбранный тип пластины станет текущим действительным типом пластины в системе;
- iii. **Убедитесь, что базовая точка отсчета установлена:** если точка отсчета для выбранного типа подложки уже установлена и не требует переустановки, пропустите этот шаг;

Информацию о необходимости переустановки базовой опорной точки и о том, как ее установить, см. в разделе 4.6.1 «Установка базовой опорной точки»;

- iv. **Активируйте датчик:** на вкладке «РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ — ВСЕ ФУНКЦИИ» нажмите кнопку «РАЗВЕРНУТЬ ДАТЧИК» справа, чтобы активировать датчик, и датчик выдвинется из головки инструмента после активации;
- v. **Калибровка:** на вкладке «РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ — ВСЕ ФУНКЦИИ» нажмите кнопку «КАЛИБРОВКА ОСНОВЫ», чтобы запустить процесс автоматической калибровки основы;
- vi. **Втяните зонд:** на вкладке «РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ — ВСЕ ФУНКЦИИ» нажмите кнопку «ВТЯНУТЬ ЗОНД» справа (эта кнопка чередуется с кнопкой «ВЫДВИГНУТЬ ЗОНД»), чтобы втянуть зонд.
- vii. **Сохранение:** после правильного завершения процесса калибровки нажмите кнопку SAVE PARA (СОХРАНИТЬ ПАРАМЕТРЫ) на вкладке MANUAL CONTROL-ALL FUNCTIONS (РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ — ВСЕ ФУНКЦИИ), чтобы сох

Примечание:

- * Опорной лункой для всех микропланшетов является верхний левый угол, первая лунка в первом ряду. Для чашек Петри это центральное положение.
- * При первом использовании определенной микропланшеты для автоматического позиционирования и печати необходимо сначала установить опорную точку микропланшеты и откалибровать положение микропланшеты, чтобы обеспечить точность печати;
- * При использовании сопла 2 или других сопел для автоматического позиционирования и печати необходимо выполнить калибровку нескольких сопел перед калибровкой положения микропланшета;

4.6.8 Комбинированная автоматическая калибровка

В дополнение к автоматической калибровке одного объекта, которая калибрует один объект за раз, программное обеспечение BioMaker также предоставляет более мощную и высокоавтоматизированную функцию комбинированной автоматической калибровки, которая позволяет выбирать несколько объектов и калибровать их все сразу, что значительно повышает эффективность работы. В настоящее время доступны две комбинации: сопла + зонд и базовый REF + база. Выбор между двумя комбинациями является взаимоисключающим. В рамках каждой комбинации вы можете выбрать несколько или один объект для калибровки. При выборе одного объекта процесс аналогичен автоматической калибровке одного объекта, описанной в предыдущих разделах. Автоматическая калибровка одного объекта обычно используется для инициализации системы, отладки системы, тестирования системы и т. д. Для ежедневной печати рекомендуется использовать функцию комбинированной автоматической калибровки, поскольку она более удобна и эффективна.

Ниже приведены шаги для каждой комбинации:

1) Комбинация сопел + зонд

- i. **Убедитесь, что установлены опорные точки XYZ:** эта комбинация автоматической калибровки включает в себя автоматическую калибровку нескольких сопел. Требуемые опорные точки: опорная точка X (X DATUM), опорная точка Y (Y DATUM) и опорная точка Z (Z DATUM). Если опорные точки X, Y и Z уже установлены и не требуют переустановки, пропустите этот шаг. Информацию о необходимости переустановки опорных точек и способах их установки см. в разделе 4.6.1, посвященном установке опорных точек X, Y и Z.
- ii. **Убедитесь, что установлена опорная точка датчика:** эта комбинация автоматической калибровки включает автоматическую калибровку датчика. Если опорная точка датчика уже установлена и не требует повторной настройки, пропустите этот шаг. Информацию о том, необходимо ли переустанавливать опорную точку датчика и как ее установить, см. в разделе 4.6.1, посвященном установке опорной точки датчика.
- iii. **Выберите комбинацию объектов для калибровки:** на вкладке «Положение печати XYZ» в разделе «Требуется автоматическая калибровка» выберите комбинацию объектов (NOZZLE1, NOZZLE2, ..., Probe), которые необходимо автоматически откалибровать. Возможен множественный или одиночный выбор.
- iv. **Калибровка:** на вкладке «Положение печати XYZ» нажмите кнопку «Автокалибровка», чтобы запустить процесс автокалибровки для комбинации сопел + датчик.
- v. **Сохранение:** после успешного завершения процесса калибровки нажмите кнопку «SAVE PARA» (Сохранить параметры) на вкладке «MANUAL CONTROL-ALL FUNCTIONS» (Ручное управление — все функции), чтобы сохранить настройки параметров.

2) Комбинация базы REF + база

- i. **Подтвердите завершение автоматической калибровки датчика:** убедитесь, что автоматическая калибровка датчика уже завершена;
- ii. **Выберите тип пластины:** на вкладке «ПЕЧАТЬ-БАЗА» выберите тип пластины из списка субстратов внизу. Выбранный тип пластины станет текущим действительным типом пластины в системе;
- iii. **Убедитесь, что базовая точка отсчета установлена:** если точка отсчета для выбранного типа подложки уже установлена и не требует переустановки, пропустите этот шаг; для получения информации о необходимости переустановки базовой точки отсчета и о том, как ее установить, обратитесь к разделу 4.6.1, посвященному установке базовой точки отсчета;
- iv. **Выберите комбинацию объектов для калибровки:** на вкладке PRINTING-

POSITION-XYZ Movement (Положение печати-XYZ-перемещение) в разделе Need Auto Calibration (Требуется автоматическая калибровка) щелкните левой кнопкой мыши кнопки Base REF (Базовая REF) и Base (Базовая), чтобы выбрать комбинацию объектов для автоматической калибровки. Можно выбрать обе или только одну из них;

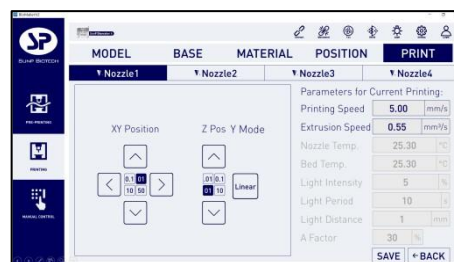
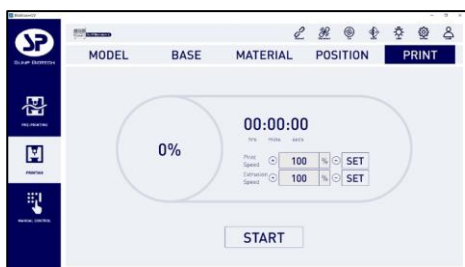
- v. **Калибровка:** на вкладке «Положение печати XYZ» нажмите кнопку «Автокалибровка», чтобы запустить процесс автокалибровки для комбинации «База REF + База».
- vi. **Сохранение:** после успешного завершения процесса калибровки нажмите кнопку «SAVE PARA» (Сохранить параметры) на вкладке «MANUAL CONTROL-ALL FUNCTIONS» (Ручное управление — все функции), чтобы сохранить настройки параметров.

Примечание:

- * Координаты опорных точек X, Y и Z были предварительно установлены на заводе-изготовителе, но для обеспечения точности значений рекомендуется повторно установить их после распаковки оборудования.
- * После замены сопла необходимо выполнить ручную грубую калибровку сопла, чтобы убедиться, что сопло может правильно касаться калибровочного переключателя; в противном случае может произойти повреждение оборудования;
- * Если изменены только характеристики сопла и шприца и речь идет о печати с одним соплом, как правило, необходимо выполнить только калибровку оси Z одного сопла. В этом случае просто нажмите кнопку SINGLE Z CALI и кнопку SAVE PARA, чтобы завершить калибровку;
- * MAN XYZ CALI обычно используется для грубой калибровки, то есть так называемой ручной грубой калибровки сопла. Автоматическая калибровка используется для точной калибровки по осям XY и относительной погрешности по оси Z.
- * Сопла 1, 2, 3, 4 и PROBE можно калибровать в любой комбинации, а BASE REF и BASE можно выбрать для калибровки по отдельности или вместе. Перед калибровкой BASE REF и BASE поместите культуральную чашку, а во время калибровки сопел и датчика культуральную чашку не помещайте.

4.7 Изменение параметров печати в режиме онлайн

При попытке провести эксперименты по печати с новыми материалами неизбежно возникнет необходимость в корректировке соотношений материалов и параметров печати. В этом случае можно использовать функцию онлайн-изменения параметров печати, чтобы внести корректировки без отмены текущей печати, что позволит быстрее завершить эксперимент по печати.



После начала печати нажмите кнопку PAUSE (ПАУЗА), затем нажмите кнопку EDIT PARAMETERS (РЕДАКТИРОВАТЬ ПАРАМЕТРЫ), чтобы перейти к интерфейсу изменения параметров печати. Здесь вы можете изменить все параметры сопла и платформы (состояние поворотной оси не может быть изменено во время онлайн-изменения). После внесения изменений нажмите «СОХРАНИТЬ», чтобы сохранить изменения, затем нажмите «НАЗАД», чтобы вернуться к предыдущему интерфейсу, и, наконец, нажмите «ПРОДОЛЖИТЬ». Кроме того, вы можете изменить скорость печати и скорость экструзии на основе процента, отображаемого в левом верхнем углу экрана, без остановки. После ввода процента нажмите «УСТАНОВИТЬ», чтобы внести изменения. Параметры, измененные в режиме онлайн, будут применены после небольшой задержки.

4.8 Вращательная печать и прямая печать методом электроформования расплава

Как ротационная печать, так и прямая печать методом электроформования расплавом предполагают печать в свободном положении. Подробности процесса нарезки модели здесь повторяться не будут; ниже приведены подробные операции.

4.8.1 Ротационная печать

- Загрузите файл GCODE (поддерживаются только файлы GCODE), загрузите шприц и установите температуру.
- Установите адаптер для ротационной печати.
- Переместите наконечник сопла в положение печати по оси вращения, убедитесь, что направления XYZ выровнены, и нажмите кнопку «Линейная ось» (ось Y больше не будет подвижной). После установите параметры (BASE должен быть выбран как FREE), перейдите в интерфейс печати и нажмите PRINT, чтобы начать печать.

Пример вращательной печати

1. Установите адаптер вращательной оси и убедитесь, что винты затянуты. 2. Переместите сопло на 0,2 мм над верхней частью трубки вращательной оси.
3. После настройки параметров (BASE должен быть выбран как FREE), нажмите Linear в Y Mode интерфейса XYZ Movement.

4. Нажмите START в интерфейсе PRINT, чтобы начать печать.

Материал	Параметры печати	Изображение модели
PCL (40000 молекулярн ый вес)	Температура сопла: 70 °C Температура платформы: RT Высота слоя: 0,2 мм Шаблон заполнения: концентрический Расстояние между линиями: 0,2 мкм Скорость печати: 5 мм/с Скорость экструзии: 0,4 мм3/с Модель: Linear-6 мм	  Вертикальный вид Вид сбоку
		

4.8.2 Прямая печать методом электроформования расплава

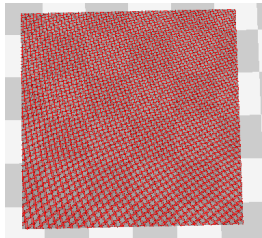
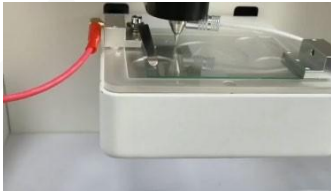
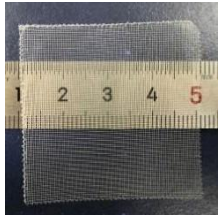
- Подключите отрицательный полюс электроформования (белый тонкий провод — сопловый провод) к печатающей головке прямой печати с помощью электроформования расплавом и установите печатающую головку прямой печати с помощью электроформования расплавом в положение сопла 2 или сопла 4;
- Установите изолирующую платформу на платформу и поместите проводящее стекло (проводящей стороной вверх) на изолирующую платформу. Отрегулируйте прижимную пластину, чтобы прижать проводящее стекло, и подключите положительный полюс источника питания электроформования (черный толстый провод — провод платформы) к алюминиевому блоку на изолирующей платформе;
- Нарежьте модель, загрузите материал и установите температуру;
- Переместите стекло для электростатической прямой печати над точкой печати, включите выключатель электроформования (перед включением убедитесь, что регулятор напряжения находится в положении 0, а после включения не прикасайтесь к оборудованию, чтобы избежать опасности поражения электрическим током), переместите сопло в положение печати, постепенно увеличивайте напряжение. Под действием внешнего электрического поля капли полимерной жидкости удерживаются на сопле за счет поверхностного натяжения. Под воздействием индукции электрического поля заряды собираются на поверхности и испытывают силу электрического поля, противоположную поверхностному натяжению. По мере постепенного усиления электрического поля первоначально сферические капли удлиняются до конусообразной формы, образуя так называемый конус Тейлора, и можно приступить к печати

выполняется печать. При возникновении явления разряда напряжение можно соответствующим образом уменьшить или отрегулировать расстояние между соплом для прямой печати методом электроформования расплава и проводящим стеклом. После настройки параметров можно выполнять печать.

* **Примечание:** Печатающие головки с горячим плавлением или сопла для прямой печати методом электроформования расплава могут быть установлены только устанавливаться только в положениях сопла 2 или сопла 4;

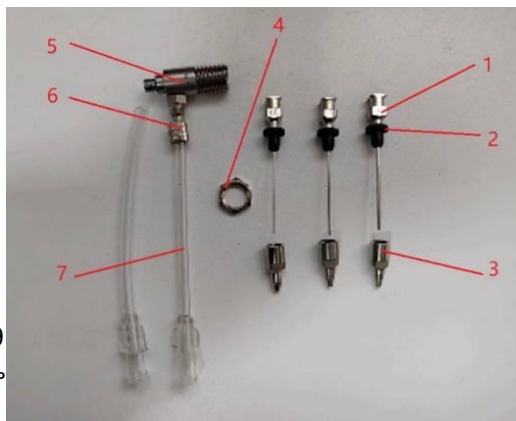
* **Примечание:** Работайте под руководством профессиональных техников. Прямая печать методом электроформования расплава Пример:

1. Установите принадлежности для прямой печати методом электроформования расплава.
2. Переместите сопло на 3 мм над односторонним проводящим стеклом.
3. После настройки параметров включите главный выключатель высоковольтного источника постоянного тока, затем включите передний выключатель высоковольтного источника постоянного тока и отрегулируйте напряжение питания.
4. Нажмите START (СТАРТ) в интерфейсе PRINT (ПЕЧАТЬ), чтобы начать печать.

Материал	Параметры печати	Изображение модели
PCL (40000 молекулярный вес)	Температура сопла: 70 °C Температура платформы: RT Высота слоя: 0,01 мм Шаблон заполнения: Линия Расстояние между линиями: 0,1 мм Скорость печати: 40 мм/с Скорость экструзии: 0,01 мм ³ /с U: 1,2 кВ	 Вертикальный вид
		

4.9 Коаксиальная печать

4.9.1 Адаптер для коаксиальной печати



- 1. Внутреннее сопло
- 2. Уплотнительное кольцо;
- 3. Внешнее сопло;
- 4. Контргайка;
- 5. Коаксиальное соединение; 6. Трубная муфта;
- 7. Гибкая труба;

4.9
объ

печатающая головка 1 и печатающая головка 2
печатающая головка 1 является внутренним соплом)

- 1) Установите два инжектора для сопла 1 и сопла 2, а также установите коаксиальный адаптер для печати:

Шаг 1. Выберите внутренние и внешние сопла подходящих характеристик для коаксиальной печати (грубые, средние или тонкие).

Примеры	Внутренний диаметр 1	Внутренний диаметр 2	Внутренний диаметр 3
Наружное сопло	1,8 мм	1,4 мм	1,1 мм
Внутреннее сопло	0,84 мм (18G)	0,6 мм (20G)	0,34 мм (23G)

Шаг 2. Соедините шприц 1 с материалом сердцевины, уплотнительным кольцом и внутренним соплом, установите и закрепите на печатающей головке 1.

Шаг 3. Установите стопорную гайку сверху коаксиального соединительного гнезда и вкрутите гнездо в резьбовое отверстие под внутренним соплом примерно на пол-оборота.

Шаг 4. Подсоедините внешнее сопло к нижней части коаксиального соединительного гнезда и затяните его.

Шаг 5. Продолжайте вкручивать коаксиальный разъем, пока внутреннее сопло не будет находиться на одном уровне с отверстием внешнего сопла (или внутренняя игла будет слегка выступать), и выполните соединение труб на стороне коаксиального разъема, обращенной вправо.

Шаг 6. Затяните стопорную гайку на седле коаксиального соединителя.

Шаг 7. Подсоедините гибкий трубопровод к соединительному муфту с правой стороны седла коаксиального разъема и затяните его;

Шаг 8. Вставьте шприц 2 (с внешним материалом) в печатающую головку 2 и надежно затяните его.

Шаг 9. Пластиковый соединительный конец соединительной трубки сначала следует повернуть против часовой стрелки (по отношению к направлению установки) на пол-оборота, а затем подсоединить и затянуть к резьбовому отверстию шприца 2.

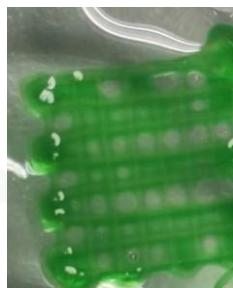
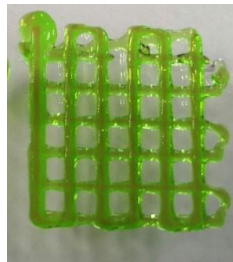
Примечание: при разборке коаксиального адаптера для печати выполняйте действия в обратном порядке по сравнению с вышеуказанными шагами установки.

- 2) В интерфейсе «POSITION-Precise E-Control» установите прижимные детали печатающей головки для сопла 2 и сопла 1 по отдельности и последовательно выполните предварительную экструзию.
- 3) В интерфейсе «MATERIAL» (МАТЕРИАЛ) включите «Enable Mix» (Включить смешивание) внизу вкладки «Nozzle 1» (Сопло 1) и вкладки «Nozzle 2» (Сопло 2).
- 4) Отрегулируйте соотношение смеси, убедитесь, что коэффициент A (внутренний материал) + коэффициент B (внешний материал) = 100%.
- 5) Выберите «Режим смешивания», чтобы включить режим коаксиальной печати.
- 6) Вернитесь в «POSITION-Precise E-Control-Nozzle 1» (Положение — Точное электронное управление — Сопло 1), нажмите «Downwards» (Вниз), чтобы начать экструзию. В этот момент толкатели шприца сопла 1 и сопла 2 синхронно перемещаются вперед и назад в соответствии с заданным процентом.
- 7) В этом режиме параметры «MODEL» и «MATERIAL» контролируются только соплом 1. (Для печати простой модели рекомендуется использовать 1-2 слоя);

*Количество экструзии, установленное на интерфейсе сопла 1, является общим количеством экструзии для печати модели. Скорости экструзии сопла 1 (внутренний материал) и сопла 2 (внешний материал) устанавливаются в соответствии с их пропорциями для печати.
- 8) Нажмите START (СТАРТ) в интерфейсе PRINT (ПЕЧАТЬ), чтобы начать печать.

Примечание: После печати очистите аксессуары. Гидрогелевый материал можно промыть водой, а термочувствительный материал можно растворить в воде соответствующей температуры. После промывки его следует своевременно высушить.

4.9.3 Примеры

Материалы	Параметры печати	Изображение модели
F127 (сопло 1) / 10% GelMA (сопло 2)	Сопло 1 (внутреннее) Температура: комнатная температура Сопло 2 (внешнее) Температура: 22 °C Температура платформы: комнатная температура Размер модели: 16,5 x 16,5 x 1,2 мм Высота слоя: 0,25 мм Расстояние между линиями: 2,0 мм Скорость экструзии: 1,5 мм ³ /с Скорость печати: 3 мм/с Коэффициент А (сопло 1, внутреннее): 40% Коэффициент В (сопло 2, внешнее): 60 %	 Образец 1: вид сверху
F127 (сопло 1) / 10 % GelMA (сопло 2)	Сопло 1 (внутреннее) Температура: комнатная температура Сопло 2 (внешнее) Температура: 22 °C Температура платформы: комнатная температура Размер модели: 10 x 10 x 0,6 мм Высота слоя: 0,20 мм Расстояние между линиями: 2,0 мм Скорость экструзии: 1,0 мм ³ /с Скорость печати: 3 мм/с Коэффициент А (сопло 1, внутреннее): 50 % Коэффициент В (сопло 2, внешнее): 50 %	 Образец 2: вид сверху

Примечание: в первом примере зеленые линии представляли собой 10 % GelMA, а промежутки в середине нитей были порами, оставшимися после смывания напечатанного F127. Во втором примере зеленые линии представляли собой 10 % GelMA, а красные — F127, который еще не был смыт.

СОВЕТЫ: Тепло, рассеиваемое вентилятором сопла 1, нагревает материал в соединительной трубе. Если материал сопла 2 необходимо охладить, это тепло повлияет на состояние материала. Чтобы устранить этот эффект, можно ввести код «M998.2» на интерфейсе управления, и сопло 1 и сопло 2 перейдут в параллельное состояние, что устранит этот эффект.

4.10 Выключение

- Перед выключением: после завершения печати вернитесь в исходное положение, убедитесь, что печатающая головка или платформа остыли, и убедитесь, что все другие функции выключены.
Обязательно снимите все прижимные пластины с печатающих головок, а также проверьте перед следующим запуском HOMING, чтобы предотвратить повреждение двигателя печатающей головки.
- Отключите, закройте программное обеспечение и выключите питание устройства.

Глава 5 Новые функции

Чтобы решить проблему прямого программного наложения слоев для сложных узоров или моделей, компания разработала функции планирования траектории 2D-изображения и рукописного Gcode.

5.1 2D-планирование маршрута

Рисуйте изображения SVG с помощью другого векторного программного обеспечения и импортируйте их в программу для планирования траектории. Основные функции:

- ✧ Скоординированная печать с несколькими печатающими головками, выбор печатающих головок в соответствии с цветом траекторий;
- ✧ Параметры каждой печатающей головки можно выбирать свободно;
- ✧ Для печати можно накладывать несколько изображений, что позволяет печатать трехмерные узоры с использованием двумерных изображений;
- ✧ Комбинации слоев первого и второго порядка могут выполняться с использованием различных методов печати, что обеспечивает большую гибкость;

5.1.1 Учебник по программному обеспечению

Подготовьте изображения в формате SVG (масштабируемый векторный графический формат);

5.1.2 Откройте интерфейс.



Рисунок 3. Нажмите, чтобы открыть окно редактирования.

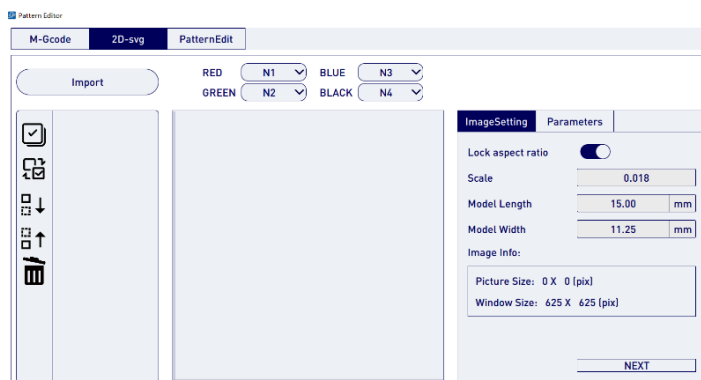


Рисунок 4. Окно редактирования ручного Gcode и 2D SVG-траектории.

По умолчанию сопоставление цветов и печатающих головок выглядит следующим образом:

Цвет	Код	Сопло	Описание
КРАСНЫЙ	#FF0000	N1	Настройки печатающей головки можно свободно изменять во время печати.
ЗЕЛЕНый	#00FF00	N2	
СИНИЙ	#0000FF	N3	
ЧЕРНЫЙ	#000000	N4	

Поскольку материалы или диаметры игл, используемые четырьмя печатающими головками, могут различаться, можно установить разную высоту слоев для каждого материала и рассчитать количество слоев, необходимое для печати каждой печатающей головкой (наименьшее общее кратное), чтобы обеспечить одинаковую общую высоту после печати изображения колодца.

Нажмите «ПРИМЕНИТЬ» и рассчитайте общую высоту (Total_Layer_Height).

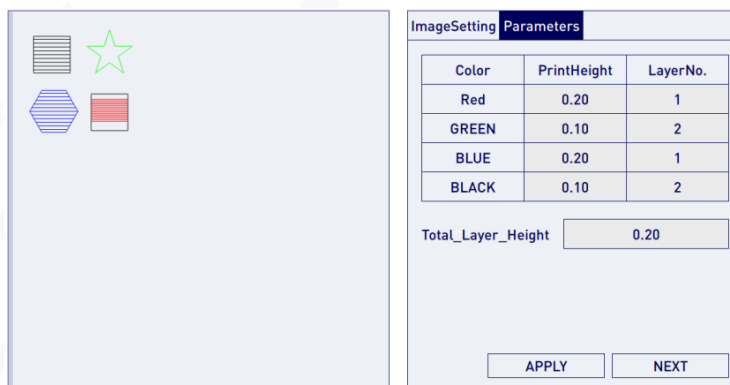


Рисунок 5. Рассчитайте, что красный и синий цвета должны быть напечатаны по два слоя каждый.

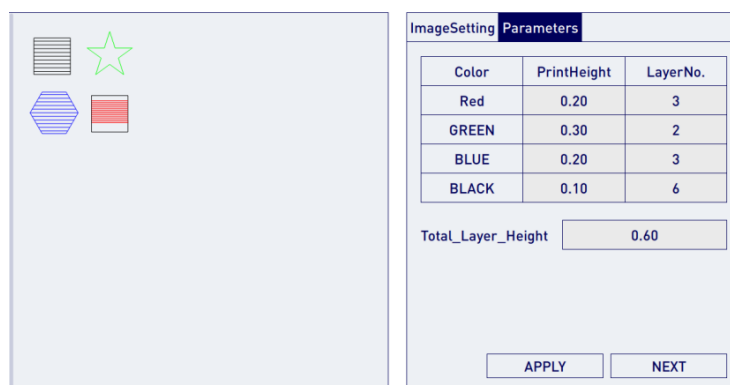


Рисунок 6 Наименьшее общее кратное — 6.

В реальном процессе печати различия в высоте слоев материала не будут столь значительными. Постарайтесь обеспечить, чтобы они были кратными.

5.1.3 Комбинационные единицы первого порядка.

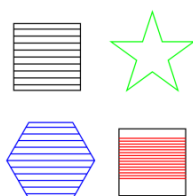


Рисунок 7. Первое изображение.

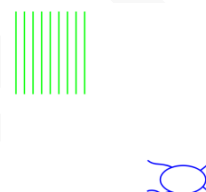


Рисунок 8. Второе изображение.

Оба изображения нарисованы на холсте одного размера, чтобы обеспечить подтвержденное положение одного относительно другого.

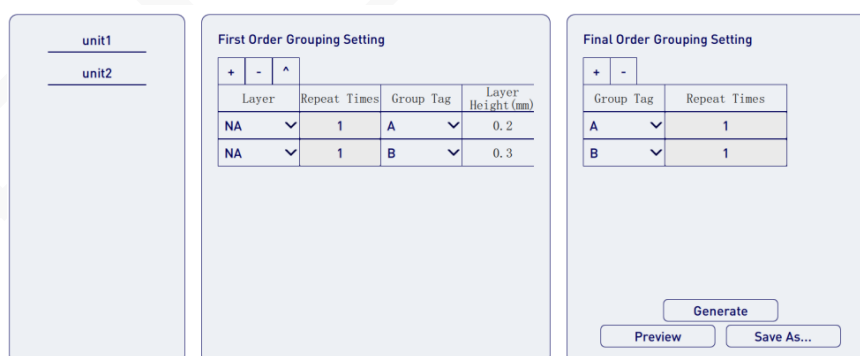


Рисунок 9 Первое и второе изображения соответствуют блоку 1 и блоку 2 слева соответственно.

При импорте нескольких изображений отобразятся соответствующие параметры для единиц (единица — это имя файла, если имя файла «layer», то здесь оно будет отображаться как «layer»);

Затем мы можем сгруппировать единицы:

First Order Grouping Setting

Layer	Repeat Times	Group Tag	Layer Height (mm)
unit1	1	A	0.2
unit2	1	A	0.2
unit2	2	B	0.2
unit1	3	B	0.2

5.1.4 Комбинация второго порядка (шаблон)

Используйте группы, полученную из комбинации первого порядка, для определения окончательной структуры печати;

Final Order Grouping Setting

Group Tag	Repeat Times
A	1
B	2

Generate

Preview Save As...

Объяснение:

Распечатать Unit1 один раз – затем – Распечатать

Unit2 один раз Как группа A;

Распечатать 2 раза Unit2 – затем – Распечатать Unit1 3 раза

Как группу B;

#Внутри одной группы сначала будет напечатана единица, стоящая впереди.

Пояснение:

Распечатайте группу A один раз, затем распечатайте группу B два раза;

#Затем нажмите Создать для окончательной обработки данных.

Предварительный просмотр результата с наложением слоев.

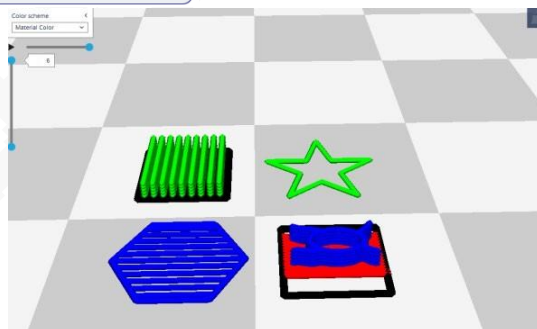


Рисунок 10. Результат предварительного просмотра

5.1.5 Резюме

Если необходимо распечатать несколько изображений, узоры должны быть нарисованы на холсте одного размера. Цвета необходимо редактировать в строгом соответствии с заданными цветовыми кодами, иначе они могут не распознаваться и по умолчанию будут отображаться красным цветом. Планирование траектории в основном сосредоточено на траекториях, которые представляют собой контурные линии, нарисованные в SVG. Заполненные цвета будут игнорироваться. Если вы хотите распечатать заполненный эффект, вам необходимо вручную добавить пути для редактирования, такие как заполненные линии в квадрате в примере.

5.2 Функция рукописного Gcode

Функция этого модуля заключается в том, чтобы позволить пользователям более гибко управлять принтером и проектировать модели печати в соответствии с их индивидуальными требованиями, а не полагаться исключительно на несколько фиксированных режимов планирования траектории, предоставляемых программным обеспечением для проектирования и печати био-3D-моделей.

При использовании этого модуля для проектирования моделей 3D-печати необходимо соблюдать следующие правила: формат данных должен соответствовать спецификациям SunP Script.

SunP Scrip — это естественный язык, разработанный SunP Boyuan (Beijing) Biotechnology Co., Ltd. для описания процесса био-3D-печати. Файлы процесса печати, описанные на языке SunP Scrip, мы называем исходными файлами SunP Script. Программное обеспечение BioMaker может распознавать исходные файлы SunP Scrip и автоматически переводить описанный процесс печати на язык управления, распознаваемый оборудованием для био-3D-печати, тем самым управляя принтером для автоматического запуска и завершения печати био-3D-модели.

Исходные файлы SunP Scrip можно вводить с помощью любого стороннего программного обеспечения для обработки текста или с помощью редактора, предоставляемого этим программным обеспечением.

Чтобы уменьшить нагрузку на пользователя при вводе данных и избежать необходимости запоминать большое количество команд, мы разработали несколько командных кнопок, каждая из которых представляет одну или несколько команд SunP Scrip. При нажатии кнопки команда SunP Scrip, представленная кнопкой, будет вставлена в текущее положение курсора в редакторе.

5.2.1 Введение в интерфейс редактора

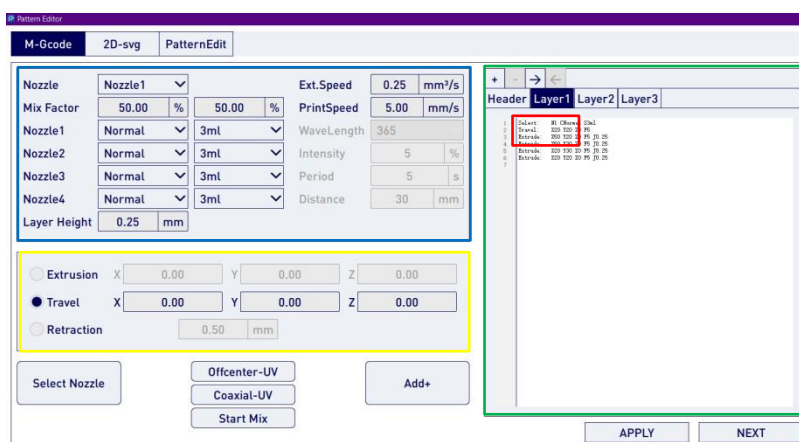


Рисунок 11. Интерфейс ручного редактирования Gcode

Редактор Gcode вручную условно делится на три основные функциональные области:

Синяя область: область настройки основных параметров (область параметров), включая переключение сопел, выбор типа сопел, скорость печати, скорость экструзии, длину волны, время экспозиции, интенсивность и расстояние и т. д.;

Жёлтая область: область командных кнопок (область команд), с несколькими командными кнопками, помогающими пользователям вводить соответствующие операторы SunP Scrip;

Зеленая область: область ввода операторов SunP Scrip (область редактирования). После нажатия кнопки в области команд оператор, представленный этой кнопкой, будет автоматически вставлен в текущую позицию курсора в области редактирования. Пользователи могут вручную вводить операторы в области редактирования, а также копировать, вставлять, удалять, вставлять, отменять, повторять, очищать и выполнять другие операции с уже введенными операторами. Щелчок правой кнопкой мыши в области редактирования вызывает всплывающее меню редактирования. Нажатие кнопки «Заголовок» в верхней части вызывает всплывающую страницу справки, на которой перечислены часто используемые команды и объяснения параметров для справки пользователей.

Функциональные пояснения к кнопкам редактора или полям ввода:

Область параметров:

Сопло: выберите текущее сопло для печати;

Коэффициент смешивания: Установить соотношение смешивания двух сопел в

режиме коаксиальной печати; Сопло 1~Сопло 4: Установить тип и тип загруженного

шприца сопла 1~4; Скорость экструзии: Текущая скорость экструзии сопла;

Скорость печати: текущая скорость печати сопла;

Длина волны: длина волны, используемая для команды УФ-облучения;

Интенсивность: интенсивность УФ-света, используемого для команды УФ-

облучения; Период: продолжительность времени для асинхронного режима УФ-облучения;

Расстояние: расстояние от передней части УФ-устройства до поверхности текущей печатной детали в режиме асинхронного УФ-облучения;

Высота слоя: установка высоты текущего слоя;

Область команд:

1. Выбор сопла: вставьте команду «Выбрать» в соответствии с выбранным номером сопла, чтобы выбрать текущее сопло для печати;
2. Offcenter-UV: вставьте команду «Выполнить Offcenter-UV»;
3. Co-axial-UV: вставьте команду «Open Co-axial-UV»;
4. Закрыть: вставьте команду «Закрыть коаксиальный УФ» (эта кнопка отображается только после нажатия кнопки «Коаксиальный УФ»);
5. Start Mix: введите команду для запуска режима коаксиального смешивания;
6. Stop Mix: вставьте команду для остановки режима коаксиального смешивания (эта кнопка отображается только после нажатия кнопки «Start Mix»);
7. Экструзия: выберите движение экструзии;
8. Перемещение: выберите движение перемещения и установите координаты X, Y, Z для перемещения. Обратите внимание, что Z является...;
9. Втягивание: выберите движение втягивания и установите величину втягивания;
10. Добавить+: в зависимости от выбранного движения «Перемещение», «Экструзия» или «Втягивание» вставьте соответствующую команду «Перемещение», «Экструзия» или «Втягивание». Выбор между «Перемещением», «Экструзией» и «Втягиванием» является взаимоисключающим, одновременно можно выбрать только одно движение;

Область редактирования:

+: Добавить слой;

-: удалите текущий слой;

->: Переместить текущий слой назад;

< -: Переместить текущий слой вперед;

Заголовок: открыть всплывающую страницу справки, на которой перечислены часто используемые команды и объяснения параметров для справки пользователя;

Слой 1...Слой 5: Переключитесь на отображение сгенерированных данных слоя печати. В настоящее время поддерживается генерация до 5 слоев печати. Здесь «слои» используются в широком смысле для удобства различения данных печати и не обязательно соответствуют традиционным «слоям» модели 3D-печати

слоям нарезки моделей для печати, поскольку их значение полностью зависит от настроек пользователя.

Общие кнопки:

Применить: после ввода команд нажатие этой кнопки приведет к простой проверке синтаксиса и целостности команд;

Далее: после завершения редактирования перейдите к этапу редактирования шаблона.

5.2.2 Синтаксис скриптов SunP

SunP Scrip — это естественный язык, разработанный компанией SunP Boyuan (Beijing) Biotechnology Co., Ltd. для описания процесса биологической 3D-печати. Подробный формат синтаксиса описан ниже:

- Основной формат команды: Команда: Параметр;
 - В каждой строке допускается только одна команда;
 - Часть, следующая за точкой с запятой «;», обозначает комментарий; Существует семь основных команд:
1. Select: выбор сопла для печати;
 2. Перемещение: сопло перемещается без экструзии (прыжок);
 3. Extrude: сопло перемещается с экструзией (печать);
 4. Втягивание: втягивание или предварительная экструзия чернил (сопло не движется, только экструдировать или втягивается);
 5. Выполнить нецентрированное УФ-отверждение: асинхронное отверждение светом;
 6. Открыть коаксиальный УФ: открытое синхронное отверждение светом;
 7. Закрыть коаксиальный УФ: закрытое синхронное отверждение;

Каждая команда может сопровождаться параметрами, список параметров приведен ниже:

- T<0-3> -- Индекс сопла.
- F<rate> -- скорость (мм/с).
- J<rate> -- скорость экструзии (мм³/с).
- W<length> -- длина волны.
- I<процент> — интенсивность светового отверждения.
- P<время в секундах> -- период светового отверждения.
- D<мм> — расстояние при использовании с «Do Offcenter-UV».
- C<Type> — тип сопла.
- Буквы, обозначающие тип сопла:
- N — двунаправленная печатающая головка с контролем температуры.
- L — печатающая головка с УФ-отверждением.
- H — печатающая головка с горячим плавлением.

- D<мм> — номинальный диаметр сопла при использовании с Select.

Пользователям не нужно запоминать перечисленные команды и параметры, они предоставляются, чтобы помочь пользователям лучше понять значение команд, автоматически вставляемых в область редактирования. Если вы забыли, вы можете в любое время нажать кнопку «Заголовок» в области редактирования, чтобы обратиться к странице справки. Примеры объяснений приведены ниже:

Select: N1 CNormal S3ml Переключить сопло 1 в качестве текущего рабочего сопла. Сопло 1 является соплом нормального типа с двухсторонним контролем температуры и загружено 3-миллилитровым шприцем.

Перемещение: X20 Y20 Z0 F5 Переместить сопло из текущей точки в точку координат (20, 20, 0) со скоростью 5 мм/с.

Экструзия: X50 Y20 Z0 F5 J0.25 Переместить сопло в точку координат (50, 20, 0) со скоростью 5 мм/с, со скоростью экструзии 0,25 мм³/с.

Экструзия: X50 Y30 Z0 F5 J0.25 Переместить сопло в точку координат (50, 30, 0) со скоростью 5 мм/с, со скоростью экструзии 0,25 мм³/с.

Экструзия: X20 Y30 Z0 F5 J0.25 Переместите сопло в точку координат (20, 30, 0) со скоростью 5 мм/с, со скоростью экструзии 0,25 мм³/с.

Экструзия: X20 Y20 Z0 F5 J0.25 Переместите сопло в точку координат (20, 20, 0) со скоростью 5 мм/с, со скоростью экструзии 0,25 мм³/с. Результатом выполнения вышеуказанных команд является печать прямоугольника 30x10 на плоскости координат Z=0.

5.2.3 Демонстрация основного процесса работы

Параметр	Значение
Структура	20 мм * 20 мм,
Слои	2
Высота слоя	0,2 мм
Световое отверждение	УФ-отверждение с помощью коаксиального сопла после завершения первого слоя; источник света обеспечивается соплом для УФ-отверждения.
Оборудование	BioMaker 2
Сопло	Сопло 1 печатает первый слой; Сопло 2 печатает второй слой;

Шаг 1: Получите координаты четырех точек

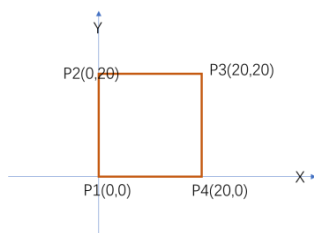


Рисунок 12 Установите положения четырех координат, как показано на рисунке, с P1 в качестве начальной точки.

В соответствии с желаемым рисунком печати выберите подходящую начальную точку и установите ее в (0,0). Последующие позиции печати являются относительными по отношению к координатам начальной точки.

Шаг 2: Начните настройку

Установите параметры сопла: тип сопла (N1 = нормальный, N2 = коаксиальный УФ, сопло 2 обеспечивает источник света) и емкость шприца (5 мл), скорость печати (0,25 мм³/с) и скорость движения (20 мм/с).

Выберите сопло 1 в качестве сопла для начала печати.

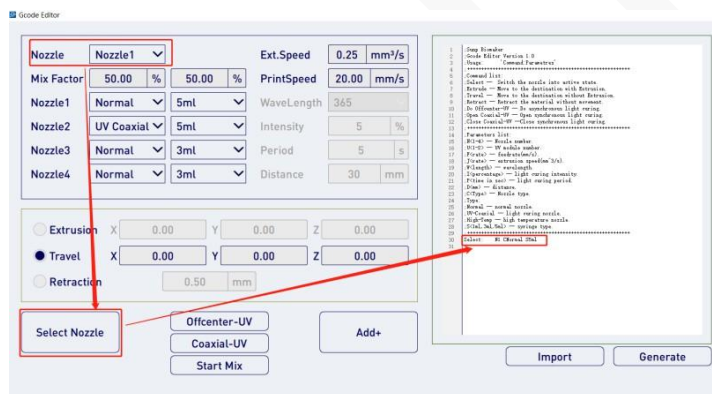


Рисунок 15. Текущая настройка — сопло 1. Нажмите «Выбрать сопло», и справа появится следующее: Выбрать: N1 CNormal S5ml

Начните вводить координаты экструзии.

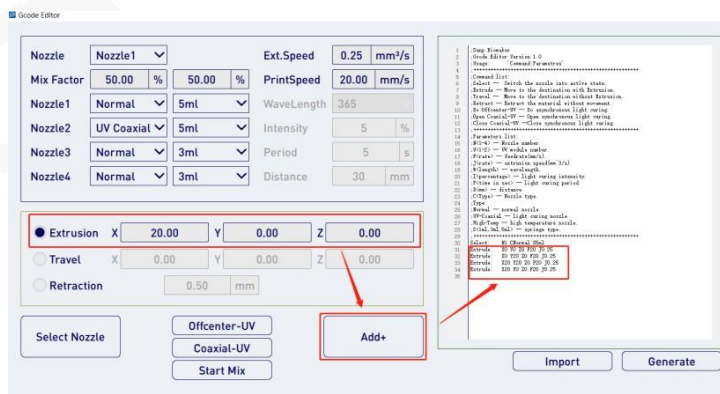


Рисунок 16. Введите координаты четырех точек для первого слоя, который будет напечатан, по одной за другой, и нажмите «Добавить+».

Команда UV: сначала активируйте сопло 2, установите длину волны (365 нм), интенсивность (5%), период (5 с) и расстояние (30 мм).

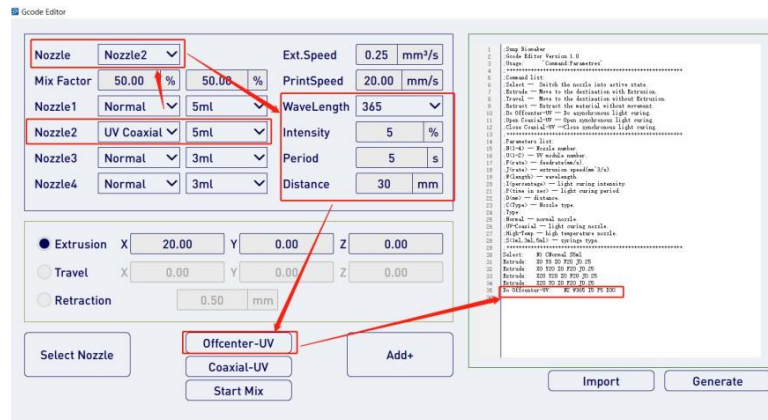


Рисунок 17 Установите их в порядке и нажмите «Offcenter-UV» (Нецентрированный УФ).

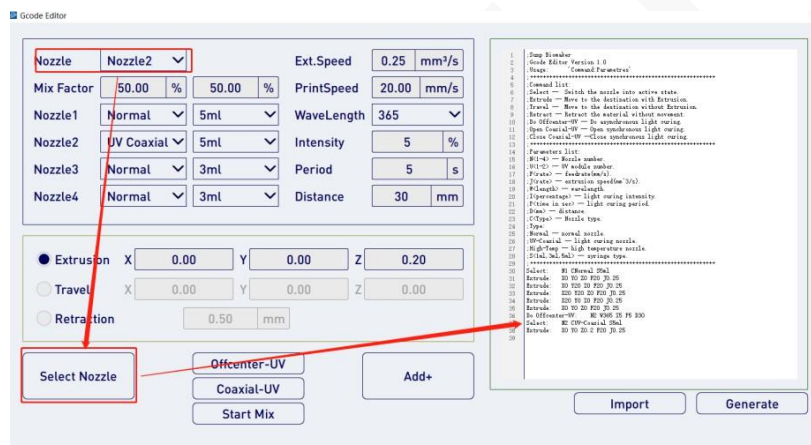


Рисунок 13 Выберите сопло 2.

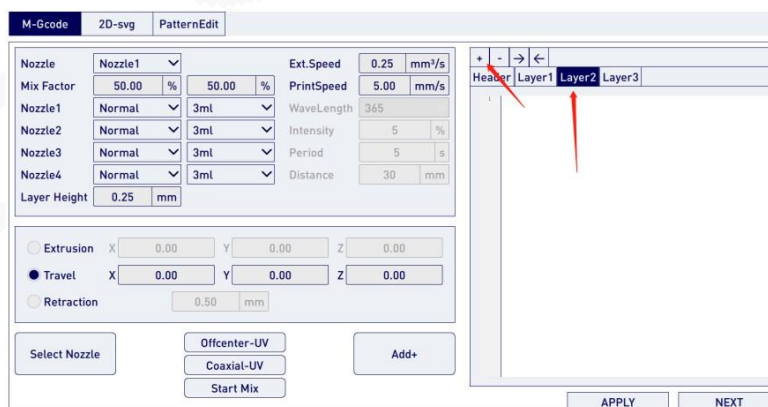


Рисунок 14 Нажмите «+», чтобы создать новый слой, слой 2.

The screenshot shows the 'PatternEdit' window with the following settings:

- Nozzle:** Nozzle2
- Mix Factor:** 50.00 %
- Nozzle1:** Normal, 3ml
- Nozzle2:** Normal, 3ml
- Nozzle3:** Normal, 3ml
- Nozzle4:** Normal, 3ml
- Layer Height:** 0.25 mm
- Ext.Speed:** 0.25 mm/s
- PrintSpeed:** 5.00 mm/s
- WaveLength:** 365
- Intensity:** 5 %
- Period:** 5 s
- Distance:** 30 mm

Extrusion Settings:

- Extrusion:** X: 0.00, Y: 0.00, Z: 0.20
- Travel:** X: 0.00, Y: 0.00, Z: 0.00
- Retraction:** 0.50 mm

Buttons: Select Nozzle, Offcenter-UV, Coaxial-UV, Start Mix, Add+, APPLY, NEXT

G-code Preview:

```

1: Select: 60 0.00mm 0.25
2: Extrude: 30 0.00 0.00 0.25
3: Extrude: 30 0.00 0.00 0.25
4: Extrude: 30 0.00 0.00 0.25
5: Extrude: 30 0.00 0.00 0.25

```

Рисунок 15 Завершите ввод пути для второго слоя.

The screenshot shows the 'Pattern Editor' window with the following settings:

- M-Gcode:** M-Gcode
- Layer1:** Layer1, Layer2
- First Order Grouping Setting:**

Layer	Repeat Times	Group Tag	Layer Height (mm)
Layer1	1	A	0.25
Layer2	1	A	0.25
- Final Order Grouping Setting:**

Group Tag	Repeat Times
A	1
- Buttons:** Generate, Preview, Save As...

Рисунок 16 Установите шаблон

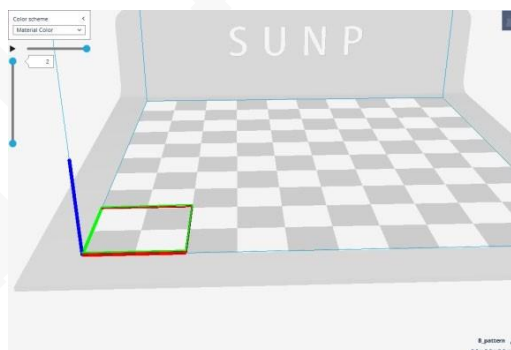
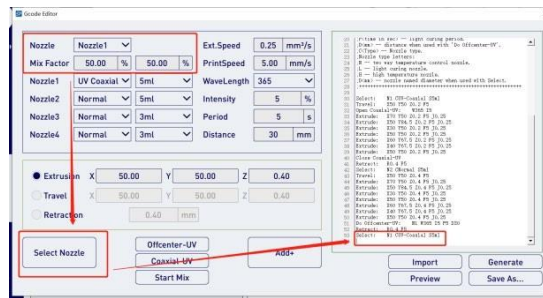


Рисунок 17. Предварительный просмотр результата, как показано на рисунке

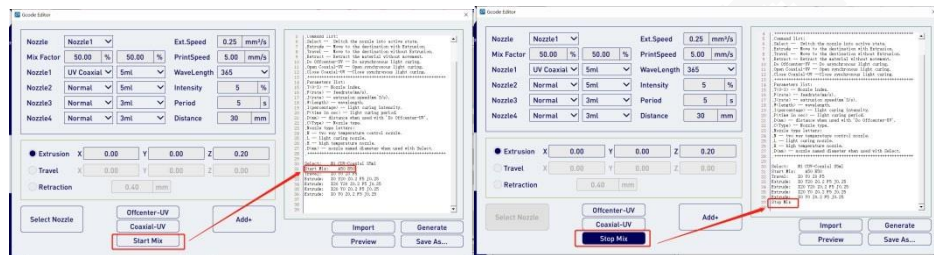
5.2.4 Соосевая печать

В текущей версии по умолчанию используется комбинированная печать с соплом 1 и соплом 2, причем сопло 1 является основным.

Выберите сопло 1, измените соотношение смешивания при печати и нажмите «Выбрать сопло», чтобы добавить сопло.



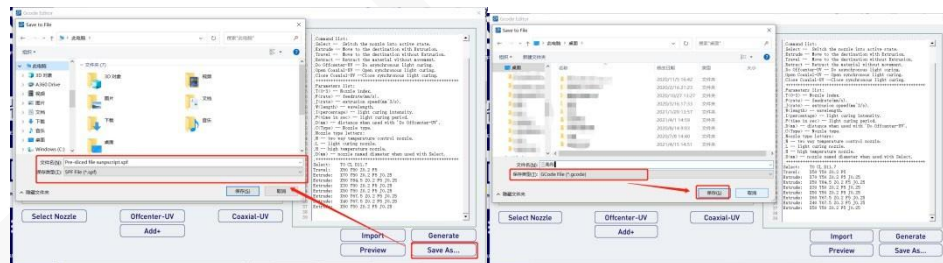
Затем нажмите «Начать смешивание» и добавьте экструзию, чтобы последующая печать смешивалась в соответствии с коэффициентом смешивания до тех пор, пока не будет нажата кнопка «Остановить».



смешивание».

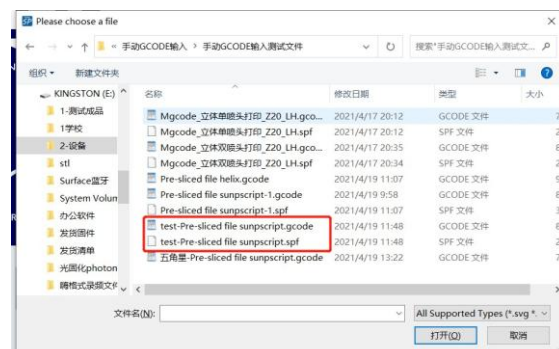
1. Сохранить файл

Нажав «Сохранить как», вы откроете диалоговое окно для сохранения файла. В первом диалоговом окне по умолчанию выбран формат SPF. После выбора места сохранения нажмите «Сохранить». Затем откроется другое диалоговое окно, в котором по умолчанию выбран формат GCODE. Выберите место сохранения и

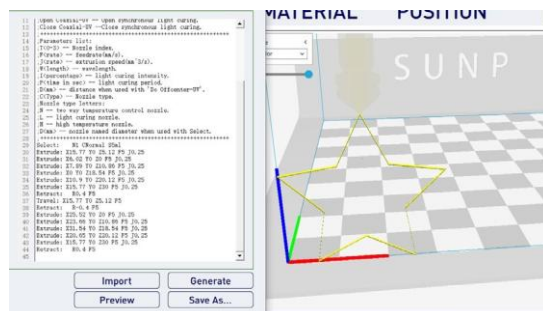


нажмите «Сохранить».

После этого файл можно будет загрузить напрямую. При загрузке файла в формате SPF откроется редактор, в котором его можно будет сразу распечатать или изменить. При загрузке файла в формате GCODE изменения будут недоступны. Выберите файл для загрузки в соответствии с вашими потребностями.



5.2.5 Печать пентаграммы в геле Float Gel



Редактор генерирует следующий исходный код:

- | | |
|---|--|
| [1]. Выберите: N1 CNormal S5ml | [9]. Перемещение: X15,77 Y0 Z5,12 F5 |
| [2]. Выдавливание: X15,77 Y0 Z5,12 F5 J0,25 | [10]. Отвод: R-0.4 F5 |
| [3]. Экструзия: X6,02 Y0 Z0 F5 J0,25 | [11]. Экструзия: X25,52 Y0 Z0 F5 J0,25 |
| [4]. Экструзия: X7,89 Y0 Z10,86 F5 J0,25 | [12]. Экструзия: X23,66 Y0 Z10,86 F5 J0,25 |
| [5]. Экструзия: X0 Y0 Z18,54 F5 J0,25 | [13]. Экструзия: X31,54 Y0 Z18,54 F5 J0,25 |
| [6]. Экструзия: X10,9 Y0 Z20,12 F5 J0,25 | [14]. Экструзия: X20,65 Y0 Z20,12 F5 J0,25 |
| [7]. Экструзия: X15,77 Y0 Z30 F5 J0,25 | [15]. Экструзия: X15,77 Y0 Z30 F5 J0,25 |
| [8]. Отвод: R0.4 F5 | [16]. Отвод: R0.4 F5 ¹ |

Резюме

- ✧ Если траектория печати относительно простая и ровная, рекомендуется использовать 2D-планирование графической траектории.
- ✧ Основным преимуществом ручного Gcode является возможность выполнять приостановленную печать в пространстве XYZ, подобную склеиванию.
- ✧ Все пути и функциональное планирование ручного Gcode необходимо определять самостоятельно, например как координатные точки, движение, втягивание, предварительная экструзия и т. д. Программное обеспечение не будет производить прямые вычисления, поэтому процесс редактирования должен быть четким и организованным.

¹ Только для экспериментов с функциональностью программного обеспечения!

5.3 Методы создания изображений SVG и требования к формату

Вот метод онлайн-редактирования (<http://www.zuohaotu.com/svg/>):

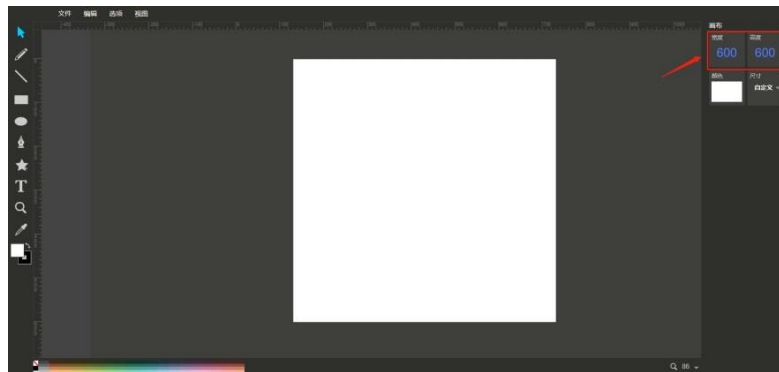


Рисунок 18 Создайте холст размером 600x600 пикселей.

Установите фон холста как пустой (без фона).

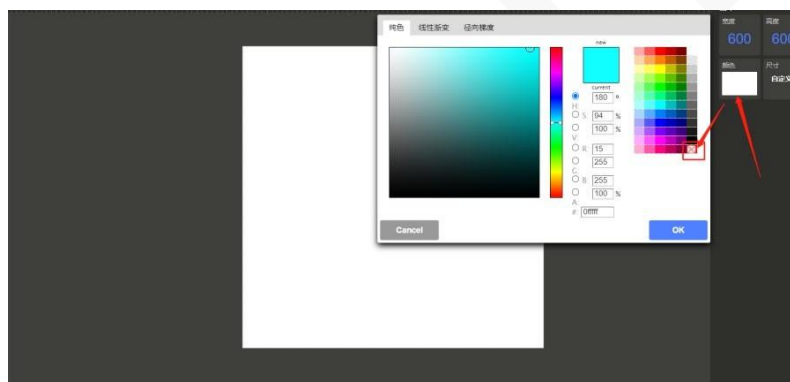


Рисунок 19 Дважды щелкните цвет и выберите X, чтобы установить отсутствие фона.

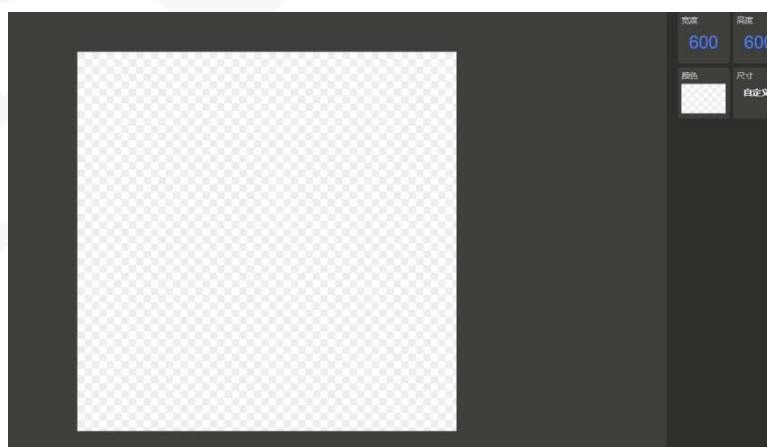


Рисунок 20. Стиль отображения без фона.

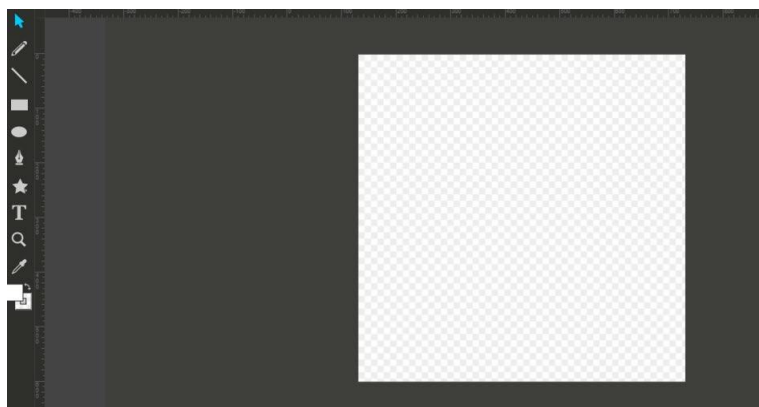


Рисунок 21. Слева находится инструмент для рисования графики.

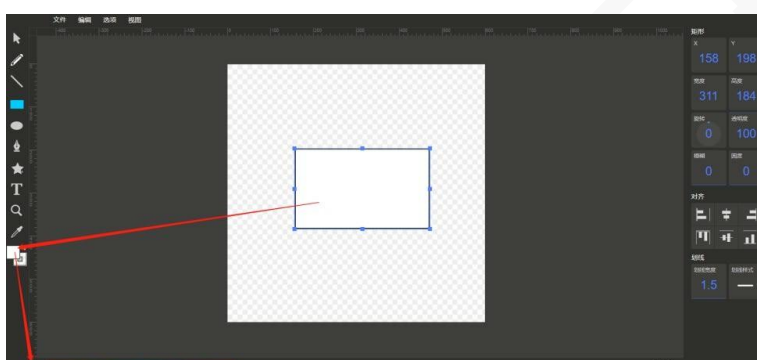


Рисунок 22. Щелкните, чтобы удалить прямоугольный фон по одному.

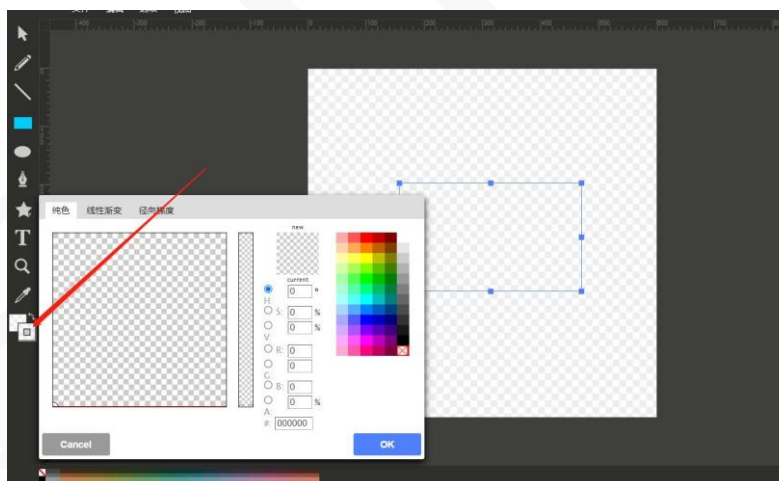


Рисунок 23. Определите цвет контура и цвет заливки (в соответствии с вышеуказанными требованиями, здесь это #00ff00).

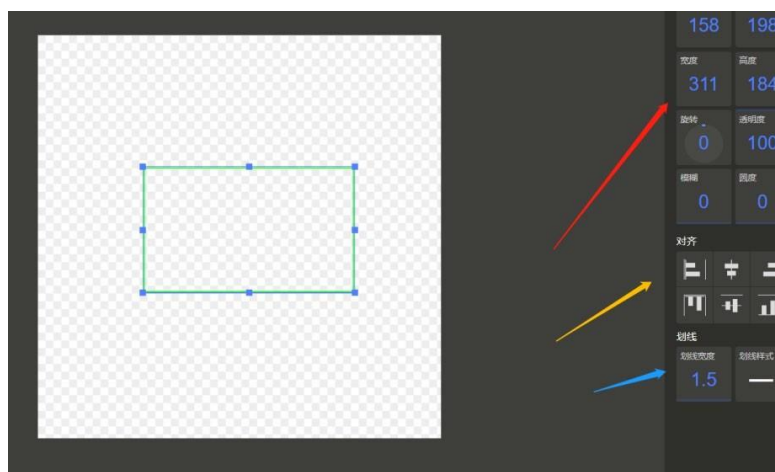


Рисунок 24. Настройка координат, выравнивания и ширины линии.

Затем можно добавить другие узоры и сохранить в формате SVG.

5.4 Требования к формату:

- Необходимо нарисовать только контур, заполнение узором не требуется.
- Ширина контура не влияет на ширину линии печати.
- В процессе рисования необходимо определить только масштаб печати и положение каждого узора , а размер печати определяется коэффициентом масштабирования в программном обеспечении.

Глава 6 Краткая инструкция по эксплуатации

6.1 Подготовка к печати

- Перед запуском установите необходимые сопла. Если замена не требуется, пропустите этот шаг.

Примечание: Рекомендуемая последовательность установки сопел:

Печатающая головка BioMaker 2i 1-2: 1 — двунаправленная печатающая головка с температурным контролем; 2 — синхронная печатающая головка с УФ-отверждением/горячим плавлением.

Печатающая головка BioMaker 4 1-4: 1 — двунаправленная печатающая головка с температурным контролем; 2 — двунаправленная печатающая головка с температурным контролем; 3 — синхронная печатающая головка с УФ-отверждением; 4 — печатающая головка с горячим плавлением.

- Подключите линию платформы, линию питания и линию данных. Затем включите главный выключатель питания с левой стороны и включите устройство с помощью нижнего правого выключателя на передней панели.
- Откройте программное обеспечение и нажмите «Подключиться» в правом верхнем углу.
※ Проверка перед началом работы: 1) Убедитесь, что температура сопла и платформы в режиме реального времени нормальная и близка к комнатной температуре; 2) Все прижимные пластины сопла удалены; 3) Прямо под платформой нет посторонних предметов.
- Нажмите «HOMING» (Возврат в исходное положение), чтобы инициализировать устройство.
- Если требуется стерильная среда, можно включить стерильную фильтрацию воздуха HEPA и лампу УФ-стерилизации.
- Включите переключатель «Enable Temperature» (Включить температуру), установите температуру для сопла или платформы, затем нажмите «SET» (Установить), чтобы подтвердить настройки.
※ Меры предосторожности при регулировании температуры: 1) Не охлаждайте в течение длительного времени; через 3-4 часа остановите регулирование температуры и дайте ей вернуться к комнатной температуре в течение не менее 0,5 часа; 2) Когда температура платформы установлена на низкий уровень, можно включить кнопку вентилятора в правом верхнем углу, чтобы помочь отводу тепла; 3) Перед выключением остановите регулировку температуры и подождите, пока температура вернется к комнатной.

6.2 Обычная печать

Выберите подходящую печатающую головку для печати: двунаправленная печатающая головка с регулировкой температуры (10-70 °C), синхронная печатающая головка с УФ-отверждением (10 °C - RT), сопло 4 для горячего плавления / прямого нанесения расплавом

электроформованию прямой печати (RT~270 °C).

● **Двухнаправленная печатающая головка с регулируемой температурой:**

- 1) В интерфейсе MODEL выберите/импортируйте модель и установите параметры (параметры печати Gcode фиксированы и не могут быть изменены).
- 2) В интерфейсе BASE выберите основание для печати (пластина/культуральная чашка) и установите высоту начального слоя и расстояние между пластинами.
- 3) В интерфейсе MATERIAL (МАТЕРИАЛ) установите подходящие параметры скорости: скорость печати (Print Speed) и скорость экструзии (Extrusion Speed), выберите, следует ли включить функции Smart Keep retraction (Умное удержание отвода) и Hop empty Z lift (Подъем пустой оси Z), а также установите отвод в соответствии с фактическим эффектом печати.
- 4) В интерфейсе POSITION-Precise E-Control в разделе Continuous movement (Непрерывное движение) в правой части выполните «Upwards» (Вверх) и «Downwards» (Вниз), затем установите шприц и прижимную пластину.
- 5) Предварительная экструзия: нажмите «Вниз», чтобы материал плавно выдавливался (рекомендуется, чтобы скорость предварительной экструзии была <5 мм/мин, а после выхода материала изменить ее на 1 или 2 мм/мин), или используйте «LOAD SYRINGE» для точной настройки;
- 6) В интерфейсе POSITION-XYZ Movement (Положение-XYZ) нажмите «HOMING XYZ» (Возврат в исходное положение XYZ), чтобы вернуться в нулевую точку, включите «Enable Calibration» (Включить калибровку), выберите сопло и датчик для автоматической калибровки и нажмите «Auto Calibration» (Автоматическая калибровка), чтобы запустить автоматическую калибровку сопла;
- 7) Выберите «Base REF» и «Base», затем нажмите «Auto Calibration», чтобы автоматически откалибровать печатную основу;
- 8) После калибровки снова выполните предварительную экструзию, затем перейдите в интерфейс PRINT и нажмите «START», чтобы начать печать.

● **Синхронная печатающая головка с УФ-отверждением:**

- 1) В интерфейсе BASE выберите печатную основу (пластину/культуральную чашку) и установите начальную высоту слоя и расстояние между пластинами.
- 2) В интерфейсе BASE выберите основание для печати (пластину/культуральную чашку) и установите высоту начального слоя и расстояние между пластинами.
- 3) В интерфейсе MATERIAL установите подходящие параметры скорости: скорость печати (Print Speed) и скорость экструзии (Extrusion Speed), выберите, следует ли включить функции Smart Keep retraction и Hop empty Z lift, и установите расстояние в соответствии с фактическим эффектом печати

-
- 4) Нажмите «Light Curing» (Светотверждение), чтобы включить переключатель светотверждения, установите интенсивность света, время однократной экспозиции, расстояние экспозиции и режим экспозиции, выберите длину волны УФ-излучения и введите число «n» в режиме Light Mode (Режим освещения), которое представляет количество слоев, отверждаемых при каждой экспозиции; ввод 0 означает отверждение во время печати.
 - 5) На интерфейсе POSITION-Precise E-Control в разделе «Непрерывное движение» (Continuous movement) справа установите шприц и прижимную пластину.
 - 6) Предварительная экструзия: нажмите «Downwards» (Вниз), чтобы материал плавно выдавливался (рекомендуется, чтобы скорость предварительной экструзии была <5 мм/мин, а после выхода материала изменить ее на 1 или 2 мм/мин).
 - 7) На интерфейсе POSITION-XYZ Movement (Положение-XYZ-движение) нажмите «HOMING XYZ» (Возврат в исходное положение XYZ), чтобы вернуться в нулевую точку, включите «Calibration» (Калибровка), выберите сопло и датчик для автоматической калибровки и нажмите «Auto Calibration» (Автоматическая калибровка), чтобы запустить автоматическую калибровку сопла.
 - 8) Выберите «Base REF» и «Base», затем нажмите «Auto Calibration», чтобы автоматически откалибровать печатную основу.
 - 9) После калибровки снова выполните предварительную экструзию, затем перейдите в интерфейс PRINT (ПЕЧАТЬ) и нажмите «START» (СТАРТ), чтобы начать печать.

● **Горячая плавкая печатающая головка:**

- 1) Вставьте цилиндр с материалом (с белой прокладкой) снаружи устройства, затем поместите его в сопло и начните предварительный нагрев, ожидая установки заданной температуры.
- 2) В интерфейсе MODEL выберите/импортируйте модель и установите параметры (параметры печати Gcode фиксированы и не могут быть изменены).
- 3) В интерфейсе BASE выберите «Free Pos» для термоплавкой печатающей головки, для печати рекомендуется ручная калибровка.
- 4) В интерфейсе MATERIAL установите подходящие параметры скорости: скорость печати (Print Speed) и скорость экструзии (Extrusion Speed), выберите, следует ли включить функции Smart Keep retraction и Hop empty Z lift, и установите расстояние в соответствии с фактическим эффектом печати.
- 5) В интерфейсе POSITION-Precise E-Control в разделе «Continuous movement» (Непрерывное движение) в правой части установите прижимную пластину.
- 6) Предварительная экструзия: нажмите «Downwards» (Вниз), чтобы материал экструдировался плавно (сначала

экструдировать вниз со скоростью 10 мм/мин, вытесняя воздух и обеспечивая плотное уплотнение материала; когда материал выходит из сопла, замедлите скорость до <5 мм/мин; отрегулируйте скорость экструзии, стремясь к минимальному расходу материала, используйте минимально возможную скорость).

※Если материал слишком липкий для экструзии, принудительная экструзия приведет к сбою и повреждению двигателя; рассмотрите альтернативные варианты.

- 7) На интерфейсе POSITION-XYZ Movement вручную управляйте подъемом платформы, найдите положение, в котором дно блюда касается кончика иглы, затем опустите платформу на высоту одного слоя, что является подходящей начальной высотой печати, и ручная калибровка будет завершена.

※Во время ручной калибровки: начальное положение печати XY должно быть смещено влево и внутрь; когда платформа поднимается, используйте небольшие осторожные движения при приближении.

- 8) После калибровки снова выполните предварительную экструзию, затем перейдите в интерфейс PRINT (ПЕЧАТЬ) и нажмите «START» (СТАРТ), чтобы начать печать.
- 9) Замена сопла: перед втягиванием используйте пинцет для замены материала, когда он перестанет течь.

Добавление материала в середине процесса: перед втягиванием вытащите цилиндр с помощью толкателя и добавьте материал снаружи устройства.

Извлечение толкателя: сначала втяните со скоростью 1 мм/мин, как только материал перестанет течь, переключитесь на 5 мм/мин (примерно 1 мл по высоте), затем продолжайте втягивать со скоростью 10 мм/мин (примерно 1 мл по высоте), наконец, втяните со скоростью 20 мм/мин, пока не станет видна нижняя часть толкателя, и, наконец, извлеките со скоростью 50 мм/мин.

※ **Очистка цилиндра/сопла для материала: оба изготовлены из нержавеющей стали и могут быть очищаться органическими растворителями, избегая использования кислых или коррозионных растворителей.**

6.3 Специальная печать (требуется покупка внешних аксессуаров, BASE может выбрать только Free Pos для ручной калибровки печати)

● **Соосевая печать:**

- 1) Установите два шприца отдельно на интерфейсе POSITION, затем установите аксессуар для коаксиальной печати и выполните предварительную экструзию.
- 2) В интерфейсе MATERIAL (МАТЕРИАЛ) — интерфейс сопла 1 и сопла 2 откройте Enable Mix (Включить смешивание) внизу.
- 3) Отрегулируйте процентное соотношение коэффициента A (материал сердцевины) + коэффициента B (материал внешнего кольца)

процент = 100%.

- 4) Установите флажок «Режим смешивания», чтобы включить режим соосной печати.
- 5) Вернитесь в POSITION (Положение) — Precise E-Control (Точное электронное управление) — Nozzle 1 (Сопло 1) и нажмите Downwards (Вниз) для экструзии. 6) Очистите принадлежности: гелевые материалы на водной основе можно очищать водой, термочувствительные материалы можно растворять с помощью соответствующей температуры воды и сразу же высушить после очистки.

Примечание: для печати простых моделей рекомендуется использовать 1-2 слоя. В данный момент учитываются только параметры сопла 1.

● Вращательная печать (доступно только для BioMaker 4):

- 1) Установите вращающийся аксессуар в выключенном состоянии.
- 2) Установите параметры для моделей с вращательной печатью. Когда ширина в направлении Y составляет 23, это соответствует одному обороту, а высота в направлении Z не должна быть слишком большой.
- 3) Переключитесь на сопло, которое будет использоваться, и отрегулируйте положение оси Y кончика иглы чуть выше самой верхней линии ротационного устройства.
- 4) В интерфейсе POSITION - XYZ Movement (Положение - движение по осям XYZ) нажмите Linear (Линейное), чтобы включить поворотный режим (нажмите здесь, чтобы отключить его).
- 5) Вручную переместите наконечник иглы на соответствующую начальную высоту печати и начните печать после предварительной экструзии.

● Прямая печать с помощью электроформования:

- 1) Сначала подключите аксессуар для электростатической прямой печати, подключите провод сопла (белый) к нижней части печатающей головки для термоплавкой печати и подключите провод платформы (черный) к специальной платформе.
- 2) Установите параметры для моделей печати с прямой электростатической записью (настройки температуры, нарезка модели и загрузка материала такие же, как для печатающей головки с термопластичным клеем).

Примечание: измените высоту начального слоя в интерфейсе BASE на 0,01 и закройте Smart Keep и Нор в интерфейсе MATERIAL. Верните эти настройки, когда они не используются.

- 3) Поместите проводящее стекло (лицевой стороной вверх), используйте печатающую головку с горячим плавлением, чтобы найти подходящее начальное положение печати (расстояние $Z \geq 1$ мм).
- 4) Зажмите стекло, включите источник высоковольтного постоянного тока, когда электрическое поле постепенно усиливается, начальные капли удлиняются от сферической до конической

, образуя так называемый конус Тейлора. Отрегулируйте напряжение (не приближайтесь к области печати после включения питания), после чего начнется печать.

- 5) После завершения печати отрегулируйте напряжение до 0, выключите источник высоковольтного постоянного тока, а затем снимите напечатанную модель.

6.4 Выключение после печати:

После завершения печати обязательно отключите функцию контроля температуры сопел и платформы. Необходимо снять прижимные пластины со всех сопел, чтобы не повредить двигатели сопел.

После того, как температура сопел и платформы вернется к комнатной температуре, отсоедините соединения, закройте программное обеспечение и выключите питание устройства.

Примечание: в следующих трех случаях приостановка печати не допускается:

1. Во время печати с использованием нескольких сопел, когда происходит переключение сопел.
2. Во время непрерывной печати на планшетах с лунками, когда сопло переключается между лунками.
3. Во время фотополимеризационной печати при переключении источника света. Пауза может быть выполнена только после завершения переключения!

Глава 7 Меры предосторожности

7.1 Устранение неисправностей

Неисправность	Анализ причин	Решение
Сопло не может выдавливать материал или выдавливание происходит с перебоями	Материал внутри шприца исчерпан	Загрузите материал заново
	Засорение сопла	Замените сопло новым
	Диаметр сопла слишком мал или длина слишком велика	Замените сопло на сопло большего размера или меньшей длины
	Скорость впрыска слишком низкая	Увеличьте скорость впрыска
	Недостаточная температура нагрева термоплавкой печатающей головки, материал не полностью расплавился	Увеличьте температуру изоляции
Сопло не может включить функцию нагрева, охлаждения или УФ-облучения в режиме без нагрузки	Задний контактный интерфейс не подключен полностью	Проверьте, хорошо ли подключен задний контакт сопла, попробуйте переустановить его
	Модуль охлаждения, нагрева или УФ-облучения поврежден	Обратитесь к сотрудникам службы послепродажного обслуживания для устранения неисправности. Не разбирайте устройство самостоятельно. В случае повреждения по вине пользователя гарантия аннулируется.
	Сопло было заменено без отключения питания	Установите заново после отключения питания
Ненормальное движение сопла или платформы	Не выполнена операция инициализации	Нажмите кнопку HOMING в режиме PRE-PRINTING
	Не подключен кабель USB или кабель питания	Проверьте, правильно ли выполнено подключение

Неисправность	Анализ причин	Решение
	Нестабильное соединение Bluetooth	Восстановите сопряжение Bluetooth, проверьте, выбран ли правильный порт для Bluetooth
Ненормальный шум во время инициализации сопла	Сопло заблокировано во время инициализации	Удалите посторонний предмет и выполните повторную инициализацию
	Датчик сопла поврежден	Обратитесь к сотрудникам службы послепродажного обслуживания для устранения неисправности. Не разбирайте устройство самостоятельно. В случае повреждения по вине пользователя гарантия аннулируется
Модель не формируется на платформе или сопло царапает чашку Петри во время печати	Расстояние между соплом и чашкой для печати слишком большое или слишком маленькое	Отрегулируйте расстояние между рабочей платформой и соплом, как правило, расстояние должно быть равным диаметру нити
	Неточная калибровка базовых лунок	Перекалибруйте базовую пластину.
	Скорость впрыска слишком низкая	Увеличьте скорость впрыска
	Термочувствительный материал плавится	Включите охлаждающую платформу или охлаждающее сопло
	Большая разница в прочности печатного материала	Отрегулируйте соотношение материалов
	В шприце есть пузырьки воздуха	Перед началом печати следует предварительно выдавливать часть материала, чтобы удалить воздух изнутри
Сопло выходит за пределы диапазона	Модель слишком велика	Уменьшите размер модели

Неисправность Явление	Анализ причин	Решение
культуральной чашки во время печати с свободным позиционированием/автоматическим позиционированием	После отказа от процесса печати инициализация не была выполнена	Нажмите кнопку HOMING
	Неточная калибровка лунок базовой пластины	Перекалибруйте базовую пластину
При калибровке сопла в направлении Z платформа не останавливается после касания маленькой красной точки	Сопло не находится рядом с центром маленькой красной точки	Переопределить точку отсчета калибровки (SET Z DATUM)
	Датчик поврежден	Обратитесь к сотрудникам службы послепродажного обслуживания для устранения неисправности. Не разбирайте устройство самостоятельно. В случае повреждения устройства вам будет выставлен счет на ремонт.

Глава 8 Руководство по послепродажному обслуживанию

8.1 Время реагирования службы послепродажного обслуживания компании

1.	На данный прибор предоставляется бесплатная гарантия сроком на один год с даты приемки. В течение гарантийного срока, если прибор выйдет из строя по не зависящим от человека причинам, компания SunP Biotech предоставит бесплатное гарантийное обслуживание.
2	В течение гарантийного срока, если пользователю требуется техническое обслуживание, просьба связаться с компанией по контактной информации, указанной в разделе 9.2 или разделе 8.2. Компания ответит в тот же день и обсудит решение в течение 2 рабочих дней, а затем выполнит решение, согласованное обеими сторонами.
3.	По истечении гарантийного срока Компания продолжает предоставлять платные запасные части и гарантийное обслуживание (запасные части и работа оплачиваются).
4.	Если требуется модернизация запасных частей, пользователь может напрямую связаться с сотрудниками послепродажного обслуживания Компании.
5.	Повреждения прибора, вызванные человеческим фактором, разборкой, модификацией или эксплуатацией, не соответствующей инструкциям, не подпадают под действие бесплатной гарантии.

8.2 Контактная информация

Электронная почта: info-china@sunpbitech.cn

Веб-сайт: www.sunpbitech.cn