

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

3D-ПЕЧАТЬ ПРОЕКТА ЗДАНИЯ ИЛИ СООРУЖЕНИЯ

Учебно-методическое пособие
для практических занятий по дисциплине
«ВМ-технологии в строительстве»
для обучающихся очной и очно-заочной форм обучения
по направлениям подготовки
08.03.01 «Строительство»

Севастополь
СевГУ
2025

УДК 624.04:004.94(076.5)

ББК 38.2-5*я73

Т67

Рецензенты:

А.Р. Лившиц - канд. техн. наук, Президент Союза строителей Севастополя, Почетный строитель России

И.А. Свешников – канд. техн. наук, доцент, генеральный директор ООО «Сапфир-Траст»

Коллектив авторов:

В.М. Липка, М.В. Матвеева, Е.М. Преображенская,
Ю.Л. Рапацкий, Д.В. Ревенко, С.Е. Сазонов

Т67 3D-печать проекта здания или сооружения : учебно-методическое пособие для практических занятий по дисциплине «ВМ-технологии в строительстве» для обучающихся очной и очно-заочной формы обучения по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» / Севастопольский государственный университет ; В. М. Липка, М. В. Матвеева, Е. М. Преображенская [и др.]. – Севастополь : СевГУ, 2025. – 19 с. – Текст : электронный.

Предназначено для учебно-методического обеспечения дисциплины «ВМ-технологии в строительстве».

Целью методического пособия является оказание помощи студентам в самостоятельном выполнении заданий по дисциплине «ВМ-технологии в строительстве».

УДК 624.04:004.94(076.5)

ББК 38.2-5*я73

Рассмотрено и рекомендовано к изданию на заседании кафедры «Строительство и землеустройство, протокол № 9 от 7 апреля 2025 г.

© Липка В.М., Матвеева М.В., Преображенская Е.М.,
Рапацкий Ю.Л., Ревенко Д.В., Сазонов С.Е., 2025

© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ЗАДАЧИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ.....	5
2. ВАРИАНТЫ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ	5
3. УСТАНОВКА СЛАЙСЕРА.....	6
4 НАСТРОЙКА ПАРАМЕТРОВ 3D-ПЕЧАТИ.....	10
5. МЕНЮ ЗАПОЛНЕНИЕ.....	11
6. МЕНЮ ПОДДЕРЖКИ.....	13
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	19

ВВЕДЕНИЕ

Необходимость ускоренного перехода к цифровой экономике, как основе прогресса во всех сферах хозяйственной деятельности, включая строительную отрасль, продиктована, в частности, продвижением к Индустрии 4.0, что означает для все промышленной сферы России выход на новый уровень общественного развития. В целях реализации Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203 "О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы", на государственном уровне подготовлен план мероприятий по формированию исследовательских компетенций и технологических заделов программы «Цифровая экономика Российской Федерации».

Задание «Печать проекта здания или сооружения на 3D-принтере» в программной среде CURA выполняется обучающимися на практических занятиях в семестре в рамках изучения модуля «BIM-технологии в строительстве».

Одним из важных индикаторов развития строительной отрасли является использование информационной модели здания в проектировании и строительстве, а также совершенствование роботизированной системы изготовления деталей зданий и сооружений, в том числе с помощью строительных 3D-принтеров. В России с января 2021 года использование BIM стало обязательным для строительных компаний, работающих над государственными проектами [1]. В июле 2024 года требование работать с BIM распространилось на все компании в сфере строительства многоэтажного жилья. С 2025 года доленое строительство малоэтажных комплексов также должно вестись с использованием BIM.

В практической работе предлагается ознакомиться с технологией 3D-печати, видами станков, условиями их работы, ограничениями и преимуществами 3D-печати зданий и отдельных конструкций, технологическим процессом подготовки модели к печати и 3D-печати. Необходимость проведения этой работы обусловлена потребностью визуализации особенностей работы 3D-принтеров.

В качестве примера в методических рекомендациях рассматриваются проект многоквартирного жилого дома. На практических занятиях каждый обучающийся готовит 3D-модель многоквартирного жилого дома в печать и участвует в процессе печати.

1. ЗАДАЧИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

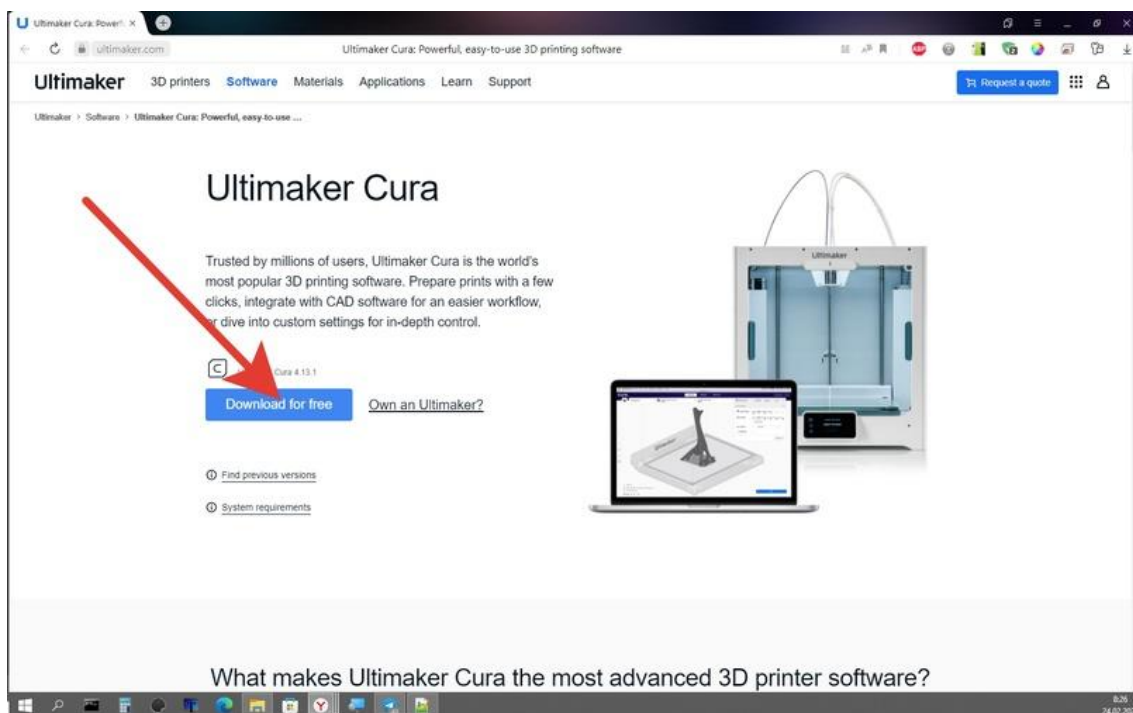
- Скачать и установить Cura;
- Скачать модель здания для пробной печати;
- Разместить модель на столе принтера в программной среде Cura;
- Привести модель к масштабу М 1:100. Экономно разместить элементы печатаемого здания или сооружения на столе(ах).
- Подобрать оптимальный вид заполнения модели (%);
- Подобрать оптимальный тип поддержек;
- Подобрать оптимальное время печати;
- Сохранить файл для печати;
- Выполнить фотофиксацию процесса и результата;
- Выполнить послепечатную обработку и сборку модели;
- Оформить лабораторную работу в виде слайдов презентации со скринами настроек из программы Cura и фотофиксацией. Оформите работу титульным листом с названием дисциплины, номером варианта, номером группы и ФИО студента.

2. ВАРИАНТЫ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

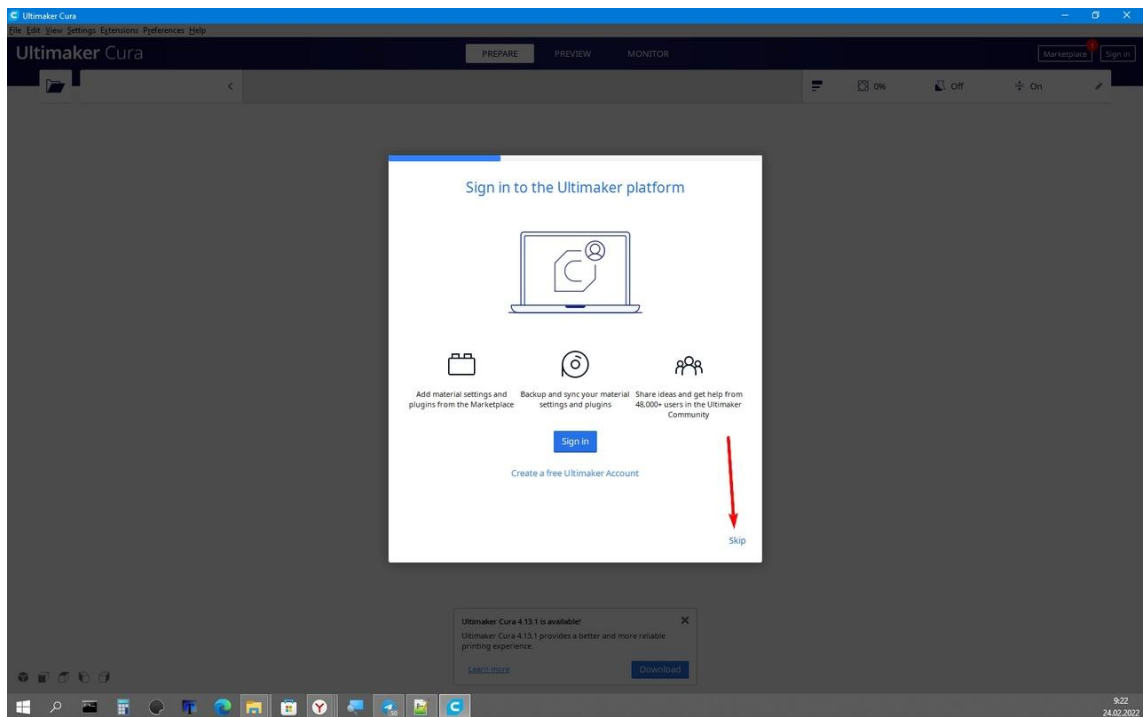
Номер варианта		Ссылка на 3D-модель
15	18	https://www.thingiverse.com/thing:26244
2	19	https://www.thingiverse.com/thing:5064
3	20	https://www.thingiverse.com/thing:31644
4	21	https://www.thingiverse.com/thing:5299
5	22	https://www.thingiverse.com/thing:3210150
6	23	https://www.thingiverse.com/thing:26244
7	24	https://www.thingiverse.com/thing:5064
8	25	https://www.thingiverse.com/thing:31644
9	26	https://www.thingiverse.com/thing:3210150
10	27	https://www.thingiverse.com/thing:5299
11	28	https://www.thingiverse.com/thing:26244
12	29	https://www.thingiverse.com/thing:3210150
13	30	https://www.thingiverse.com/thing:5064
14	31	https://www.thingiverse.com/thing:31644
15	32	https://www.thingiverse.com/thing:5299
16	33	https://www.thingiverse.com/thing:3210150
17	34	https://www.thingiverse.com/thing:31644

3. УСТАНОВКА СЛАЙСЕРА

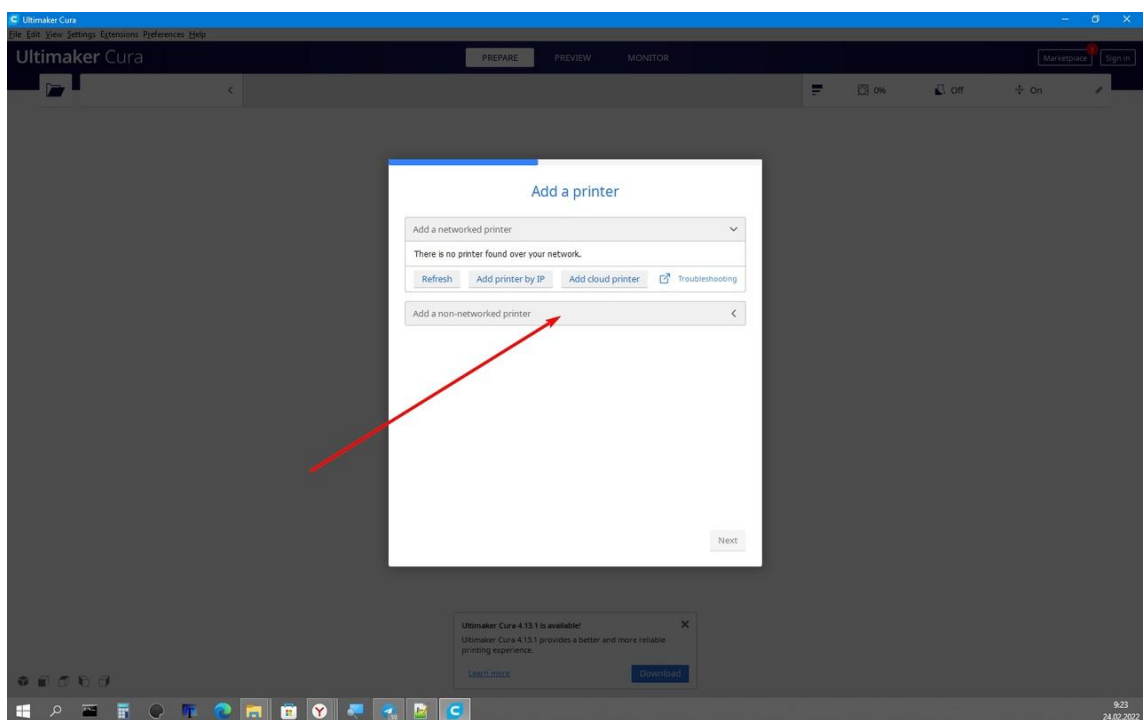
В качестве примера настройки печати используется учебный принтер с технологией 3D-печати FDM. В печати используется нить pla (полилактид – биоразлагаемый легкоплавкий пластик).



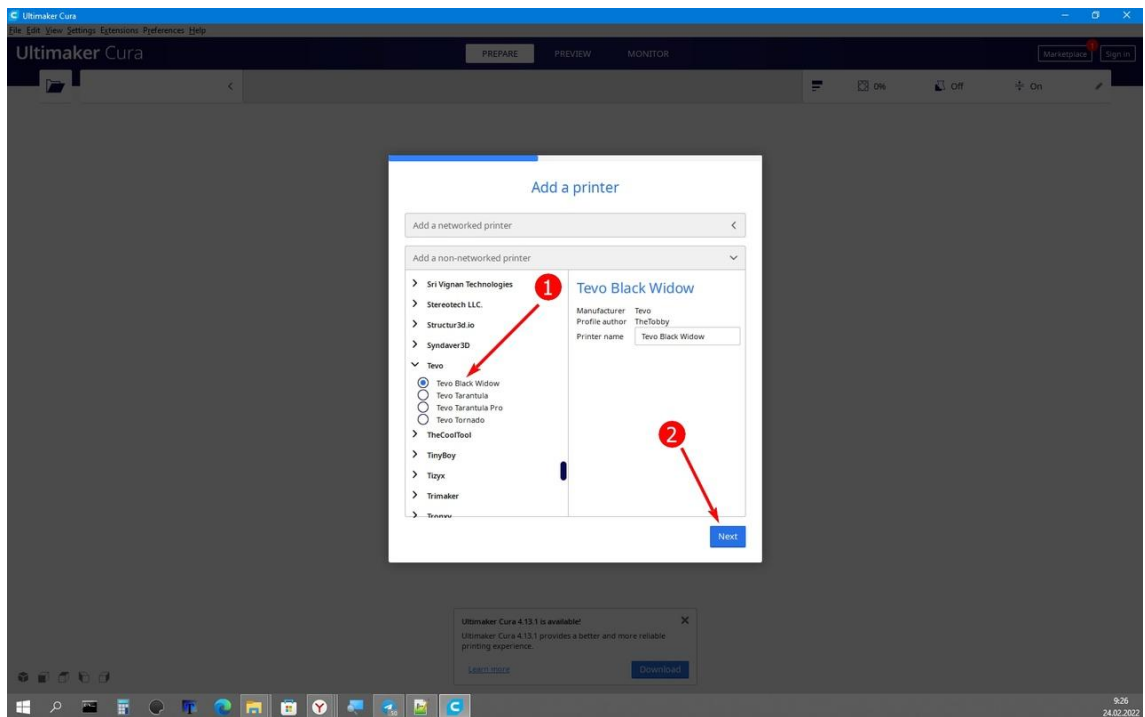
Для начала работы необходимо скачать готовую модель в соответствии с вариантом, а затем скачать программу-слайсер Cura с официального сайта по ссылке <https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura/>. Используйте самую свежую доступную версию.



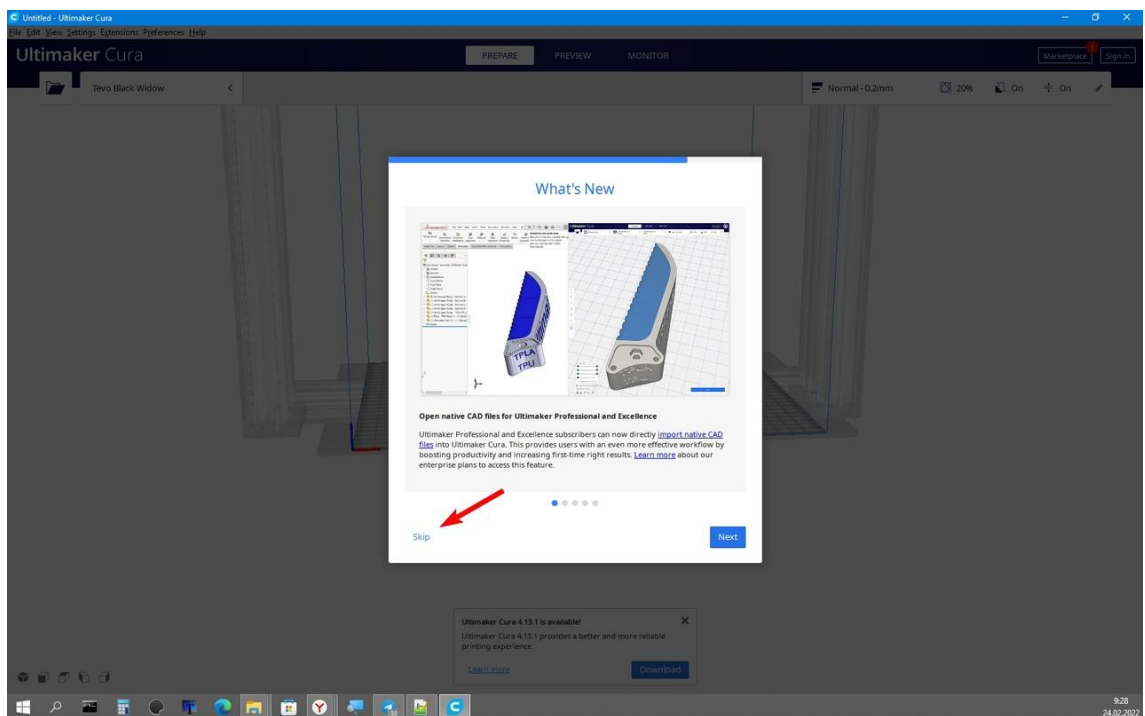
После скачивания установщика программы запустите его. Регистрацию можно пропустить.



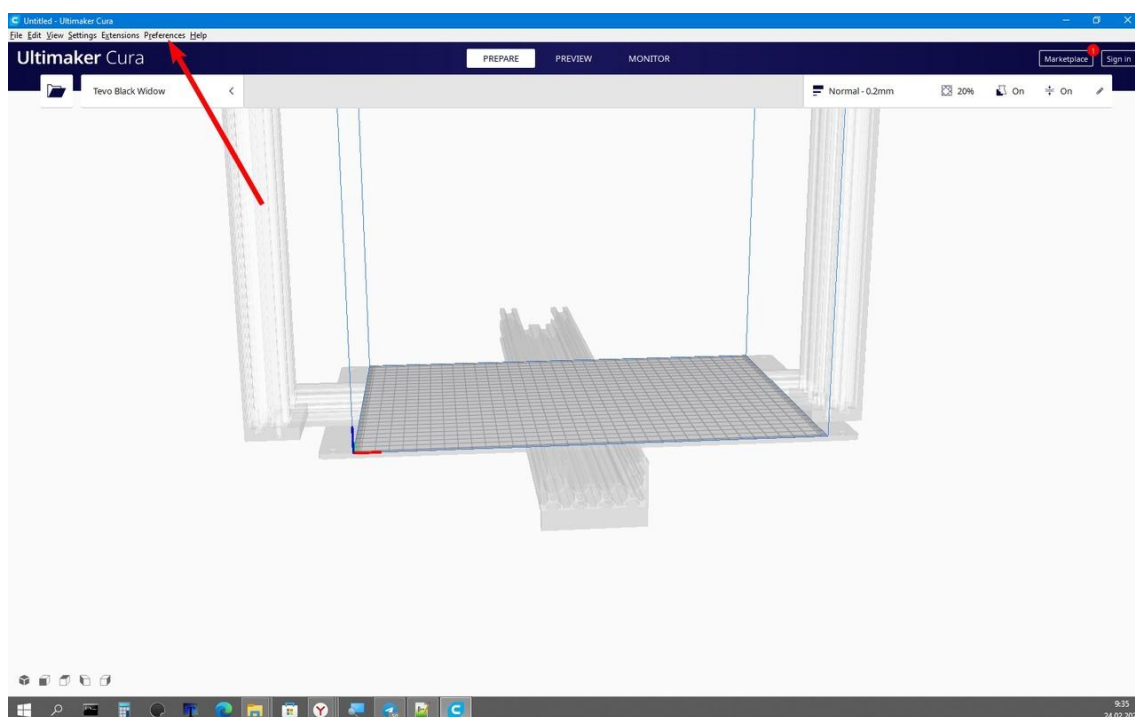
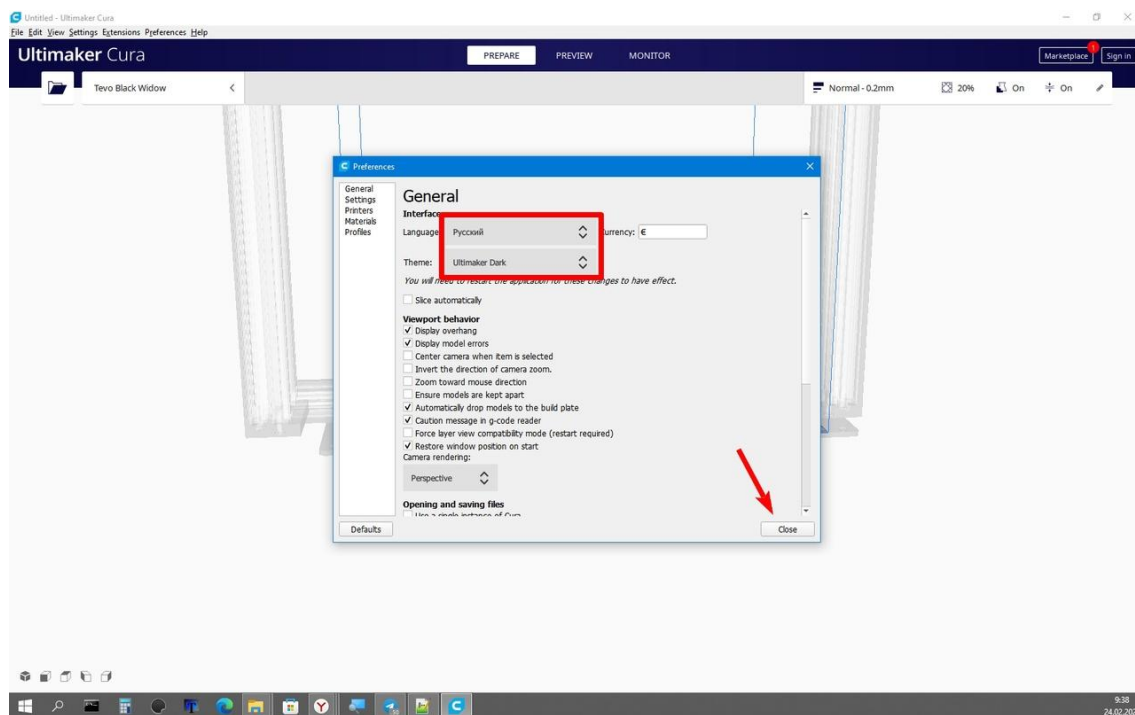
Выберите принтер, не подключенный к сети.



Далее из списка можно выбрать любой принтер – на данном этапе это не имеет значения.



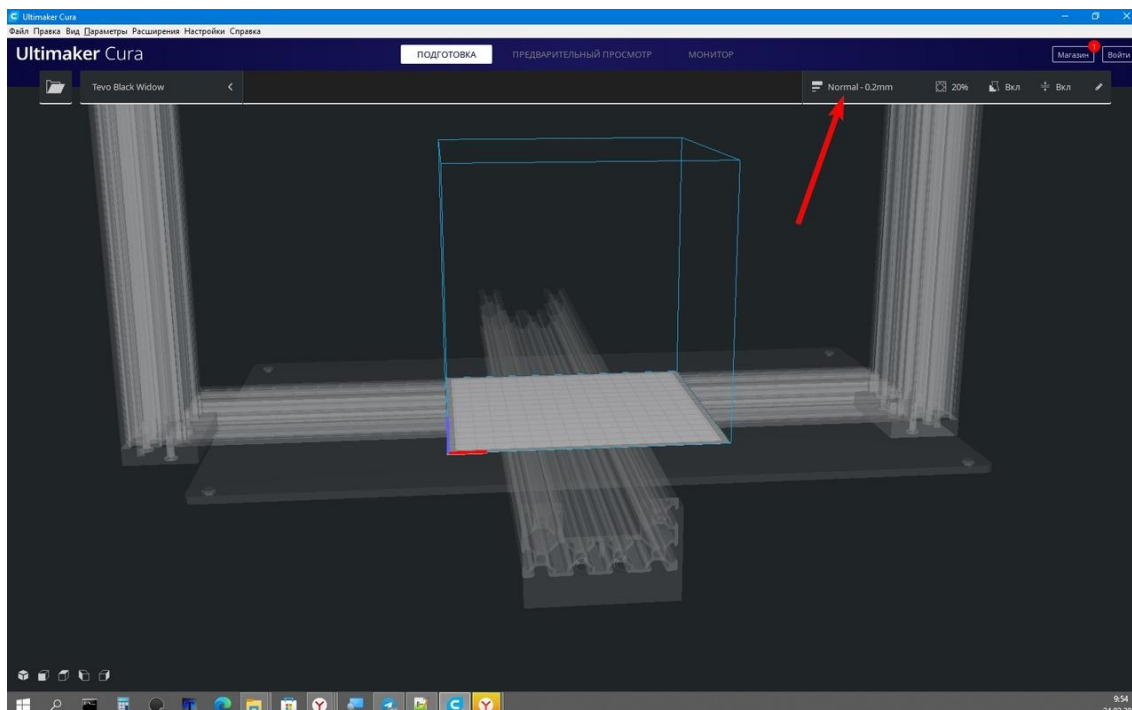
При запуске программа познакомит вас с внесенными обновлениями, этот этап можно пропустить.



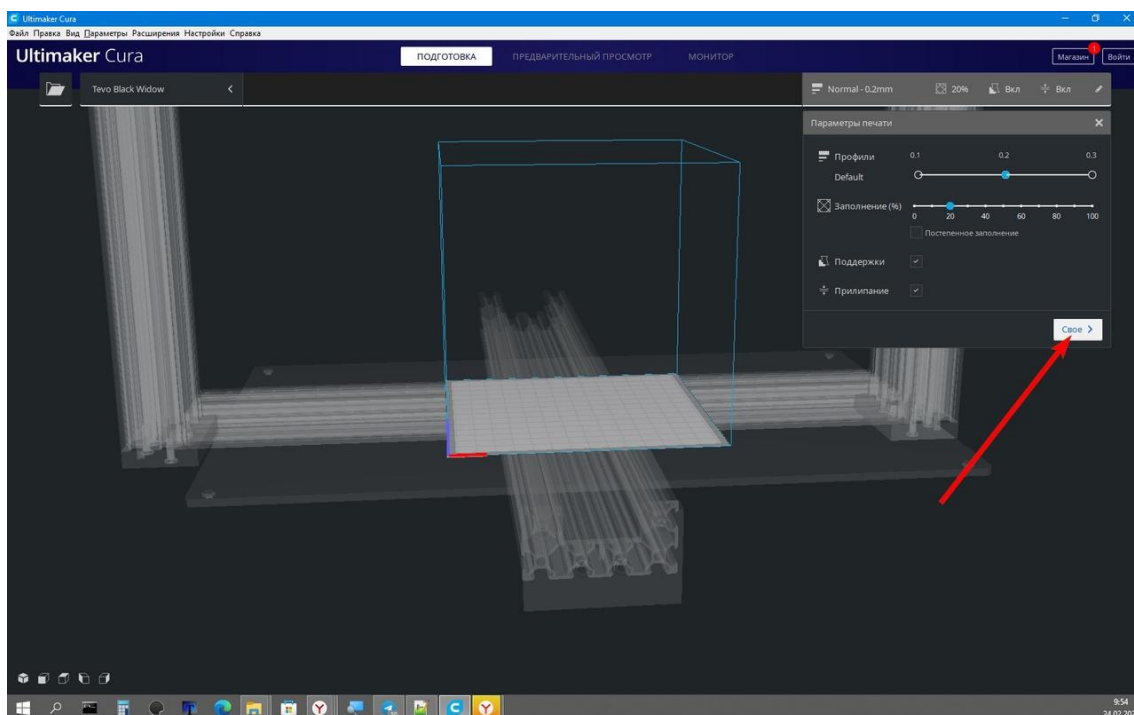
Переходим к настройке программы.

В настройках Cura, если требуется, можно поменять язык интерфейса и вид отображения. Далее закройте и перезапустите программу.

4. НАСТРОЙКА ПАРАМЕТРОВ 3D-ПЕЧАТИ

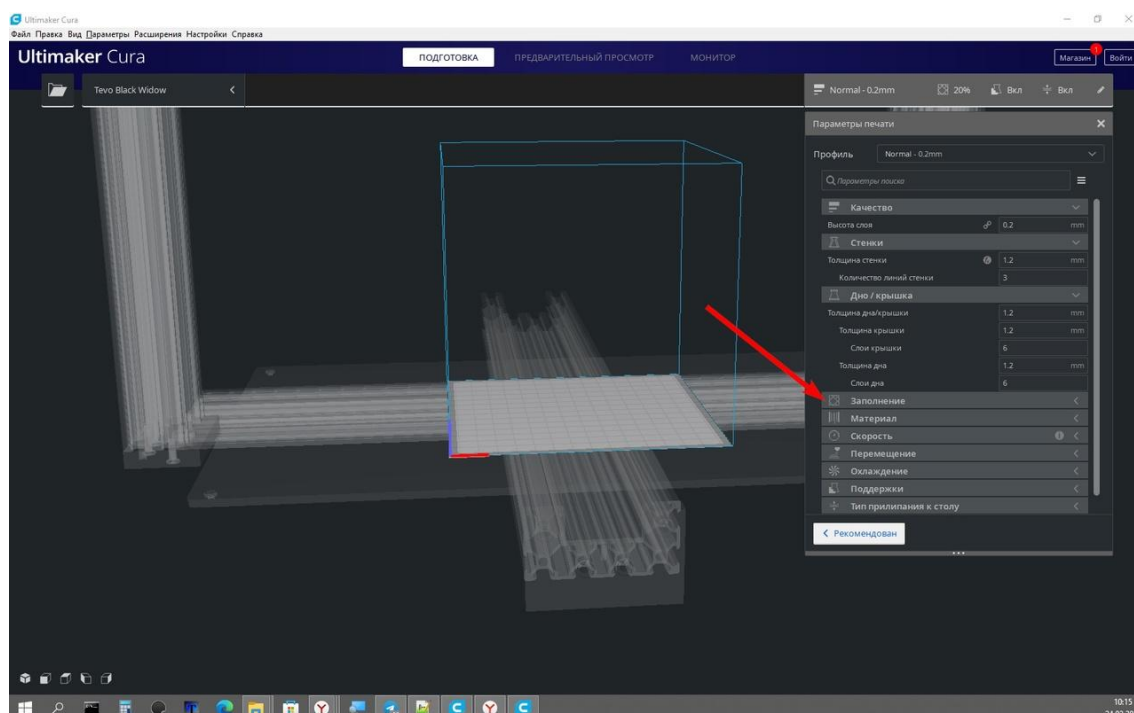


После перезапуска программы, обратимся к настройкам печати.

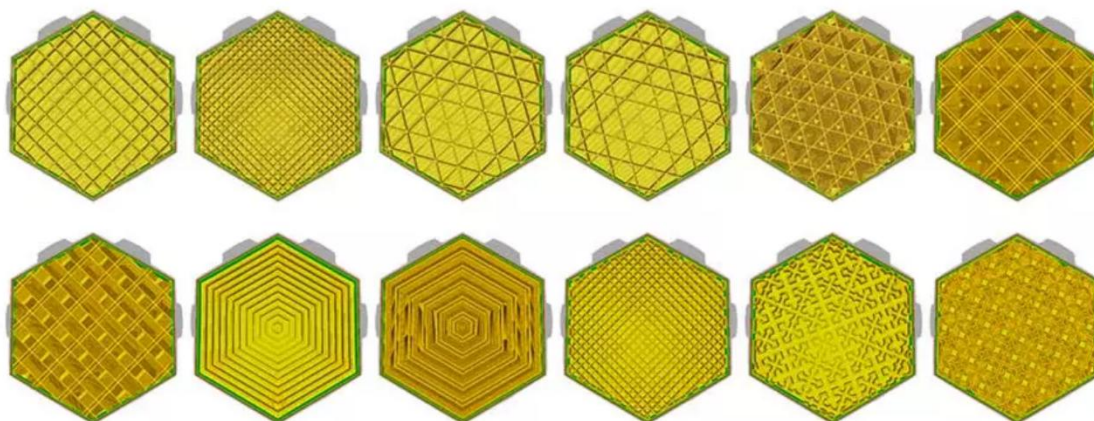


Выберите пункт «своё» чтобы использовать расширенные пользовательские настройки.

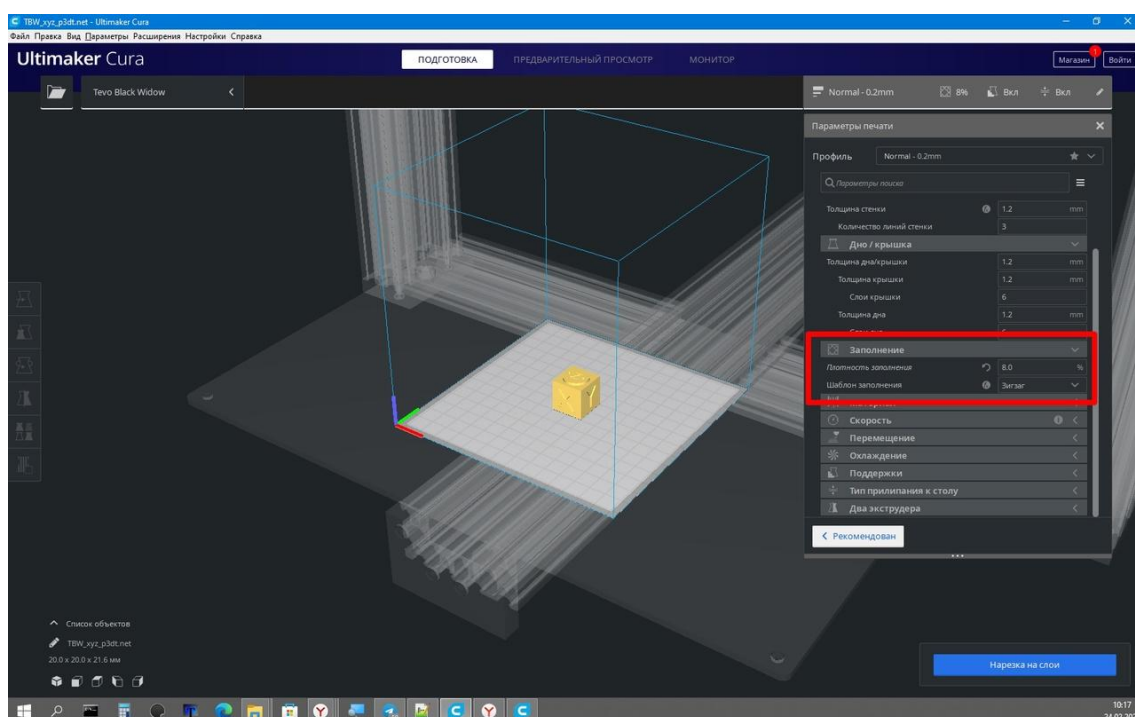
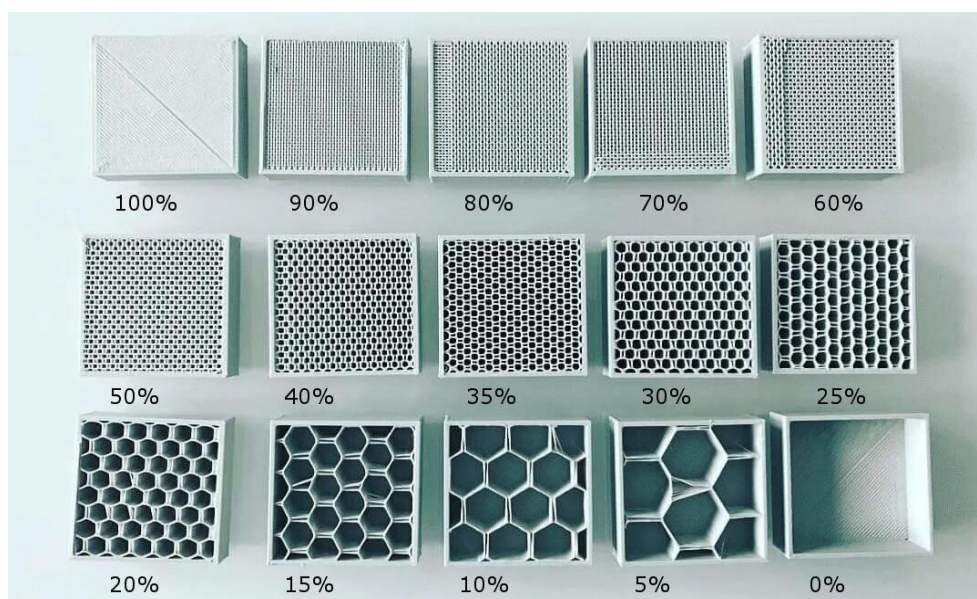
5. МЕНЮ ЗАПОЛНЕНИЕ



Меню Заполнение. Настройка этого параметра зависит от конкретной печатаемой модели – высоты, размера в плане, толщины ее элементов. Вам нужно будет подобрать оптимальную плотность заполнения внутренних полостей модели в %.

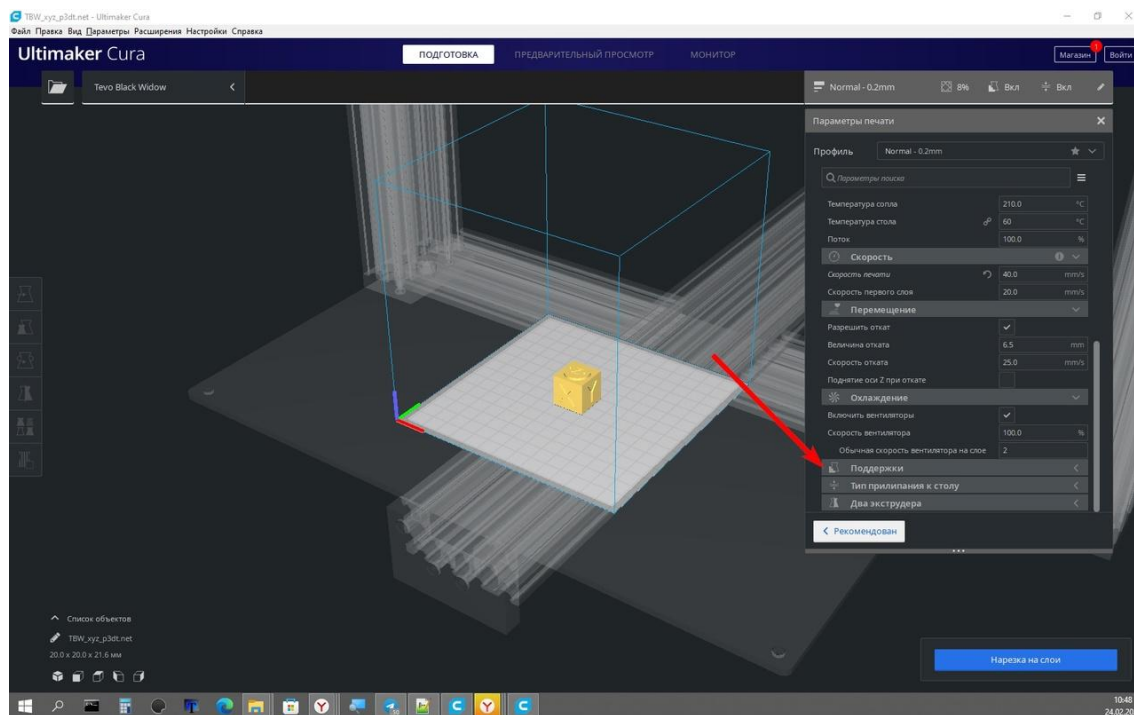


Учтите, что 100% заполнение имеет высокую спайность, такую модель легко разрушить, а заполнение, близкое к 0, несмотря на высокую скорость печати, имеет тонкие стенки, что также влияет на надежность результата. Кроме того, в модели с низким заполнением внутренних пустот возникнут сложности с нависающей финишной площадкой – например, верхней плоскостью стены или колонны, поскольку принтер будет печатать навесу. Также важно учесть, что процент заполнения напрямую влияет на скорость печати.

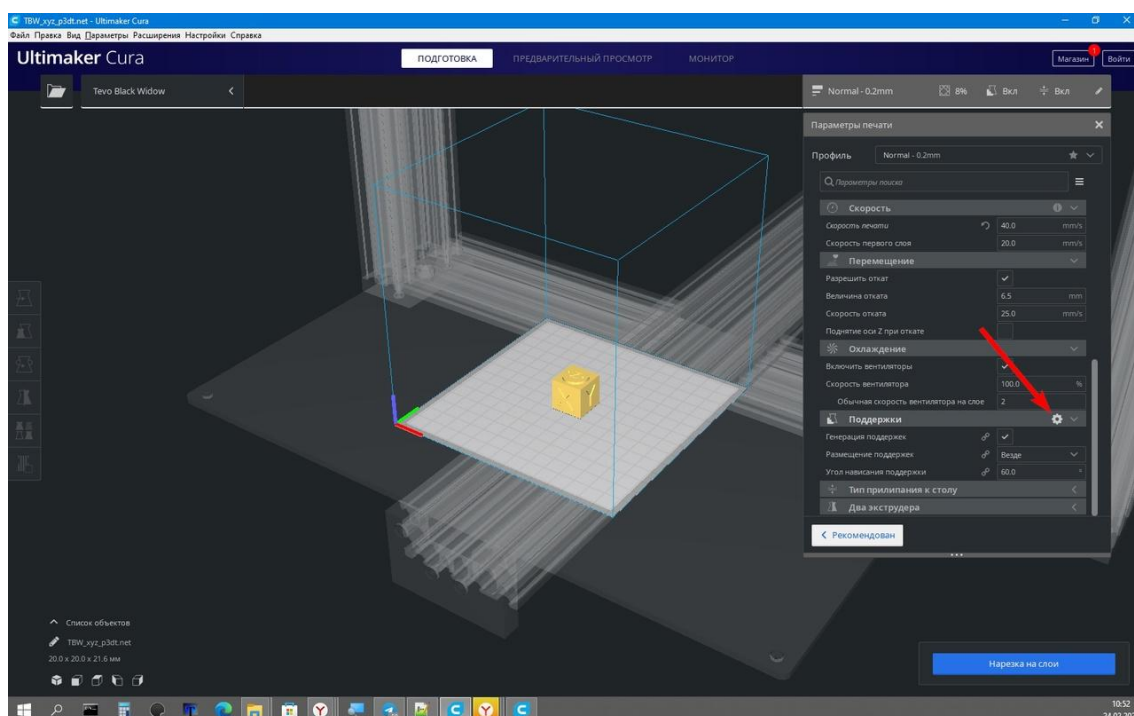


При выборе типа заполнения – параметр «Шаблон заполнения» - характеризует вид решетки заполнения пустот. На изображении ниже приведены варианты заполнения.

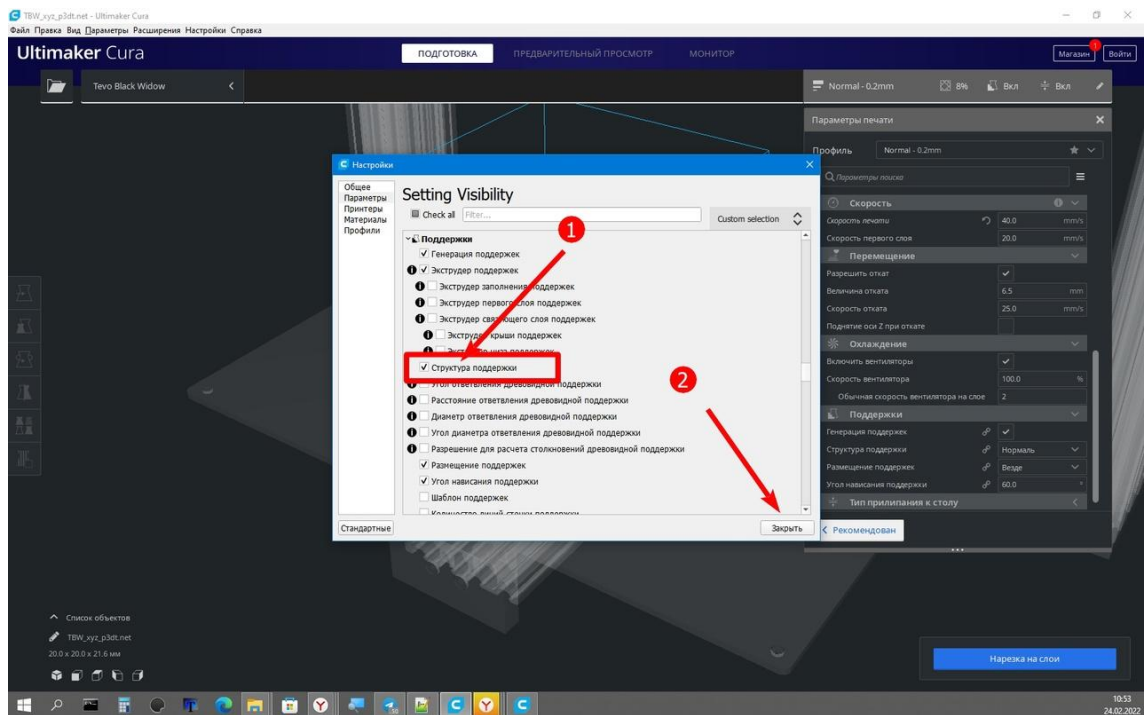
6. МЕНЮ ПОДДЕРЖКИ



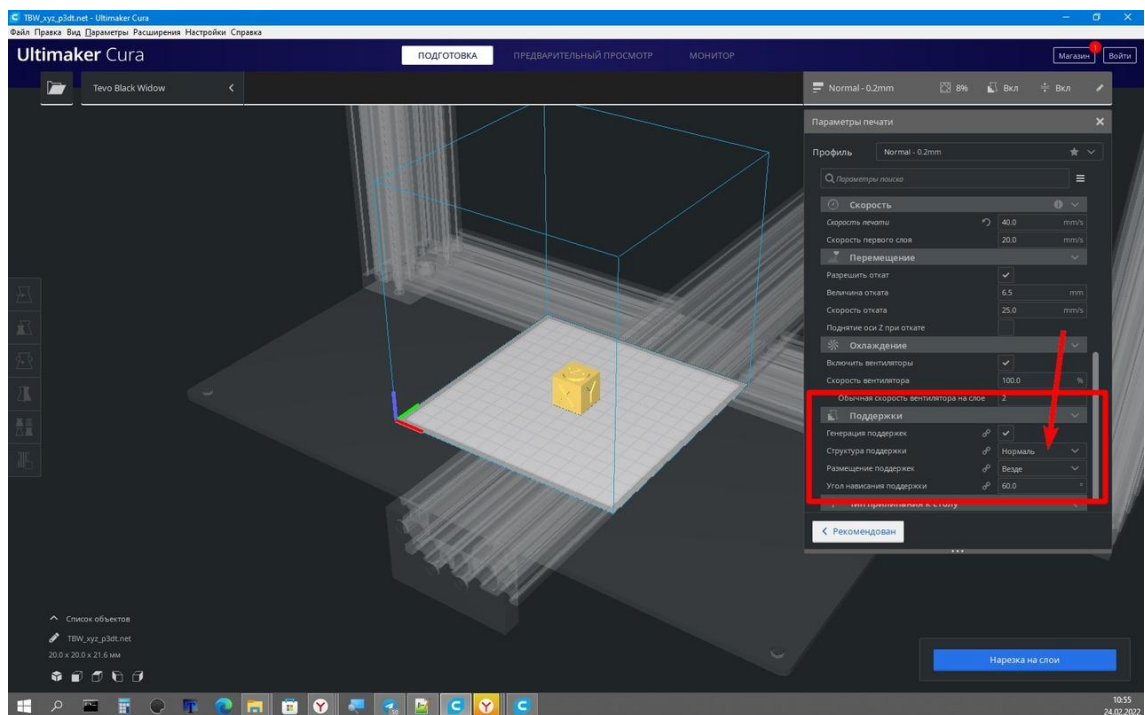
Меню Поддержки. Настройка этого параметра также зависит от печатаемой модели, в частности – ее формы, присутствуют ли в модели элементы, нависающие над пустым пространством. Для печати таких нависающих частей программа может построить специальные печатные «ножки» - поддержки.



Далее зайдите в настройки параметров поддержек.



Действуйте по инструкции на изображении.

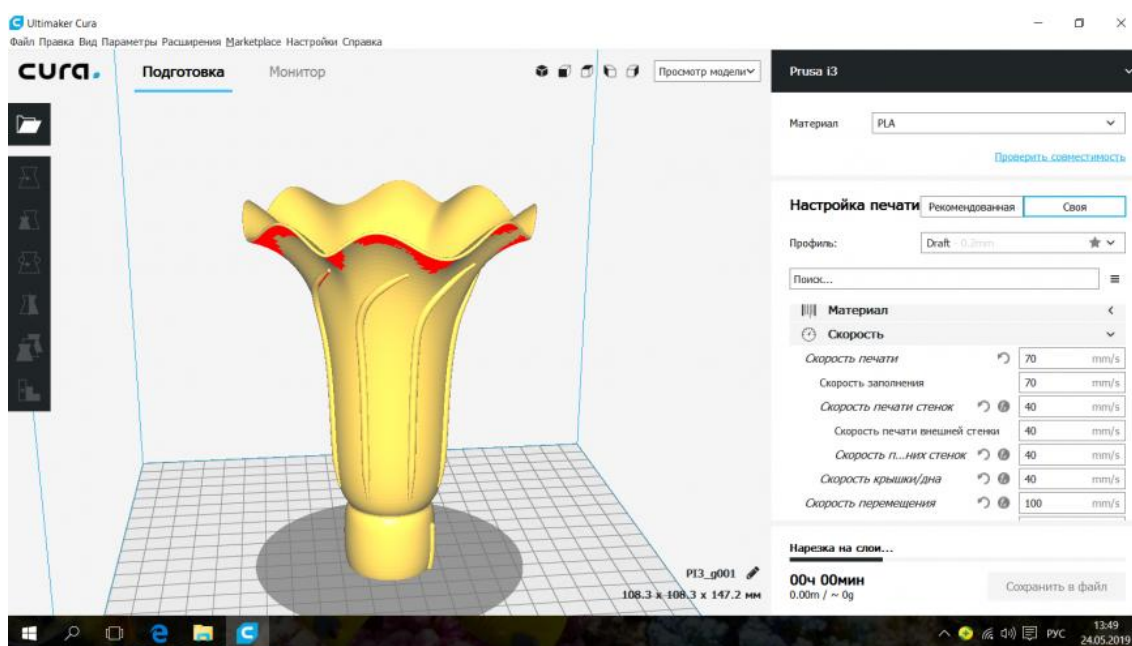


В этом меню можно выбрать тип поддержки. Cura способна создавать поддержки двух типов: нормаль и дерево.

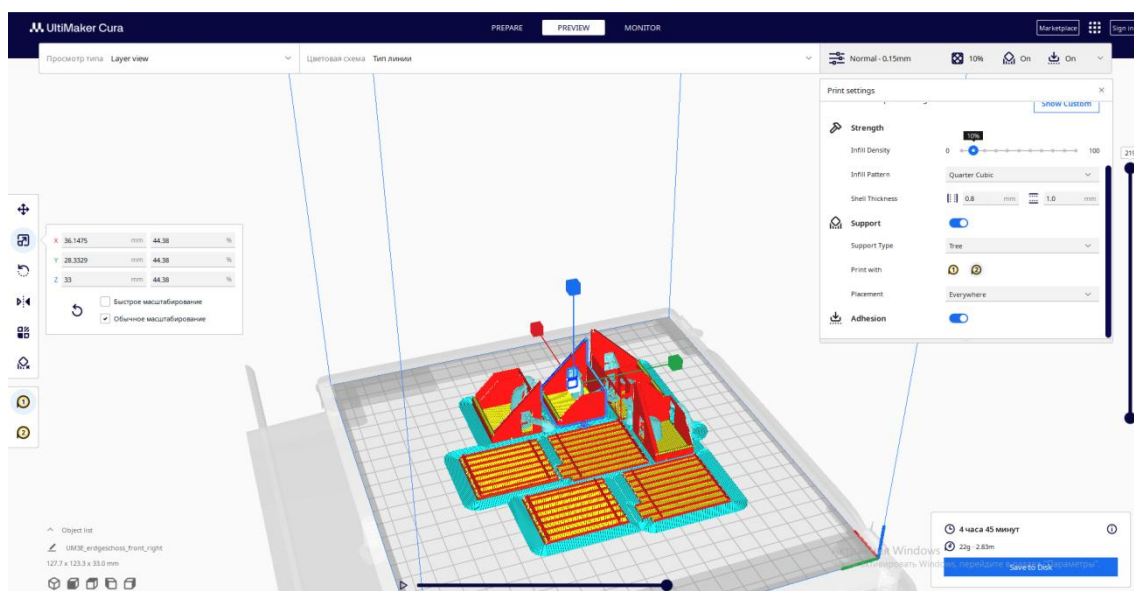
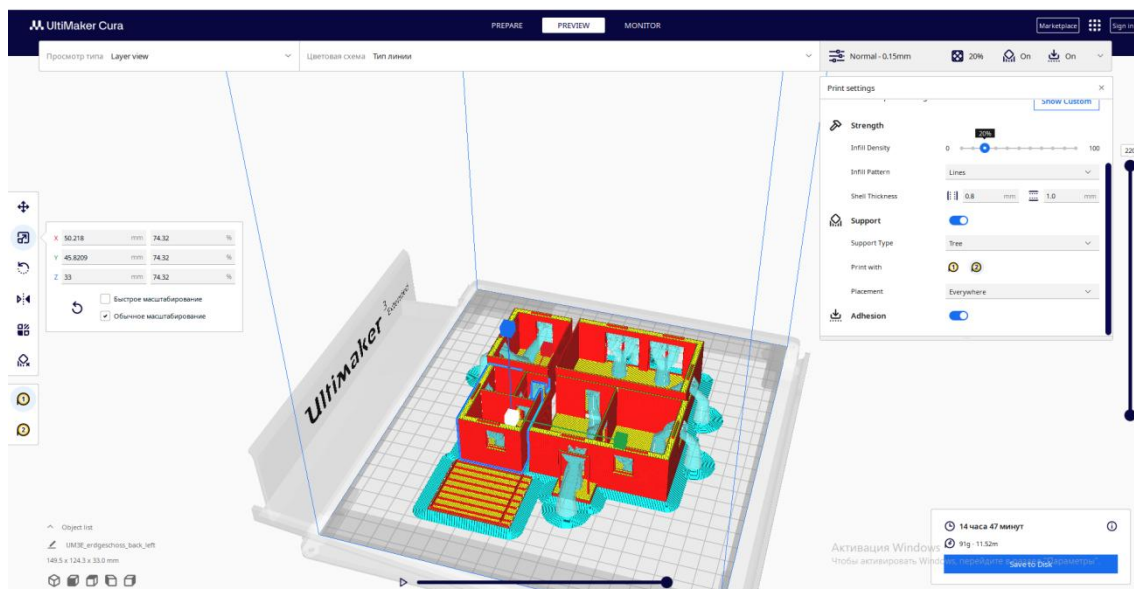


Слева поддержки типа дерево (tree), справа поддержки типа нормаль (simple).

Разница состоит в том, что поддержки типа дерево, зачастую более экономичны в расходе пластика. Программа позволяет не только составлять, но и управлять поддержками, можно убирать те, что вы считаете избыточными, например, сферические и конические тела, а также все плавные натежные формы можно печатать просто за счет наплыва слоев.

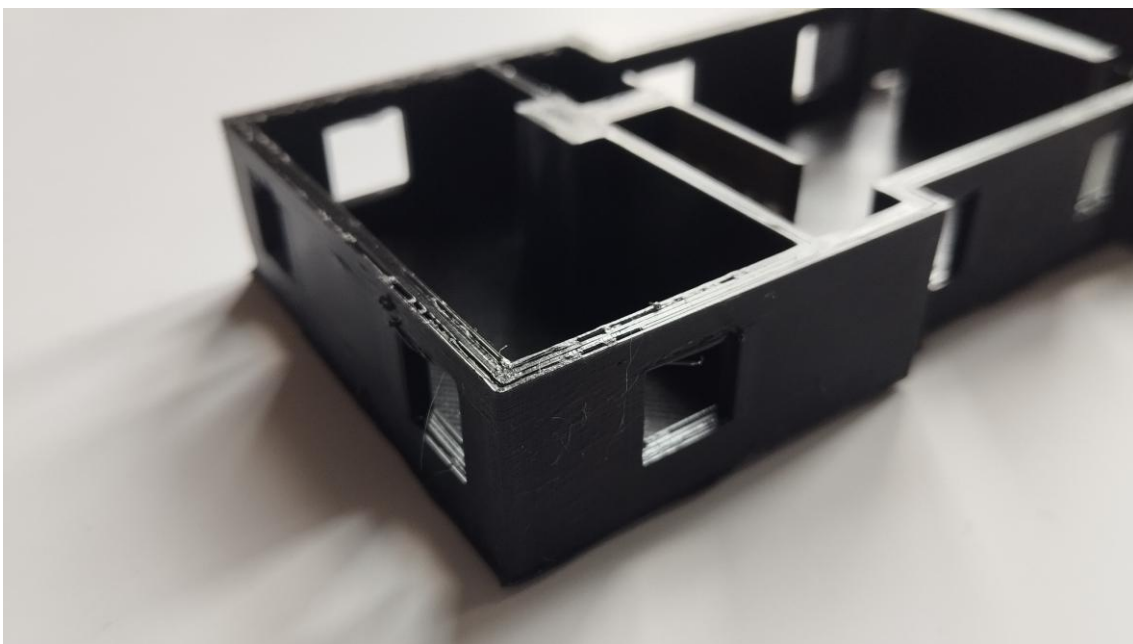


Например, такие тела. Кстати, программа подсвечивает красным те места, которые нуждаются в поддержках.

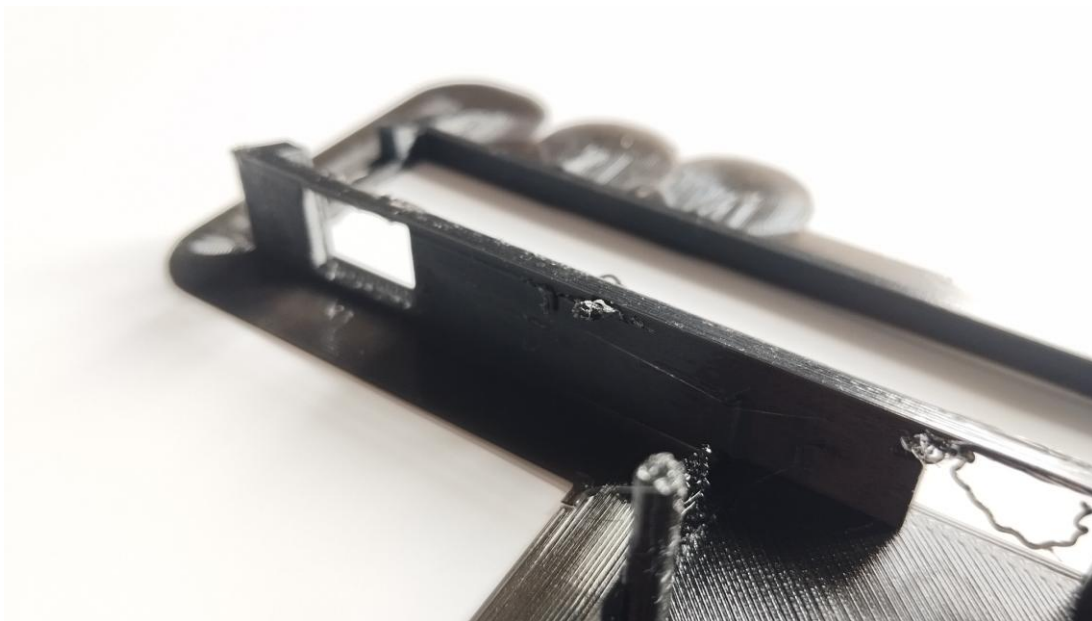


Примеры расположения элементов на листе и настройки параметров печати.

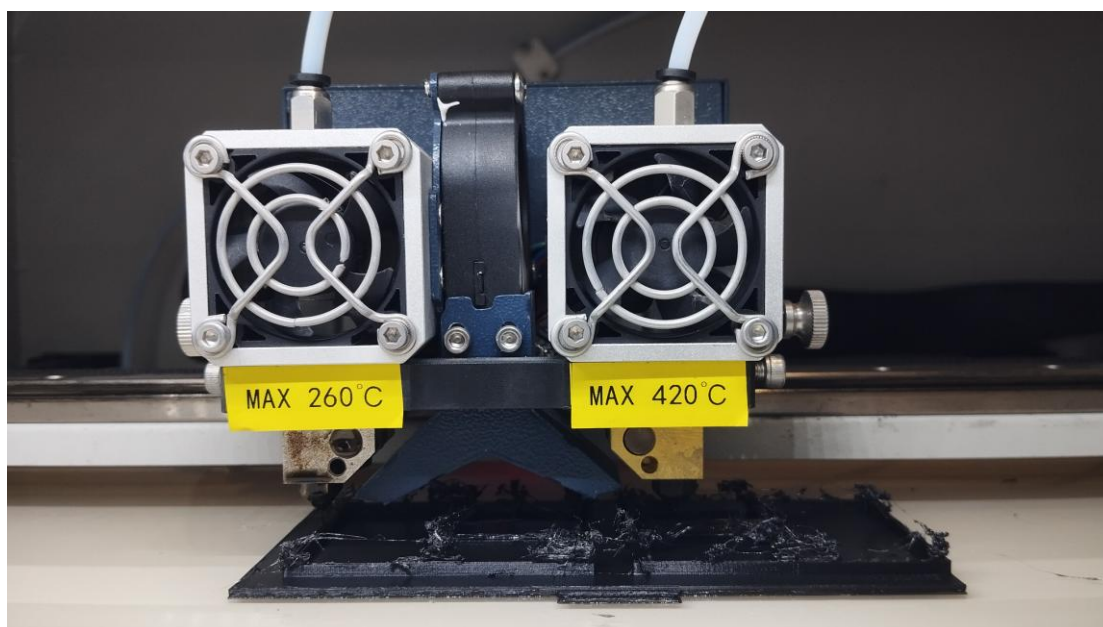
Сохраните готовый стол с моделями через команду «Save to disk» в правой нижней части экрана, выберите при сохранении тип файла G-code - это язык программирования для станков с числовым программным управлением (ЧПУ) [2]. Напоминаем, что 3D-принтер – это станок с ЧПУ, головка принтера и стол работают по координатным осям.



Пример распечатанной работы. Обычно изделия после печати требуют послепечатной обработки ручным инструментом: канцелярский нож, щипцы, наждачная бумага.



Пример дефектов при печати. Дефекты печати могут быть вызваны: неправильно подобранной температурой стола и экструдера для конкретного типа пластика, неравномерное прогревание стола, застревание катушки, печать «навесу», неверно откалиброванный стол, перегрев, сбой питания принтера, неверные настройки в допечатной подготовке [3].



Включите в итоговый отчет фотофиксацию (скрины) работы в программе Cura – зафиксируйте выбранные настройки и размещение элементов здания или сооружения на столе(ах), зафиксируйте процесс печати, возможные дефекты и готовую модель. Оформите отчет титульным листом с названием дисциплины, номером варианта, номером группы и ФИО студента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перспективы развития аддитивных технологий в строительной отрасли Российской Федерации / Ю. Л. Рапацкий, В. М. Липка, К. С. Чайкин, П. А. Марсов // Современные технологии и реверс-инжиниринг : сборник статей Всероссийских научно-практических конференций, Севастополь, 10 – 12 мая 2023 года / гл. редактор О. В. Мухина. – Севастополь : Севастопольский государственный университет, 2023. – С. 209-219.
2. Болдурат, Д. А. Создание 3D-моделей и 3D-печать / Д. А. Болдурат // Юный ученый. – 2021. – № 11(52). – С. 87-93.
3. Комарова, М. Н. Современные технологии в архитектурной реставрации: от 3D-сканирования до 3D-печати / М. Н. Комарова // Актуальные вызовы архитектурно-строительной науки. Водные ресурсы, водоснабжение и водоотведение, окружающая среда : материалы I Международной конференции, Екатеринбург, 16–17 мая 2024 года. – Екатеринбург : Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2024. – С. 135-141.

Учебное издание

**Липка Виктория Михайловна
Матвеева Марина Валерьевна
Преображенская Екатерина Михайловна
Рапацкий Юрий Леонидович
Ревенко Дмитрий Викторович
Сазонов Сергей Евгеньевич**

**3D-ПЕЧАТЬ ПРОЕКТА
ЗДАНИЯ ИЛИ СООРУЖЕНИЯ**

Учебно-методическое пособие

В авторской редакции

Изд. № 75/2025. Объем 1,25 п.л. Усл. печ. л. 1,16. Уч.-изд. л. 1,23.
Издательский центр ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»