

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» <https://resources.today>  
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2024, Том 11, № 2 / 2024, Vol. 11, Iss. 2 <https://resources.today/issue-2-2024.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/08INOR224.pdf>

DOI: 10.15862/08INOR224 (<https://doi.org/10.15862/08INOR224>)

2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Гарсия Монтерросо, Р. А. Модернизация 3D принтера модели KINGROON KP3S / Р. А. Гарсия Монтерросо, Б. Х. Мехия Рамос // Отходы и ресурсы. — 2024. — Т. 11. — № 2. — URL: <https://resources.today/PDF/08INOR224.pdf>  
DOI: 10.15862/08INOR224

**For citation:**

Garcia Monterroso R.A., Mejia Ramos B.J. Upgrading the KINGROON KP3S 3D printer. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*. 2024;11(2): 08INOR224. Available at: <https://resources.today/PDF/08INOR224.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: 10.15862/08INOR224

## Гарсия Монтерросо Рандальф Армандо

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)», Москва, Россия  
E-mail: randalfgm@gmail.com

## Мехия Рамос Брайан Хаир

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Москва, Россия  
Аспирант департамента «Машиностроение и приборостроение инженерной академии»  
E-mail: bry.mejra5@outlook.com

# Модернизация 3D принтера модели KINGROON KP3S

**Аннотация.** В настоящее время применение 3D принтеров для автоматизации процессов разработки сложных деталей и изделий имеет большую потребность. Процесс 3D-печати методом FDM широко распространен во многих отраслях промышленности, таких как автомобильная, аэрокосмическая, медицинская, производство потребительских товаров, архитектура и др.

Время печати изделий на FDM принтерах может достигать несколько десятков часов, поэтому необходимо иметь возможность постоянного дистанционного наблюдения и управления принтером. Это возможно реализовать с применением WEB камер и соответствующим ПО.

Разработанная конструкция принтера позволит — установить видеокамеру непосредственно в зоне формирования изделия, существенно снизить уровень шума вентилятора блока питания (БП), уменьшить площадь, занимаемую БП в корпусе принтера, и установить вентилятор большей производительности с активным регулированием частоты вращения.

При разработке системы оптического мониторинга, было необходимо определить основные требования жесткости конструкции принтера, после чего разработан соответствующий прототип конструкции принтера с системой активной вентиляции и дополнительной емкостью для хранения ЗИП.

Изменения конструкции принтера уменьшили количество тепловыделений и снизили уровень вибраций и шума, что в свою очередь обеспечивает стабильность работы оборудования и предотвращает возможные негативные последствия для окружающей среды и персонала.

Благодаря установке WEB камеры улучшилось качество печати и обеспечена стабильная связь с принтером.

После завершения установки корпуса принтера был проведен пробный пуск, с целью выявления недостатков во время работы. В ходе пробного пуска недостатков выявлено не было, оборудование находится в работоспособном состоянии.

**Ключевые слова:** 3D принтер; дистанционное наблюдение и управление принтера; блок питания; ЗИП; FDM принтер; тепловое состояние конструкции; сложные детали

### Аддитивные технологии в современной промышленности

Развитие промышленности требует существенной модернизации существующих технологий, а также создание новых. Сегодня российская промышленность расширяет использование *аддитивных технологий* — процессов создания готовых изделий при помощи различных принтеров для трёхмерной печати. Использование аддитивных технологий — один из ярчайших примеров того, как новые разработки и оборудование могут существенно улучшать традиционное производство [1; 2].

Аддитивные технологии, как и другие современные методы металлообработки, представляют собой сложный инструмент, для успешного использования которого необходим комплексный подход. Он включает обеспечение производственного цикла всеми необходимыми ресурсами: от проектирования до наличия квалифицированных специалистов и безопасных условий работы.

Разработчик должен проектировать детали аддитивного производства и выбирать их характеристики, учитывая возможности производства, наличие исходных материалов и оборудования, а также требования к изделию, установленные в конструкторской документации, технических условиях и заданиях на изготовление. Основные требования к геометрическим параметрам, химическому составу и механическим свойствам изделия зависят от его назначения в эксплуатации [3].

Оборудование, работающее по технологии наплавления, приобрело большую популярность у производственных и научных организаций. Это обусловлено доступностью оборудования для печати и большим выбором материала. Также предприятия автомобильной, авиационно, аэрокосмической и других отраслей очень часто используют оборудование «FDM» в качестве «помощника» в проектировании. 3D принтер позволяет выполнить быстрое прототипирование деталей (узлов), что позволяет оптимизировать выполнение конструкторских и технологических задач [4].<sup>1</sup>

По опросу французской компании Sculpteo респондентов машиностроительного сектора, в 2020 году 68 % стремятся использовать аддитивными технологиями для решения большего круга задач в рамках своего производства, 44 % стремятся внедрять технологии за счет использования аутсорсинга. Это позволяет компаниям сократить расходы на обслуживание оборудования, а сэкономленные средства направить на финансирование исследований новых технологий [5; 6].<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 3D printing and additive manufacturing industry status, Wohlers Report, Inc., 2020 [Электронный ресурс] URL: <https://wohlersassociates.com/2020report.htm>.

<sup>2</sup> The State of 3D printing, 6th edition of the largest study of the Additive Manufacturing industry, Sculpteo, 2020 [Электронный ресурс] URL: <https://www.sculpteo.com/en/ebooks/state-of-3d-printing-report-2020/>.

Зеленко М.А., Нагайцев М.В., Довбыш В.М. Аддитивные технологии в машиностроении // Пособие для инженеров. М.: ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015. 220 с.

### Объект модернизации

За счет своей универсальности 3D-печать FDM может использоваться практически в любых целях. А благодаря возможности постобработки (покраски, шлифовки, вскрытию лаком) готовых изделий сферы ее применения расширяются еще больше [7; 8].

В качестве материалов используются всевозможные термопластичные пластики (PLA, ABS, PETG, NYLON, TPU и т. д.) и композиционные полимеры, которые бывают в виде калиброванных нитей, пасты и суспензии. Детали, получаемые с помощью печати, могут быть разными по своим характеристикам: твердыми, эластичными, износостойкими, термостойкими и т. д. Точность получаемой модели и технические характеристики напрямую зависят от материала, из которого производится построение детали [9; 10].<sup>3</sup>

Объектом модернизации является 3D-принтер KINGROON KP3S (рис. 1) — это бюджетный вариант 3D принтера для новых пользователей и работы при домашних условиях. Модель будущего изделия можно загружать в устройство при помощи USB или TF. Распечатать на этом 3D принтере можно объекты из файлов: obj, afm, stl. Габариты и вес KINGROON KP3S позволяют эксплуатировать его в любом помещении и легко транспортировать.

В таблице 1 возможно ознакомиться с общими характеристиками прибора.

Таблица 1

#### Описание характеристик принтера

Описание	
Объем печати	18×18×18 см
Скорость печати	от 60 мм/с
Вес	7,5 кг
Потребляемая мощность	240 Вт
Блок питания	внешний
Занимаемая площадь	1 400 кв. см

Составлено авторами



Рисунок 1. 3D FDM принтер KINGROON KP3S (составлено автором)

<sup>3</sup> ISO / ASTM52900-15, Standard Terminology for Additive Manufacturing — General Principles — Terminology, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2015, [Электронный ресурс] URL: <https://www.astm.org/f3177-15.html>.

Таблица 2

Варианты видеокамер мониторинга

Видео камера	Технические описание	Преимущества	Недостатки
Mintion Beagle	<p><b>Модель:</b> Mintion Beagle  <b>Сжатие видео:</b> H.264/MJPEG  <b>Разрешение видео:</b> 1080P  <b>Ночная версия:</b> черно-белый; цветная ночная версия  <b>Частота кадров:</b> до 25 кадров в секунду  <b>Автоматическое покадровое видео:</b> режим «Чистый / Нормальный / Таймер / УФ-датчик»  <b>Wi-Fi-подключение:</b> поддерживает только 2,4 ГГц 802.11g/n  <b>Совместимость:</b> 3D-принтеры Marlin FDM  <b>Подключиться к принтеру:</b> USB-кабель  <b>Хранение файлов:</b> карта Micro SD (по умолчанию 32 ГБ)  <b>Загрузить файл для печати:</b> да, стандартный файл gcode  <b>Темп. монитор:</b> да, для Hot End и Hot Bed  <b>Источник питания:</b> 5 В постоянного тока 1 А  <b>Размер коробки камеры:</b> 18×9,5×16,5 см  <b>Вес брутто:</b> 550 г  <b>Камеры в картонной упаковке:</b> т/коробка</p>	<p>— Просто и легко настроить  — Plug and play  — Возможность удаленно контролировать и управлять 3D-принтером  — Удаленный мониторинг и отслеживание 3D-печати  — Доступен через браузер для ПК  — Уведомление на руках  — Легко создавать кадровое видео  — Версия для экономии энергии  — Управление несколькими 3D-принтерами с помощью приложения Beagleprint</p>	<p>— Стоимость (4 000 – 5 000 р.)  — Большой размер  — Без подставки для камеры</p>
CREALITY 3D CRCC-S7	<p><b>Модель:</b> CREALITY 3D CRCC-S7  <b>Размер продукта:</b> 69,23×30,7×24,5 мм  <b>Размер упаковки:</b> 128×96×37 мм  <b>Входное напряжение:</b> 5 В  <b>Формат видео:</b> H.265/MJPEG/YUY2  <b>Фокус:</b> 40 см  <b>Процессор:</b> FH8852  <b>Минимальная освещенность:</b> &lt; 10 люкс  <b>Угол обзора:</b> D = 70,6° / H = 63,6° / V = 38°  <b>Стандарт поддержки:</b> UVC/V4L2  <b>Рабочая температура:</b> -20°C–60°C  <b>Совместимая система:</b> Windows / Linux / Mac  <b>Самый эффективный пиксель:</b> 1920(Г)×1080(В)</p>	<p>— Оснащенный высокопроизводительным чипом главного управления, 3D-принтер легко подключается к облачному серверу, обеспечивая эффективную передачу данных  — Эффективная передача, стабилизация сигнала  — После подключения к Creality Box 3D-принтер может осуществлять дистанционное управление и мониторинг печати в режиме реального времени  — Соответствующие параметры, настроенные непосредственно в приложении Creality Cloud  — Простота подключения</p>	<p>— Без Creality Box невозможно управлять в дистанционном режиме  — Процесс печати прекращается если память принтера закончилась  — Без ночного видения  — Стоимость (4 500 – 5 000 р.)</p>
Raspberry Pi 3 model B	<p><b>Модель:</b> Raspberry Pi 3 model B  <b>Процессор:</b> 64-битный четырёхъядерный ARM Cortex-A53 с тактовой частотой 1,2 ГГц на однокристальном чипе  — <b>Оперативная память:</b> 1ГБ LPDDR2 SDRAM  — <b>Цифровой видеовыход:</b> HDMI композитный выход: 3,5 мм (4 pin)  — <b>USB порты:</b> USB 2.0×4  — <b>Сеть:</b> WiFi 802.11n, 10/100 Мб RJ45 Ethernet  — <b>Bluetooth:</b> Bluetooth 4.1, Bluetooth Low Energy  — <b>Разъем дисплея:</b> Display Serial Interface (DSI)  — <b>Разъем видеокамеры:</b> MIPI Camera Serial Interface (CSI-2)  — <b>Карта памяти:</b> MicroSD  — <b>Порты ввода-вывода:</b> 40  — <b>Габариты:</b> 85×56×17 мм</p>	<p>— Пассивная охлаждающая конструкция  — Архитектура способствует идеальному тепловыделению  — Тонкий дизайн  — Простота установки  — Тихий вентилятор (по требованию), без шума  — Гладкий и прямой алюминий  — Все порты и слоты могут быть идеально подобраны</p>	<p>— Его нужно отдельной камере  — Невозможно наблюдать процесс печати через телефон  — Требуется сложное программирование и настройки  — Стоимость (15 000 – 20 000 р.)</p>

Составлено авторами

Список требований к системе оптического мониторинга:

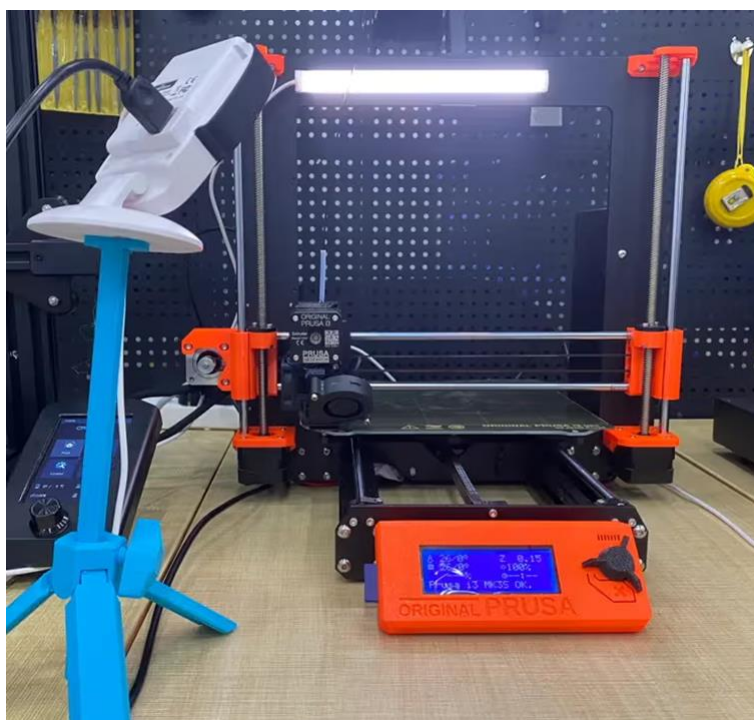
- Просмотр видео в режиме реального времени с разрешением не менее 1080P и частотой до 25 fps.
- Захват изображений с камеры, в том числе в ИК диапазоне.

- Включение/отключение 3D принтера по интерфейсу USB.
- Загружать файлы gcode для прямой печати.
- Проверять выполнение процесса 3D печати в процентах.
- Включение Паузы/Остановки печати.
- Отслеживать высоту модели, слои, скорость вращения вентилятора.
- Устанавливать начальные значения температур экструдера и стола.
- Строить кривые температуры экструдера и стола.
- Задавать перемещения экструдера по 3 координатам.
- Регулировать скорость движения экструдера и вентилятора обдува модели.
- Воспроизводить видеозаписи из облака и со смартфона H.264/MJPEG.
- Поддерживать одновременную работу нескольких принтеров через WiFi 2,4 GHz 802.11 g/n.

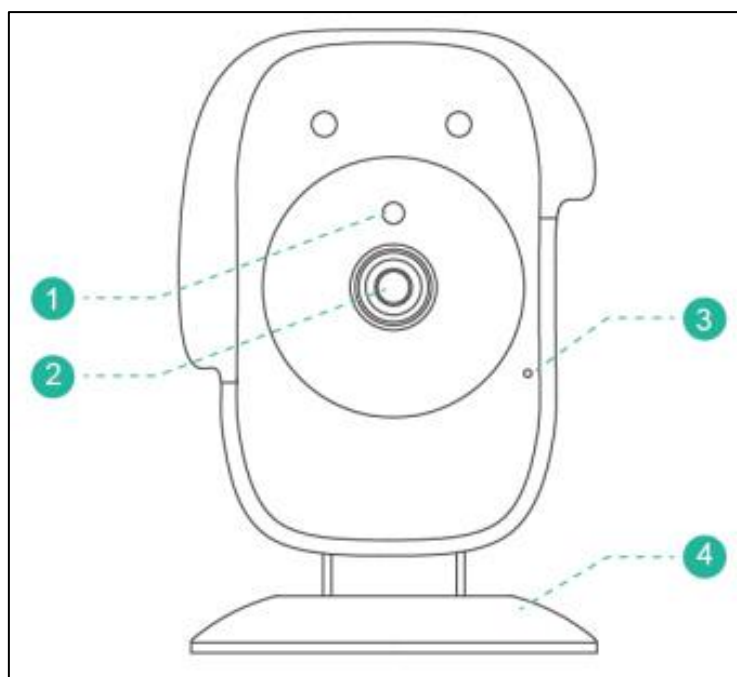
На основании ранее указанных требований необходимо выбрать видеокамеру, соответствующую всем нашим потребностям — стоимость, производительность и простота управления.

Подходящие варианты представлены в таблице 2.

Учитывая преимущества и недостатки моделей, была выбрана камера **MINTION BEAGLE** (рис. 2) компании SHENZHEN MINTION TECHNOLOGY., 24LTD, поскольку ее характеристики лучше подходят к выполнению режимы работы принтера. Это устройство представляет собой камеру двойного назначения для 3D-принтера, позволяющая удалённо контролировать и управлять 3D-принтером (рис. 3) благодаря простому способу подключения к принтеру (рис. 4) и настройке программы в телефоне/компьютере (рис. 5).



*Рисунок 2. Управление 3D принтера с камерой MINTION BEAGLE (составлено автором)*



1 — датчик; 2 — объектив; 3 — микрофон; 4 — подставка камеры

Рисунок 3. Описание Mintion Beagle<sup>4</sup>

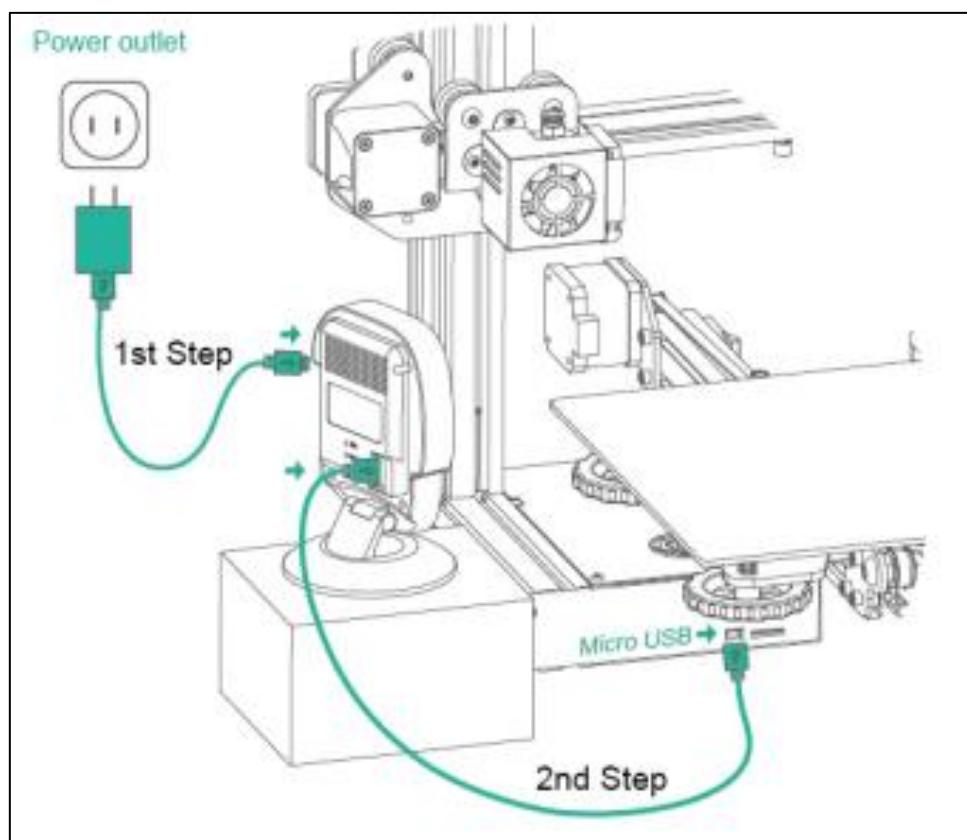
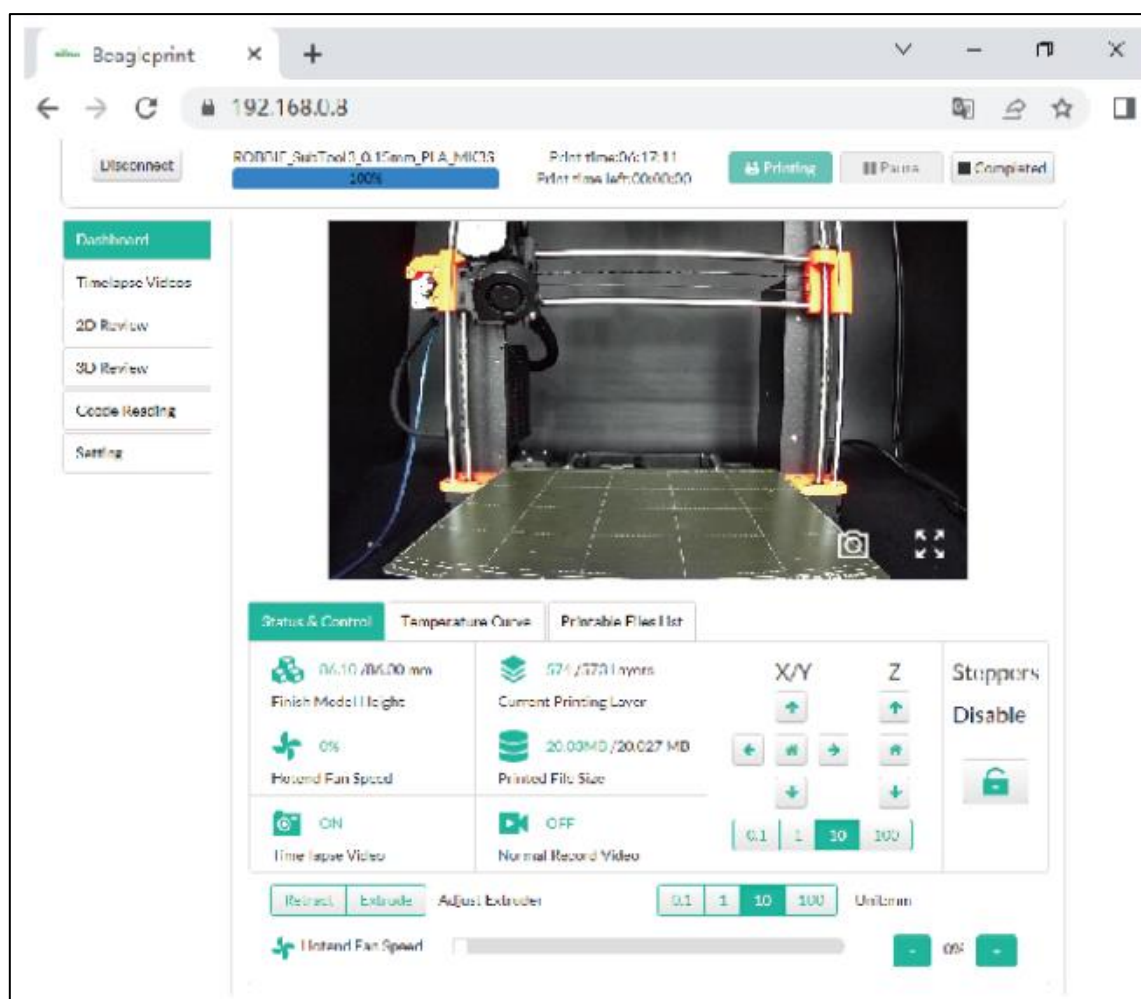


Рисунок 4. Подключение видеокамеры к принтеру<sup>4</sup>

<sup>4</sup> BEAGLE CAMERA Quick Guide Manual. [Электронный ресурс] URL: [https://drive.google.com/file/d/1nsOtCopiNy\\_z1gAVcRTf9cODIYIa3G\\_Qu/view](https://drive.google.com/file/d/1nsOtCopiNy_z1gAVcRTf9cODIYIa3G_Qu/view).



*Рисунок 5. Видеонаблюдение печати с компьютера (составлено автором)*

### Исследование компоновочных решений 3D принтеров с выносным и встроенными блоками питания

Существуют варианты модернизации принтера KINGROON KP3S для размещения блока питания в корпусе под основанием, однако они занимают больше место по сравнению с предлагаемым вариантом.

Помимо этого, существующие прототипы затрудняют теплообмен микросхем платы управления принтером, что может привести к выходу из строя контроллеров движения.

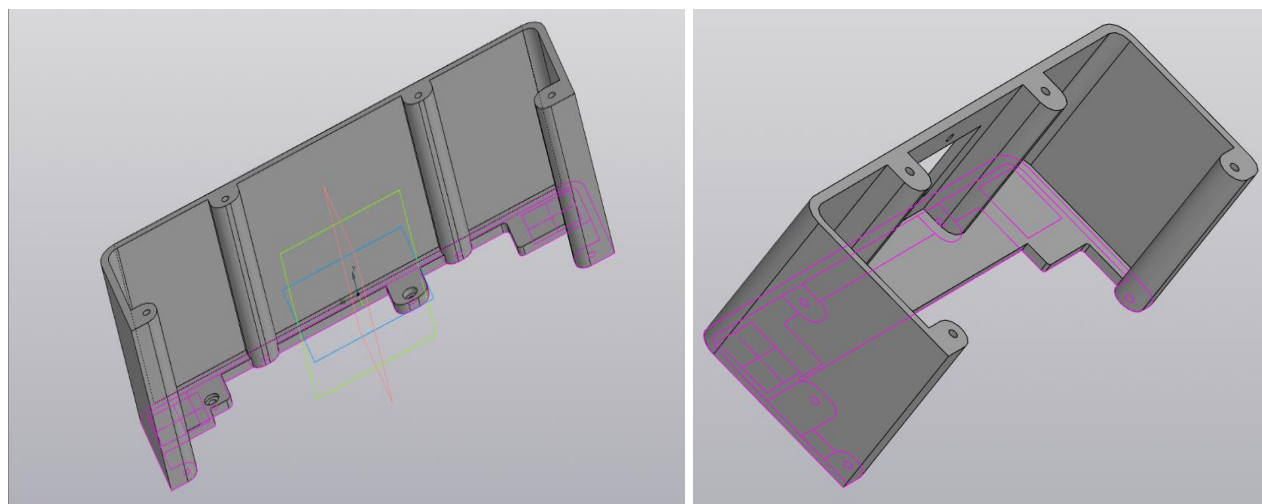
Отсюда имеем недостатки — применение стандартного БП, большие габариты, шум вентилятора, отсутствие ящика ЗИПа (рис. 6).

После того как моделировали прототипы на проверку с помощью SolidWorks были обнаружены следующие дефекты:

- не устойчивая конструкция;
- не удобная сборка;
- повышенный расход материала;
- затрудненный воздухообмен.



*Рисунок 6. Варианты для размещения БП в одном корпусе принтера (составлено/разработано автором)*



*Рисунок 7. Прототипы для размещения блок питания (составлено автором)*

### **Исследование шумовых характеристик и теплового состояние БП**

На стандартном блоке питания 3D принтера с вентилятором диаметром 60 мм шумовые характеристики конструкции исследовали прибором модели GM1357 (рис. 8).

При измерении уровня шума блока питания, прибор показал 69 дБ(А), что является выше среднего показателя уровня шума (30–60 дБ(А)).



Диапазон измерения 30–130 дБ(А); диапазон частот 31–8 500 Гц

**Рисунок 8.** Исследование шума с прибором модели GM1357 (составлено автором)

Исследование теплового состояния конструкции проводилось с использованием тепловизора SEEK THERMAL (рис. 9). Так как сохранение холодного состояния процессора и драйверов двигателей платы управления принтера является первостепенной задачей, была предусмотрена установка термореле, с помощью которого можно запускать вентилятор при температуре 45.

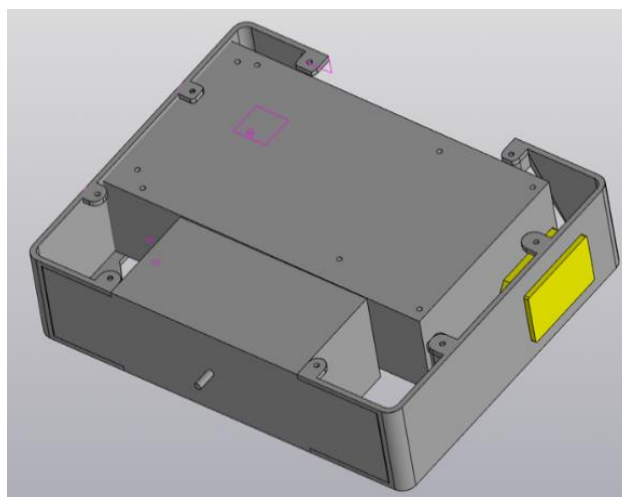


Матрица 206×156 пиксел; угол зрения 36 градусов; диапазон измерения температуры -40–330 гр. Цельсия

**Рисунок 9.** Тепловизор SEEK THERMAL (составлено автором)

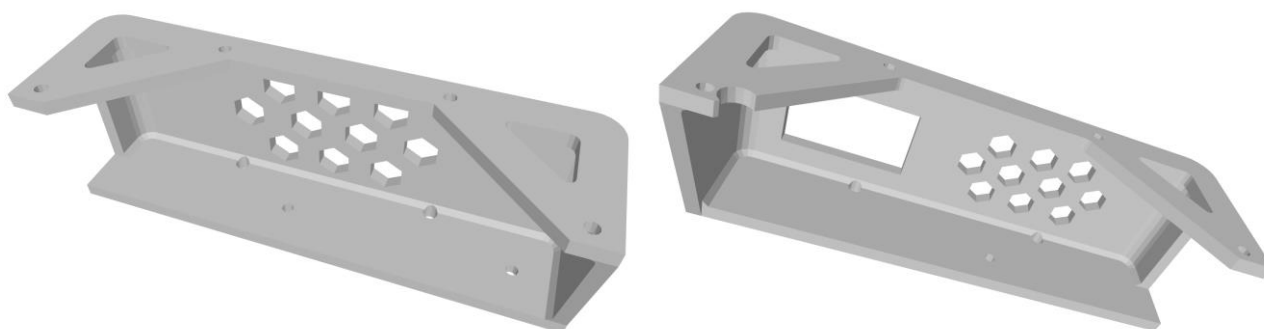
### **Разработка конструкции размещения блока питания с системой активной вентиляции и дополнительной емкостью для хранения ЗИП**

Разработка конструкции размещения блока питания с системой активной вентиляции и дополнительной емкостью для хранения ЗИП Вариант опор № 1 (рис. 10).



*Рисунок 10. Первый вариант опоры (составлено автором)*

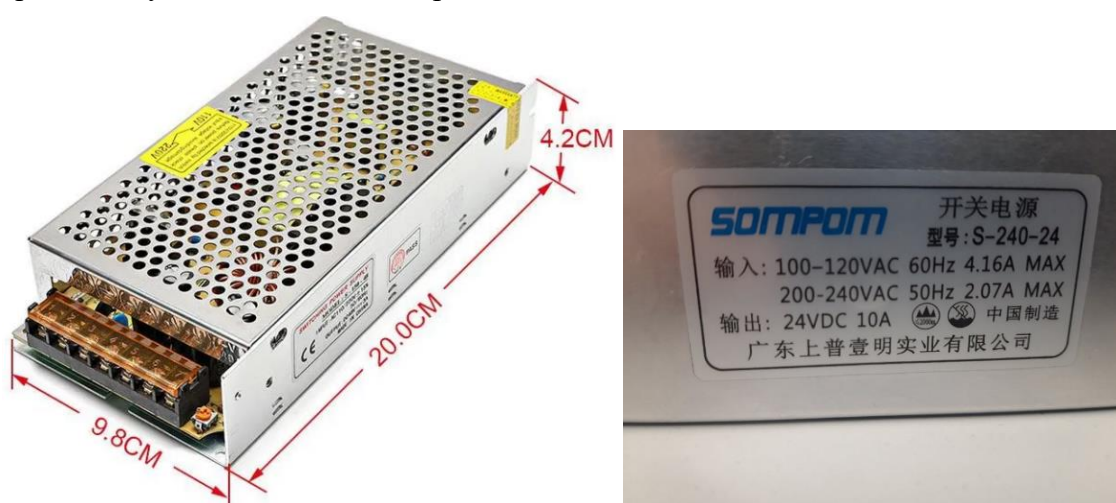
Разработка конструкции размещения блока питания с системой активной вентиляции и дополнительной емкостью для хранения ЗИП Вариант опор № 2 (рис. 11).



*Рисунок 11. Второй вариант опоры (составлено автором)*

### Разработка теплонапряженного состояния и снижения уровня шума

Для снижения уровня шума, была произведена замена блока питания из комплекта поставки принтера на модель с меньшими габаритами (рис. 12), но с пассивным охлаждением, что потребовало установки вентилятора.



*Рисунок 12. Габарит и технические характеристики блока питания (составлено автором)*

В отличие от стандартного БП вентилятора диаметром 60 мм (рис. 13), решили поставить вентилятор модели NO-9015-XT фирмы ID-COOLING (рис. 14), с регулировкой частоты вращения от 700 до 2 500 об/мин и уровнем шума до 33 дБ(А).



*Рисунок 13. Стандартный блок питания (составлено автором)*



*Рисунок 14. Вентилятор модели NO-9015-XT (составлено автором)*

### **Разработка теплонапряженного состояния**

Несмотря на компактность вентилятора 92×92×15 мм, максимальный воздушный поток составляет 44,3 CFM (больше 1,2 куб. метра/мин), что позволило использовать его и для охлаждения радиаторов контроллеров платы управления принтером, тем самым исключив необходимость второго вентилятора диаметром 40 мм, установленного первоначально на нижней крышке корпуса принтера.

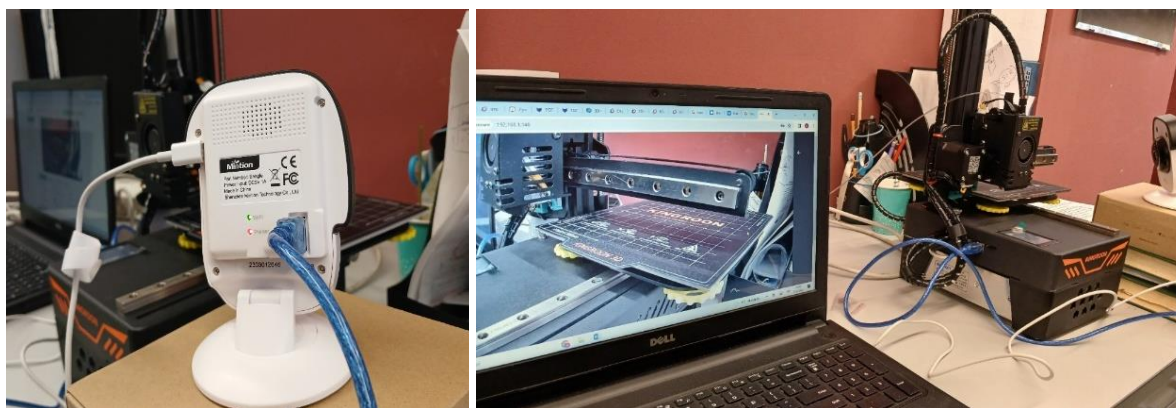
Регулировка частоты вращения производится плавно или ступенчато с применением преобразователя напряжения питания этого вентилятора (24 В в 12 В) для достижения необходимого воздушного потока охлаждения электронных компонентов блока питания и платы управления при соблюдении допустимого уровня шума.

Для автоматического включения вентилятора по достижению температуры в 45 гр. Цельсия в месте расположения дросселя блока питания было размещено нормально разомкнутое термореле модели KSD 9700 (рис. 15).



*Рисунок 15. Термореле KSD 9700 (составлено автором)*

Основная задача системы мониторинга — контролировать и наблюдать процесс 3D печати, поэтому видеокамера должна быть расположена на верхней части принтера или возле нее, чтобы обеспечить обзор процесса печати и контроль качества изделия, иначе система мониторинга не сможет успешно контролировать выполнения задач.



*Рисунок 16. Преобразователя напряжения (составлено автором)*

### Тестирование системы оптического мониторинга

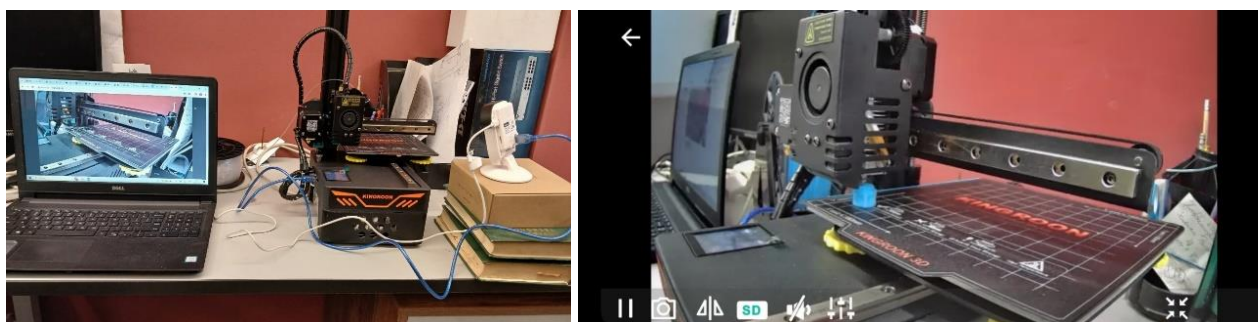
Процесс проектирование и изготовление WEB камеры:

- Подключить видеокамеру к Wi-Fi сети.
- Подключить видеокамеру к 3D принтере.
- Скачать и установить приложения **Beagleprint** в нашем мобильном устройстве.
- Установить видеокамеру и проверить световые сигналы, находящиеся под камерой, (должны гореть красный и зеленый) (рис. 17).
- Подготовить принтер для эксплуатационного процесса.



*Рисунок 17. Световые сигналы красный и зеленый (составлено автором)*

Приложение **Beagleprint** дает возможность наблюдать и контролировать процесс печати. Это можно сделать с помощью мобильного устройства или компьютера. Независимо от того, какую конфигурацию мы выполняем на любом из устройств, эта конфигурация синхронизируется на всех устройствах, подключенных к камере (рис. 18).



*Рисунок 18. Наблюдение принтера с компьютера и мобильного устройства (составлено автором)*

### Пробная эксплуатация системы

Проверяли все необходимые параметры в камере для эксплуатации и запускали:

- Включение 3D принтера по интерфейсу USB.
- Загрузка файлов для прямой печати.
- Выбор правильные значения температур экструдера и стола (рис. 19).
- Задавать перемещения экструдера по 3 координатам (рис. 19).
- Регулировать скорость движения экструдера и вентилятора обдува модели.
- Не отключить питание камеры, когда она работает.
- Не отключить камеру от принтера, когда она подключена к принтеру и не передать файлы для печати через камеру для 3D-печати. В данном случае камера не может нормально работать.

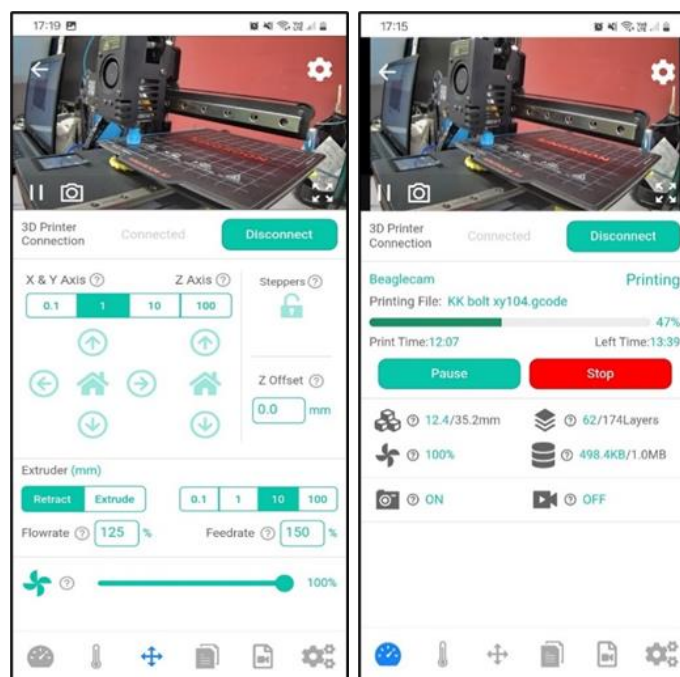


Рисунок 19. Выбор параметры печати 3D принтера (составлено автором)

### Проверка работы системы

Процесс печати осуществлялся успешно в дистанционном и очном режиме (рис. 20).

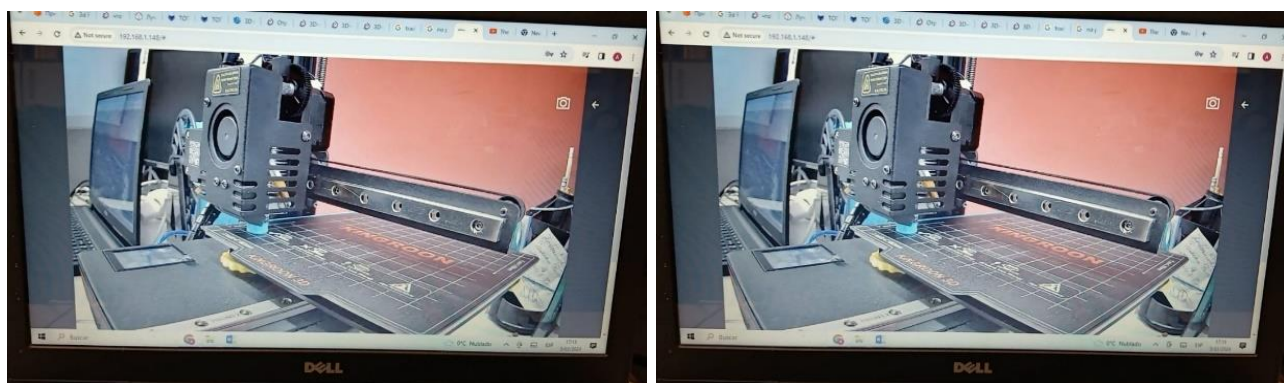


Рисунок 20. Процесс печати в дистанционном и очном режиме (составлено автором)

При проверке работы системы мониторинга, наблюдали печати бракованного изделия, что позволило вовремя среагировать и остановить принтер, предотвратив потерю материала. (рис. 21). Это случай подтвердил эффективность дистанционного управления благодаря модернизации нашей модели.

Система мониторинга рабочей зоны для 3D FDM принтера обеспечивает все потребности, установленные с начала, такие как:

- Загрузка файлов для прямой печати.
- Наблюдение процесс печати.
- Регулировать скорость движения экструдера и вентилятора обдува модели.
- Регулировать температура экструдера и стола.
- Остановить процесс печати, когда это было необходимо.



*Рисунок 21. Бракованное изделие (составлено автором)*

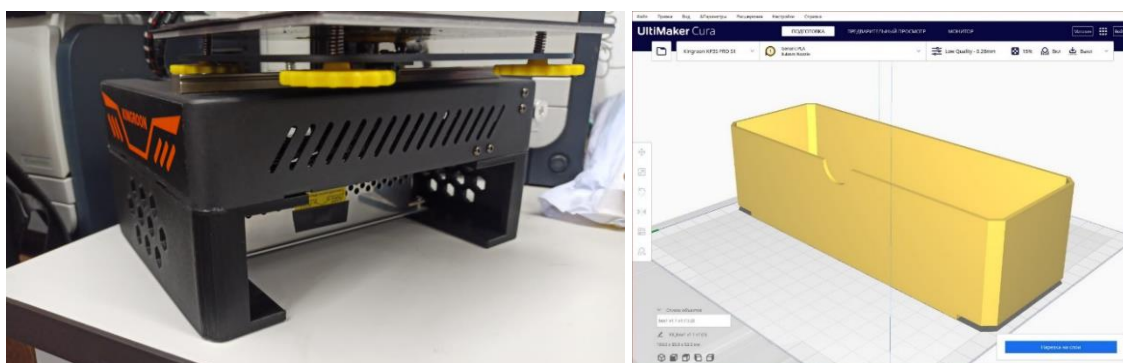
### Результаты модернизация

Под принтером занимаемая площадь до модернизации была — 1 400 кв. см, после модернизации площадь стала — 900 кв. см (рис. 22).



*Рисунок 22. Слева — до модернизации; справа — после модернизации (составлено автором)*

Новая конструкция встроенного БП с активным управлением вентилятора, совместным охлаждением всех компонентов и ящиком ЗИП (рис. 23).



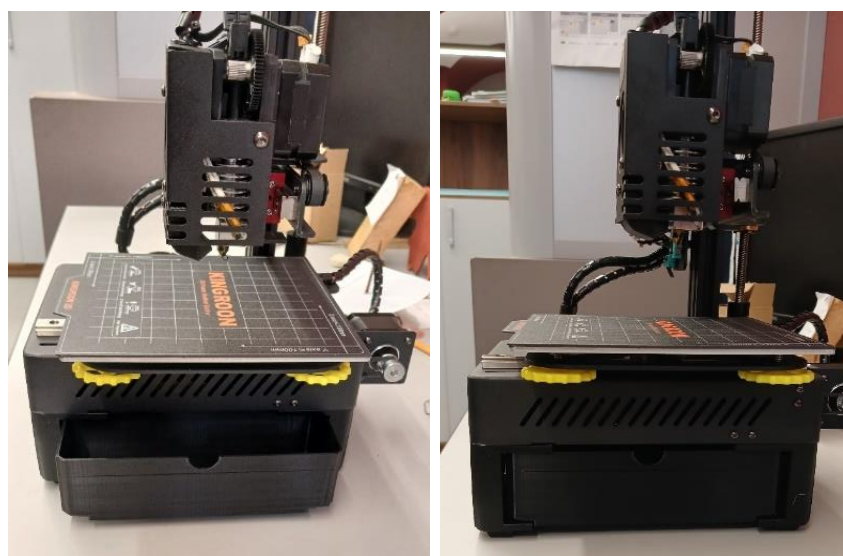
*Рисунок 23. Ящик ЗИП (составлено автором)*

Ящик ЗИП (Запасные части, инструменты и принадлежности).

Занимаемая ящиком площадь составляет 560 квадратных сантиметров (рис. 24). После модернизации, ящик располагался под принтером и больше не занимает рабочее пространство (рис. 25).



*Рисунок 24. Площадь ящика (составлено автором)*



*Рисунок 25. Ящик под принтером (составлено автором)*

В результате были выполнены следующие задачи:

1. Формирование перечня требований к системе оптического мониторинга.
2. На основе анализа требований к системе оптического мониторинга, был выбран прототип конструкции для дальнейшей модернизации.
3. С учетом разработанных требований, была создана конструкция блока питания с системой активной вентиляции, уровень шума которой не превышает 45 дБ(А), что составляет 35 % от исходного значения.
4. В процессе исследования теплового состояния конструкции было установлено, что максимальная температура не превышает 45 градусов Цельсия. Это не позволяет использовать систему при высоких температурных условиях.
5. Было определено место расположения видеокамеры и были добавлены параметры для контроля наблюдения 3D печати.
6. Пробная эксплуатация системы оптического мониторинга показала её эффективность при загрузке и работе принтера.

7. Система оптического мониторинга позволяет осуществлять удалённый контроль и управление 3D-принтером, загрузку моделей, отправку их на печать и корректировку параметров печати, выявление ошибок в процессе работы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аддитивные технологии / А.И. Рудской [и др.]. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. — 252 с.
2. 3D-печать с нуля / Горьков Д.Е. — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2020. — 256 с. — ISBN 978-5-9775-6599-8.
3. А.П. Мельников, М.А. Садоха Особенности изготовления и классификация отливок по технологической сложности производства // Литьё и металлургия. 2007. № 1(41), 88–92. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-izgotovleniya-i-klassifikatsiya-otlivok-po-tehnologicheskoy-slozhnosti-proizvodstva> (дата обращения: 19.09.2024).
4. Будяков, В.В. 3D моделирование в машиностроении / В.В. Будяков, С.В. Щербина, Т. Горис // Аспекты развития науки, образования и модернизации промышленности: Материалы XIII региональной научно-практической конференции учреждений высшего и среднего профессионального образования, Таганрог, 21 мая 2015 года. — Таганрог: Донской государственный технический университет, 2015. — С. 277–280. — EDN UYKOFI.
5. Кукушкина, В.А. Применение 3d-моделирования и аддитивных технологий в машиностроении / В.А. Кукушкина, Ю.А. Бордюгова // Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами. — 2022. — № 1(13). — С. 63–69. — DOI 10.26731/2658-3704.2022.1(13).63-69. — EDN SYMDNG.
6. Финогеев, Д.Ю. Аддитивные технологии в современном производстве деталей точного машиностроения / Д.Ю. Финогеев, О.П. Решетникова // Вестник Саратовского государственного технического университета. — 2020. — № 3(86). — С. 63–71. — EDN QHXXJP.
7. Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б. Технологии аддитивного производства. Трёхмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство. — М.: Техносфера, 2020. — 648 с.
8. Рэдвуд, Б. 3D-печать. Практическое руководство: руководство / Б. Рэдвуд, Ф. Шофер, Б. Гаррэт; перевод с английского М.А. Райтмана. — Москва: ДМК Пресс, 2020. — 220 с. — ISBN 978-5-97060-738-1.
9. Финогеев, Д.Ю. Аддитивные технологии в современном производстве деталей точного машиностроения / Д.Ю. Финогеев, О.П. Решетникова // Вестник Саратовского государственного технического университета. — 2020. — № 3(86). — С. 63–71. — EDN QHXXJP.
10. Федорова, П.С. Перспективы применения аддитивных технологий в машиностроении (аналитический обзор) / П.С. Федорова // Аллея науки. — 2017. — Т. 1, № 8. — С. 447–454. — EDN YNTKVR.

**Garcia Monterroso Randalf Armando**

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia  
E-mail: randalfgm@gmail.com

**Mejia Ramos Bryan Jair**

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia  
E-mail: bry.mejra5@outlook.com

## Upgrading the KINGROON KP3S 3D printer

**Abstract.** Nowadays, the use of 3D printers to automate the development of complex parts and products is in great demand. The FDM 3D printing process is widely used in many industries such as automotive, aerospace, medical, consumer goods manufacturing, architecture, etc.

The printing time of products on FDM printers can reach several tens of hours, so it is necessary to be able to constantly monitor and control the printer remotely. It is possible to implement this with the use of WEB cameras and appropriate software.

The developed printer design will allow you to install a video camera directly in the product formation area, significantly reduce the noise level of the power supply unit (PSU) fan, reduce the area occupied by the PSU in the printer housing, and install a higher-performance fan with active speed control.

When developing an optical monitoring system, it was necessary to determine the basic requirements for the rigidity of the printer design, after which an appropriate prototype of the printer design with an active ventilation system and an additional storage capacity for spare parts was developed.

Changes to the printer design have reduced the amount of heat generation and reduced the level of vibrations and noise, which in turn ensures the stability of the equipment and prevents possible negative consequences for the environment and personnel.

Thanks to the installation of a WEB camera, the print quality has improved and stable communication with the printer has been ensured.

After the installation of the printer case was completed, a test run was carried out in order to identify shortcomings during operation. During the trial launch, no defects were identified, and the equipment is in working condition.

**Keywords:** 3D printer; remote monitoring and control of the printer; power supply; spare parts; FDM printer; thermal condition of the structure; complex parts