ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 62-237

Модернизация конструкции стола 3D-принтера

Д.А. Каменский, Е.Д. Хирова
Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация
Статья посвящена решению проблемы ручной настройки, низкой скорости и точности позиционирования стола 3D-принтера. Целью работы является разработка механизма автоматизированной калибровки. В ходе исследования спроектирована конструкция устройства, предложена кинематическая схема, построена 3D-модель и выполнен эскиз конструкции. Проведены расчёты усилий передач, осуществлён подбор электродвигателя, а также выполнен расчёт и моделирование зубчатой цилиндрической прямозубой передачи в программе КОМПАС-3D. Результатом стала замена заводских пружин на более жёсткие для повышения стабильности и автоматизация процесса калибровки стола. Практическая значимость разработки заключается в повышении качества печати и упрощении эксплуатации оборудования.

Ключевые слова: калибровка стола, 3D-принтеры, передача «винт-гайка», цилиндрическая прямозубая передача, передаточное число, шестерни, сервопривод

Для цитирования. Каменский Д.А., Хирова Е.Д. Модернизация конструкции стола 3D-принтера. *Молодой исследователь Дона.* 2026;11(4):36–38.

3D Printer Bed Design Modernization

Danil A. Kamensky, Ekaterina D. Khirova
Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract.
The article studies the problem of manual calibration, low speed and low positioning accuracy of a 3D printer bed. The aim of the study is to develop an automated calibration mechanism. In the frame of the study, a mechanical layout of the device was designed, a kinematic configuration was proposed, 3D model was created, and a design sketch of the device was made. Calculation of gear forces was performed, the electric motor was selected, and the spur gear was computed and modeled in KOMPAS-3D software. As the result, the factory springs were replaced with the stiffer ones to improve stability, and bed calibration process was automated. The practical significance of this development lies in improving quality of 3D printing and simplifying operation of the equipment.

Keywords: 3D printer bed calibration, 3D printers, screw-and-nut transmission, spur gear, gear ratio, gears, servo drive

For Citation. Kamensky DA, Khirova ED. 3D Printer Bed Design Modernization. *Young Researcher of Don.* 2026;11(4):36–38.

Введение. Все более широкое распространение получают аддитивные технологии. Послойное нанесение и последующее спекание материала упрощают и удешевляют макетирование, открывают новые возможности для изготовления изделий сложной формы и ускоряют процесс производства деталей. Первые технологические устройства для послойного изготовления изделий, то есть 3D-принтеры, использовали медленные электродвигатели, обладали низкой точностью и сталкивались с рядом проблем, таких как проскальзывание ремней, низкая жесткость пружин стола, отсутствие программной возможности компенсации неровностей стола (карта неровности, или топографическая карта, поверхности стола 3D-принтера), слабые драйверы электродвигателей и так далее. С появлением возможности построения карты неровностей проблема калибровки стола 3D-принтера была частично решена — это ускорило его настройку, но не устранило проблему параллельности и плоскостности поверхности первого слоя, непосредственно прилегающего к столу 3D-принтера, и последнего, верхнего,

https://mid-journal.ru

© Каменский Д.А., Хирова Е.Д., 2026

слоя изготавливаемой 3D-модели. Было предложено возможное решение данной проблемы, которое должно позволить не только повысить точность изготавливаемого изделия, но и увеличить уровень автоматизации калибровки стола 3D-принтера. Данное решение должно ускорить калибровку стола, что позволит быстрее выполнять подготовку оборудования к изготовлению изделия и повысить производительность.

Основная часть. В существующих решениях калибровка стола осуществляется за счет ручного регулирования винтов. Решение является простым, но обладает низкой точностью. Для ускорения этого процесса и повышения точности предлагается оснащение каждого регулировочного винта стола электродвигателями, которые за счет передачи «винт-гайка» будут преобразовывать вращательное движение в поступательное.

Механизм (рис. 1) будет состоять из электродвигателя 1, его крепления к столу 2, которое позволит перемещать электродвигатель вместе со столом; при вращении вала электродвигателя будет осуществляться вращение шестерни 3, закрепленной на его валу с помощью предохранительной шпонки 4. Шестерня входит в зацепление с зубчатым колесом 5, в котором нарезана резьба, позволяющая осуществлять его вращение на винте 7, обеспечивающем вертикальное регулирование стола за счет передачи «винт-гайка». Пружина 6 помогает удерживать заданное расстояние между каркасом, на котором закреплена наша конструкция, и самим столом. Механизм устанавливается на каркас, поскольку он не контактирует с нагревательным элементом самого стола 3D-принтера.

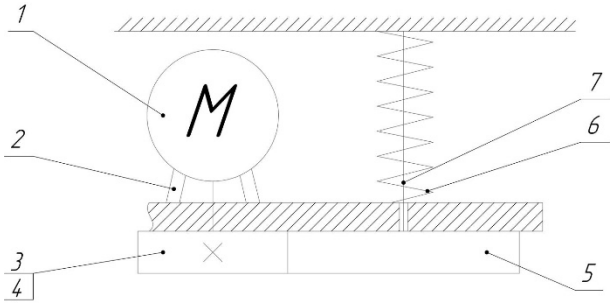

Рис. 1. Кинематическая схема устройства автоматизированной калибровки стола 3D-принтера: 1 — электродвигатель; 2 — креплением (установленное на каркас); 3 — шестерня; 4 — шпонка; 5 — зубчатое колесо; 6 — пружина; 7 — винт

Регулировка стола будет выполняться после составления карты неровностей, что позволит рассчитать и задать значение, на которое должен будет подняться или опуститься один из выбранных системой углов стола. Для предотвращения выхода из строя стола в результате ошибки программы установлена предохранительная шпонка, которая будет разрушаться под воздействием чрезмерного усилия. Эскиз предлагаемой конструкции приведён на рис. 2.

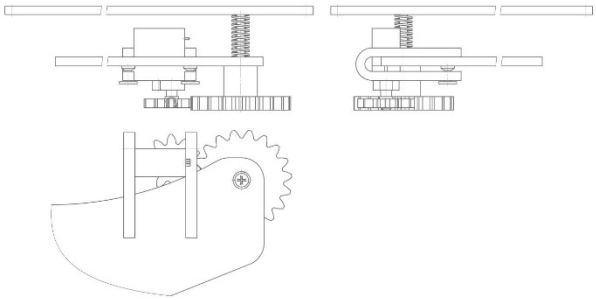

Рис. 2. Эскиз системы калибровки в сборе

При установке автоматизированной системы калибровки используем жёсткие пружины для более надёжной фиксации стола. Усилие сжатия пружин в рабочем положении составит 30 Н в сравнении с базовыми 10 Н.

Выбираем цилиндрическую прямозубую передачу, поскольку она обладает высоким КПД $\eta = 0{,}95$. Проведём расчёт цилиндрической передачи и подберём электродвигатель. Расчёт цилиндрической прямозубой передачи выполним, руководствуясь методиками, изложенными в учебном пособии [1] и справочнике [2]. Моделирование выполним в программе КОМПАС-3D. Передаточное число составит 2, число зубьев шестерни $z_1 = 12$, зубчатого колеса $z_2 = 25$. Выбираем сервопривод MG996R (360° версия) поскольку он обеспечивает точное позиционирование и обладает малыми габаритами, крутящий момент составит 1 Н · м. Рассчитаем крутящий момент на гайке (1) и осевое усилие на винте (2).

Находим крутящий момент, прикладываемый на гайке по формуле:

$$M_{\text{гайки}} = M_{\text{мотора}} \cdot i \cdot \boldsymbol{\eta}_{\text{передачи}}, \quad (1)$$

$$M_{\text{гайки}} = 1 \cdot 2 \cdot 0{,}95 = 2 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (1)$$

https://mid-journal.ru

Находим осевое усилие на винте по формуле:

$$M_{\text{гайки}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot M_{\text{гайки}} \cdot \eta_{\text{винта}}}{P}, \quad (2)$$

$$M_{\text{гайки}} = \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 2 \cdot 0{,}3}{0{,}0006} = 6280\,\text{Н}.$$

По результатам расчёта можно сказать, что выбранный сервопривод соответствует требуемому усилию и даже имеет большой запас. Такой результат мы получили благодаря удвоению силы за счёт цилиндрической передачи и мелкого шага резьбы на винте.

На рис. 3 представлено устройство в установленном виде на одном из винтов стола, из представленного рисунка можно сделать вывод, что устройство обладает достаточными зазорами для беспрепятственного движения стола.

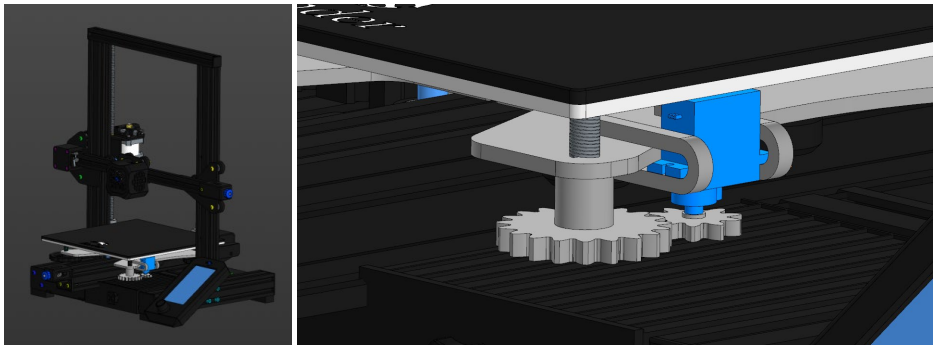

Рис. 3. 3D-модель сборки предлагаемой системы калибровки стола в установленном виде

Заключение. Результатом проведенного исследования стала конструкция, обеспечивающая автоматическое калибрование стола 3D-принтера, что позволяет решить задачи повышения точности и сокращения времени подготовки оборудования, поставленные в начале работы. Спроектированный механизм на базе сервопривода MG996R, усиленный цилиндрической зубчатой передачей с передаточным числом 2 и передачей «винт-гайка», развивает осевое усилие 6280 Н. Указанного запаса прочности достаточно для преодоления сопротивления и гарантированного удержания заданной высоты с помощью более жестких пружин с усилием 30 Н вместо 10 Н. Предложенное решение отличается простотой изготовления, а конструктивные зазоры позволяют беспрепятственно интегрировать устройство в распространенные модели принтеров. Практическая значимость заключается в замене ручного регулирования винтов более точным автоматическим позиционированием. Дальнейшие перспективы работы направлены на полный переход от построения карты неровностей к прямому обеспечению параллельности первого и последнего слоев изделия.

Список литературы

1. Андросов А.А., Андрющенко Ю.Е., Дьяченко А.Г. Расчёт и проектирование деталей машин. Ростов-на-Дону: ДГТУ; 2006. 285 с. URL: https://disk.yandex.ru/i/1Bn5nlG_q2Wmlg (дата обращения: 20.03.2026).

2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Москва: Машиностроение; 2001. 8-е изд., Т. 2, 912 с. URL: https://disk.yandex.ru/d/HcUJC3_Lexfa6w (дата обращения: 20.03.2026).

Об авторах:

Данил Александрович Каменский, студент магистратуры кафедры «Радиотехника» Донского государственного технического университета (344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), danil.kamensky@yandex.ru

Екатерина Дмитриевна Хирова, студентка магистратуры кафедры «Радиотехника» Донского государственного технического университета (344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), rndkatja4773@gmail.com

Конфликт интересов: **авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Danil A. Kamensky, Master's Degree Student of the Radio Engineering Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), danil.kamensky@yandex.ru

Ekaterina D. Khirova, Master's Degree Student of the Radio Engineering Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), rndkatja4773@gmail.com

Conflict of Interest Statement: **the authors declare no conflict of interest.**

All authors have read and approved the final manuscript.