

Моделирования бизнес-процессов печати 3D-моделей

Матвеев Сергей Сергеевич

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

В статье исследуются бизнес-процессы 3D-печати с применением методологии IDEF0 для их визуализации и оптимизации. Разработана функциональная модель, включающая ключевые этапы: проектирование, подготовку к печати, печать, постобработку и доставку. Выявлены неэффективность логистики, и предложены пути оптимизации, такие как автоматизация доставки. Результаты позволяют снизить затраты и повысить производительность, что актуально для малых и средних предприятий в условиях растущего спроса на 3D-печать.

Ключевые слова: 3D-модели, 3D-печати, IDEF0, Моделирования

Business Process Modeling for 3D Model Printing

Matveev Sergey Sergeevich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The article examines the business processes of 3D printing using the IDEF0 methodology for their visualization and optimization. A functional model has been developed, including key stages: design, pre-printing preparation, printing, post-processing, and delivery. Inefficiencies in logistics were identified, and optimization solutions, such as delivery automation, were proposed. The results can help reduce costs and increase productivity, which is particularly relevant for small and medium-sized enterprises in the context of growing demand for 3D printing.

Keywords: 3D-models, 3D-printing, IDEF0, modeling

1. Введения

1.1 Актуальность

Исследование бизнес-процессов 3D-печати актуально из-за необходимости адаптации предприятий к быстро меняющимся технологическим трендам, включая персонализацию продукции. Моделирование помогает выявлять узкие места в цепочке создания стоимости, таких как подготовка моделей или постобработка, что напрямую влияет на скорость вывода изделий на рынок. Это особенно значимо для малого и среднего бизнеса, где эффективность использования оборудования критична для рентабельности.

1.2 Обзор исследования

Исследование посвящено анализу применения нотации IDEF0 для оптимизации бизнес-процессов производственных предприятий, подтверждая её эффективность и актуальность через систематизацию терминов, преимуществ и практических аспектов использования [1]. Книга "Основы компьютерной графики: 3D-моделирование и 3D-печать" В.Лисяка представляет собой практическое руководство по основам 3D-моделирования и печати, охватывающее ключевые аспекты работы с графическими программами и технологиями создания трёхмерных объектов [2]. Исследование рассматривает актуальность создания, специализированного ПО для 3D-печати в образовательных учреждениях, анализирует проблемы аддитивных технологий и предлагает рекомендации по настройке слайсеров [3]. В работе проведен сравнительный анализ популярных слайсеров для 3D-печати, выявлены нерешенные проблемы и предложены рекомендации по расширению их функционала с использованием математического моделирования [4]. О.А. Цуканова "Методология и инструментарий моделирования бизнес-процессов" представлены ключевые методы, инструменты и практические подходы к моделированию бизнес-процессов, направленные на повышение эффективности управления организациями [5].

1.3 Цель исследования

Цель исследования — разработать модель бизнес-процессов 3D-печати на основе методологии IDEF0, позволяющую визуализировать и оптимизировать ключевые этапы производства: от проектирования модели до постобработки готового изделия. Исследование направлено на декомпозицию процессов, выявление дублирующих функций и узких мест, а также формализацию входных и выходных данных для каждого блока. Результатом станет функциональная схема, обеспечивающая снижение ресурсных затрат при сохранении качества продукции.

2. Материалы и методы

В работе использовалась нотация IDEF0 для моделирования бизнес-процессов, что позволило визуализировать и детализировать ключевые этапы, входные и выходные данные, а также взаимосвязи между ними. Для моделирования бизнес-процессов применялась Яндекс.Доска. Такой подход обеспечил удобное управление процессом, контроль исполнения этапов и оперативную корректировку модели при изменении требований. Комбинация этих инструментов позволила эффективно спланировать работу, выявить узкие места и оптимизировать взаимодействие между участниками проекта.

3. Результат

На первом этапе при использовании нотация IDEF0 определяем основной процесс, который будет на верхнем уровне (A-0) (рис.1).

Производства 3D-моделей (A0)

- Вход: техническое задания, 3D-модель.
- Управление: требования к модели, список настроек, контроль качества
- Механизмы: персонал, Meshmixer, Ultimaker Cura, Транспорт
- Выход: готовая продукция

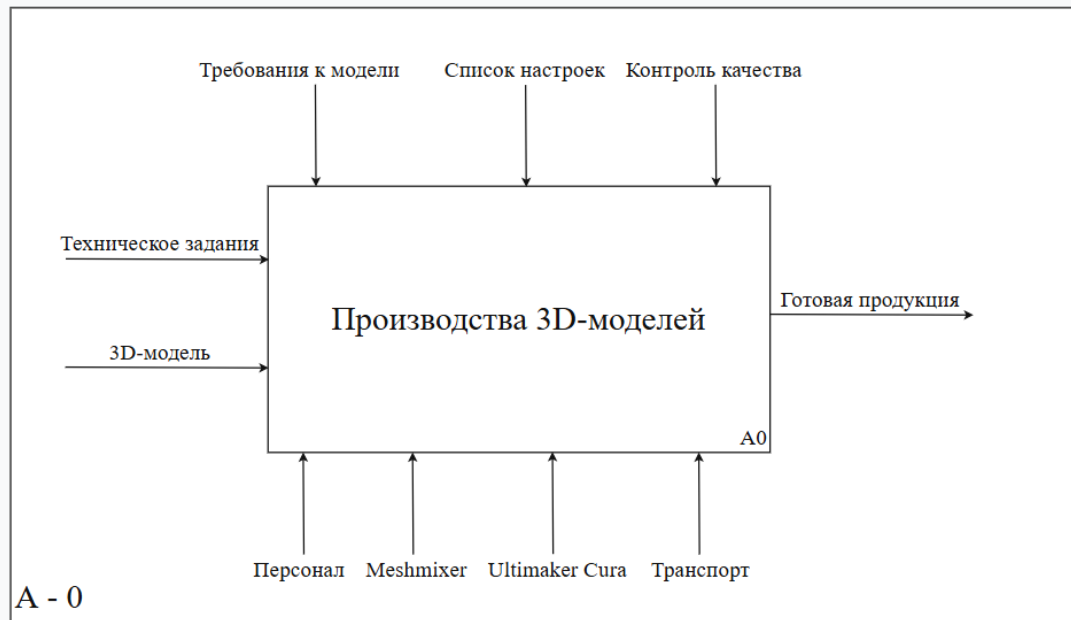


Рисунок 1 –Диаграмма верхнего уровня

На втором этапе делаем декомпозиции диаграмма A0 (рис. 2) были рассмотрены более подробно основные подпроцессы, что помогло наглядно рассмотреть последовательность и принцип работы в целом

Прием заказа и проектирования (A1):

- Вход: техническое задания, 3D-модель.
- Управление: требования к модели (какой материал лучше подойдет до данной модели)
- Механизмы: персонал, Meshmixer (ПО для подгонки 3D-модели для 3D принтера)
- Выход: файл формата .obj/.stl/.3mf

Подготовка к печати (A2):

- Вход: файл формата .obj/.stl/.3mf
- Управление: список настроек (какие именно настройки нужны для данной 3D-модели)
- Механизмы: персонал, Ultimaker Cura (ПО для слайсинг 3D-модели).
- Выход: Калиброванный принтер с загруженным файлом.

Печать 3D-модели (A3):

- Вход: Файл формата .gcode (формат для печати на 3D-принтере).

- Механизмы: персонал
- Выход: Модель.

Постобработка (A4):

- Вход: Необработанная модель
- Управление: Контроль качества
- Механизмы: персонал
- Выход: Модель.

Доставка (A5):

- Вход: модель
- Механизмы: транспорт
- Выход: Модель.

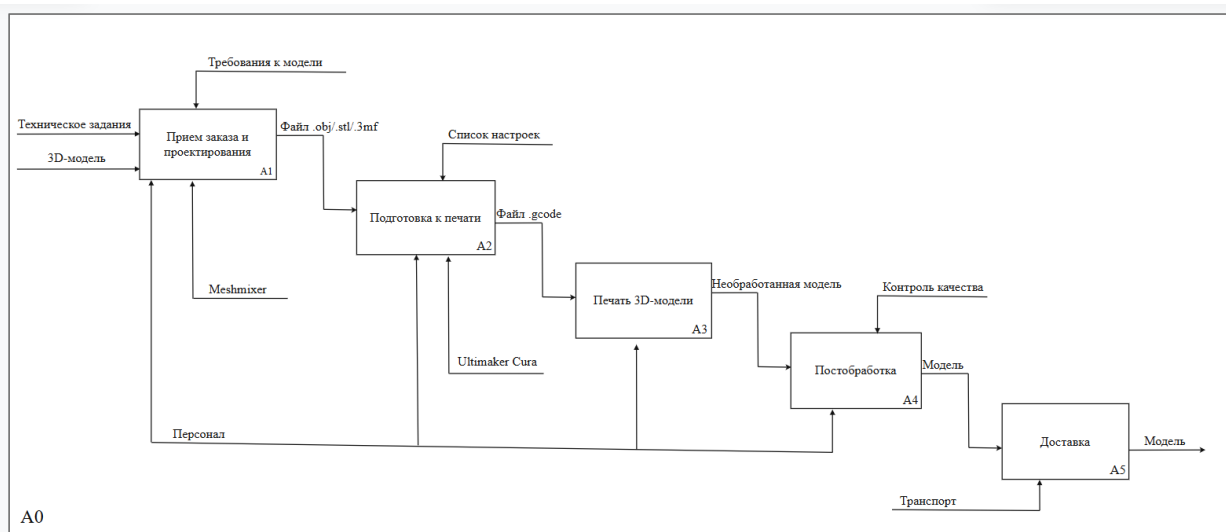


Рисунок 2 – Диаграмма декомпозиции A0

Модель позволила выявить экономически не выгодные блоки, такие как Доставка (A5), и предложить автоматизацию, например, использовать услуги посредника для доставки готового изделия, что позволит сэкономить деньги на содержание транспортного средства и зарплаты водителя.

4. Вывод

В ходе исследования была разработана функциональная модель бизнес-процессов 3D-печати на основе методологии IDEF0, позволяющая визуализировать и оптимизировать ключевые этапы производства: от приема заказа до доставки готового изделия. Применение нотации IDEF0 и инструмента Яндекс.Доска обеспечило детализацию процессов, выявление экономической неэффективности блока доставки (A5).

Результатом работы стала декомпозированная модель, включающая пять ключевых подпроцессов: прием заказа и проектирование (A1), подготовка к печати (A2), печать 3D-модели (A3), постобработка (A4) и доставка (A5). Модель позволила предложить меры по оптимизации, в

частности автоматизацию логистики за счет привлечения сторонних служб доставки, что может снизить затраты на содержание транспорта и персонала.

Таким образом, предложенная модель способствует повышению эффективности бизнес-процессов 3D-печати, сокращению издержек и ускорению вывода продукции на рынок, что особенно актуально для малых и средних предприятий в условиях высокой конкуренции и требований к персонализации изделий.

Библиографический список

1. Заплатников П. В. Применение нотации IDEF0 для оптимизации бизнес-процессов производственного предприятия // Вестник науки. 2020. № 6. С. 158-163. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-notatsii-idef0-dlya-optimizatsii-biznes-protsessov-proizvodstvennogo-predpriyatiya>
2. Лисяк В. В. Основы компьютерной графики: 3D-моделирование и 3D-печать. Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2021. 107 с. URL: <https://www.google.com/books?hl=ru&lr=&id=CElVEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA2&dq=%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D1%8B+%D0%B4%D0%BB%D1%8F+%D0%BF%D0%B5%D1%87%D0%B0%D1%82%D0%B8+3D-%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B9&ots=F nXtEzVjY7&sig=DUMQ8qnmTla7FNfUrH6j10JD8e>
3. Попов С. Ю., Зеленина А. Н., Токарева Н. М. Программное обеспечение подготовки 3D-моделей к 3D-печати // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 2. С. 33-39. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41240947>
4. Холодилов А. А., Пузынина М. В. Обзор программ-слайсеров для послойного деления 3D-моделей и возможности расширения их функционала // Научно-техническое и социально-экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. 2018. С. 91-94. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36071035>
5. Цуканова О. А. Методология и инструментарий моделирования бизнес-процессов. СПб: ИТМО, 2015. 101 с. URL: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/1720.pdf>