# Введение

Современное производство все активнее использует аддитивные технологии, среди которых 3D-печать занимает одно из ведущих мест. Этот метод позволяет создавать детали сложной геометрии с минимальными отходами материала, что делает его особенно востребованным для мелкосерийного и опытного производства, прототипирования и изготовления уникальных изделий. Центры 3D-печати, такие как объект автоматизации ООО «Детали всем», сталкиваются с необходимостью эффективного управления разнородными процессами: прием заказов контроль расхода материалов и расчета себестоимости.

В настоящее время управление таким центром часто осуществляется разрозненно, с использованием универсальных офисных приложений и бумажного документооборота. Это приводит к ряду проблем: недостаточная оперативность учета, человеческий фактор при расчете затрат и прибыли, риск несвоевременного обслуживания дорогостоящего оборудования. Отсутствие единой информационной системы затрудняет получение целостной картины деятельности предприятия и принятие обоснованных управленческих решений.

Для решения этих задач требуется комплексная автоматизация. Создание специализированной информационной системы (ИС), ориентированной на специфику аддитивного производства, позволяет интегрировать все ключевые бизнес-процессы в единое информационное пространство. Такая система должна обеспечивать сквозной контроль над жизненным циклом заказа — от его поступления до отгрузки готового изделия, вести точный учет материальных ресурсов.

Предметом данного проекта является разработка автоматизированной системы «ИС3D» для центра 3D-печати ООО «Детали всем». Система призвана стать основным инструментом для оперативного управления производством, анализа эффективности и поддержания стабильной работы предприятия. Внедрение ИС3D позволит перейти от фрагментарного учета к централизованному управлению, повысив тем самым прозрачность, управляемость и рентабельность всего производства.

**Цель проекта**

Целью проекта является повышение эффективности и управляемости деятельности центра 3D-печати ООО «Детали всем» за счет разработки и внедрения специализированной автоматизированной системы «ИС3D», обеспечивающей комплексную автоматизацию ключевых производственных, учетных и аналитических процессов.

**Задачи для достижения цели**

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. **Автоматизировать учет материальных ресурсов:** реализовать функции учета наличия и расхода материалов (филамента) на складе, а также норм их расхода на типовые работы.
2. **Автоматизировать управление заказами:** обеспечить сквозной учет заказов (от создания до выполнения), включая расчет временных и материальных затрат на их исполнение.
3. **Обеспечить аналитику и расчет экономических показателей:** автоматизировать анализ себестоимости заказов и расчет прибыли, а также формирование отчетов для анализа деятельности центра.

# 1 Анализ

# Терминологические основания и рамки исследования

Под заказом понимается техническое задание на изготовление одной или нескольких деталей методом 3D-печати. Материалом считается расходный ресурс для печати (филамент) с определенными характеристиками. Показателями являются измеряемые величины времени печати и расхода материалов.

# 1.2 Целевая аудитория и потребности

Целевая аудитория проекта — это сотрудники и владельцы малых и средних предприятий, занимающихся 3D-печатью на заказ. Мы выделяем три ключевых сегмента: Менеджеры/Мастера производства, Владелец бизнеса/Руководитель, Складской менеджер/Кладовщик. К ключевым потребностям относятся: учёт материалов, учёт заказов и формирование различных отчётов, отражающих деятельность производства.

# 1.3 Типовые сценарии использования

Первый сценарий – обработка нового заказа. Менеджер создает заказ в системе, система автоматически, рассчитывает необходимое количество материала.

Второй сценарий – учет производства. Оператор фиксирует начало и окончание печати, система автоматически списывает материалы, учитывает время работы оборудования.

Третий сценарий — аналитика и отчетность. Руководитель просматривает отчеты по прибыльности заказов, остаткам материалов.

# 1.4 Текущее состояние процесса (AS-IS)

В настоящее время учет ведется разрозненно: заказы – в электронных таблицах, остатки материалов — в отдельных файлах, расчет себестоимости – вручную. Это приводит к ошибкам, дублированию информации, сложностям в отслеживании статусов заказов и неоптимальному использованию оборудования.

# 1.5 Целевое состояние процесса (TO-BE)

Предлагаемая модель включает централизованное управление всеми процессами: от создания заказа до формирования отчетности. Система автоматически контролирует остатки материалов, рассчитывает себестоимость и формирует аналитические отчеты.

# 1.6 Модель предметной области

Предметная область описывается следующими сущностями: Заказ (клиент, спецификация деталей), Материал (тип, цвет, остаток на складе), Процесс печати (время, расход материалов). Правила содержат условия для расчёта расхода материала на выполнение заказов.

# 1.7 Функциональные требования к системе

Система должна обеспечивать: управление заказами, учет материалов, расчет себестоимости, формирование отчетности, контроль сроков выполнения заказов.

# 1.8 Нефункциональные требования

Ключевыми требованиями являются: надежность, производительность, безопасность данных, удобство использования. Система должна обеспечивать одновременную работу нескольких пользователей, защиту от потери данных, разграничение прав доступа.

# 1.10 Потоки интерфейса

Пользователь начинает работу с главного меню, откуда может перейти к модулям заказов, материалов, оборудования или отчетности. Интерфейс должен обеспечивать intuitive navigation и минимальное количество действий для выполнения типовых операций.

# 1.11 Метрики качества

К метрикам проекта относятся: время обработки заказа, точность расчета себестоимости, время формирования отчетов, удовлетворенность пользователей.

# 1.12 Риски и ограничения

Основные риски: сопротивление персонала нововведениям, ошибки при интеграции с существующими процессами, технические сбои. Ограничения: система не предназначена для управления финансовыми потоками и CRM.

# 1.13 Промежуточные выводы

Предметная область характеризуется необходимостью комплексной автоматизации разрозненных процессов. Предлагаемая система закрывает этот пробел, обеспечивая сквозную автоматизацию от приема заказа до формирования отчетности.

# 2 Обзор существующих программных средств

# 2.1 Критерии оценки

Для анализа рассматриваются: функциональность управления заказами, учет материалов, управление оборудованием, аналитические возможности, интеграция с оборудованием, стоимость, удобство использования.

# 2.2 Краткая характеристика представителей рынка

Универсальные системы управления производством (ERP) предлагают широкий функционал, но часто избыточны для специализированных центров 3D-печати. Специализированные слайсеры обеспечивают подготовку моделей к печати, но не решают задач управления производством. Самописные решения на основе электронных таблиц гибки, но не масштабируемы и подвержены ошибкам.

# 2.3 Сравнительный анализ и вывод

Проведенный обзор показывает, что существующие решения либо слишком сложны и дороги, либо не покрывают все потребности центра 3D-печати. Предлагаемая система «ИС3Д» отличается сбалансированным функционалом, ориентированным именно на задачи 3D-печати, что обосновывает ценность разработки (См таблицу 1).

Таблица 1 — Сравнительный анализ систем управления для центров 3D-печати

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Критерий** | **ИС3D** | **Универсальные ERP** | **Слайсеры** | **Самописные решения** |
| **Управление заказами** | Полный цикл | Расширенный функционал | - | Базовый функционал |
| **Учёт материалов** | Автоматический | Полный учёт | - | Ручной ввод |
| **Аналитика и отчётность** | Специализированная | Универсальная | - | Ограниченная |
| **Стоимость** | Оптимальная | Высокая | Доступная | Низкая |
| **Удобство использования** | Специализированный интерфейс | Сложный интерфейс | Простой интерфейс | Простой интерфейс |
| **Уникальность** | Сбалансированное решение для 3D-печати | Универсальность | Специализация на подготовке моделей | Гибкость |