Информационные системы и технологии в управлении цифровым предприятием

Священко Вадим Андреевич
магистрант 2 курса
кафедры «Информационные технологии»
(Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина))

Обозревается реляционная модель, решающая задачи событийного управления производством на основе сети задач в условиях производственной стратегии «производства на склад». Предлагается модель, основной сущностью которой является Изделие, на примере конкретного производственного предприятия. Для управления изготовлением изделий на основе сети задач вводится условная классификация задач по способу исполнения, включающая в себя независимую задачу, зависимую задачу, задачу восполнения. Описываются взаимосвязанные модели поведения объектов таких сущностей как Заказ, Рабочий центр, которые участвуют в событийном управлении сетью задач.

Информационная система, реляционная модель, производство на склад, оперативное управление производством, событие, производственная задача

Современная отечественная промышленность функционирует в условиях усложнения логистических цепочек, повышение цен на все виды ресурсов, ограничений в использовании зарубежной наукоемкой продукции. В производстве строительных материалов существует множество составляющих, учесть которые при централизованном планировании занимает большое количество времени и усилий, а сбор данных об изменениях и количество перерасчетов существенно осложнят процессы централизованного планирования.

Все чаще производственным предприятиям в различных областях приходится переходить от производства под заказ на систему восполнения проданных товаров массового потребления. Усугубляет картину необходимость постоянного контроля и взаимодействия отделов, складов, производственных рабочих центров если между ними имеются большие расстояния. Изъяном подобного производства считается нестабильная загруженность производственных рабочих центров, что для станков, требующих непрерывное производство, может привести к излишним временным затратам [1].

Обсуждается проект разработки модуля системы оперативного управления производством. Основными целями являются повышение качества управления мелкосерийным единичным многономенклатурным производством и упрощение реализации алгоритмов управления.

Основными задачами являются определение преимуществ, недостатков событийной модели управления в условиях стратегии «производства на склад» и разработка объектной модели событийного управления производством на примере конкретного предприятия [2].

Необходимые требования.

Ключевым элементом продуктивного и качественного планирования является соответствие принципам «бережливого производства» [3].

Для достижения максимальной эффективности современная цифровая система должна непрерывно решать три взаимосвязанные задачи:

— обеспечение соответствия между материальными потоками, доступностью оборудования и трудовыми ресурсами;

— устранение «информационных колодцев» между различными рабочими центрами и технологическими переделами [4];

— пересчет производственного расписания при возникновении любых непредвиденных событий (поломка станка, брак, срочный заказ).

Событийная модель позволяет: исключить объемные и трудоемкие перерасчеты графиков изготовления продукции в связи с потоками разнообразных изменений; оперативно перераспределять материальные ресурсы, ресурсы оборудования и трудовые ресурсы; учитывать реальное состояние производства при оперативном управлении потоками заказов рабочим центрам (РЦ); перестраивать правила управления на основе накопления статистических данных о загрузке рабочих центров и состоянии заказов [5].

В качестве недостатков модели событийного управления ранее отмечалось некоторое увеличение производственных запасов, а также ориентировочность календарного графика производства — время выполнения заказа имеет случайную составляющую. Однако данные недостатки нивелируется в условиях производственной стратегии «пополнения склада».

Предлагаемые решения.

Быстрое планирование необходимо не только для отдельно взятого предприятия. Это ключ к эффективно работающей цепочке поставок [6].

Событийная модель позволяет: исключить объемные и трудоемкие перерасчеты графиков изготовления продукции в связи с потоками разнообразных изменений; оперативно перераспределять материальные ресурсы, ресурсы оборудования и трудовые ресурсы; учитывать реальное состояние производства при оперативном управлении потоками заказов рабочим центрам (РЦ).

Оперативное управление и перепланирование в реальном времени требуют решения сложных комбинаторных задач. В качестве базового критерия оптимизации часто выступает минимизация общего времени обработки всех заказов или минимизация суммарного времени опоздания. Однако в случае восполнения складских запасов важно ориентироваться на критерии спроса, количества затраченных ресурсов и товаров или цены потраченных товаров.

В виду различий в выборе приоритетного показателя воспроизводства материалов у производителей, необходимо использовать гибридный подход построения производственного плана, с построением первичной очереди по черновым правилам.

В конкретном случае приведена модель, в которой задается формула вычета з общих остатков суммы потраченного метража конечного товара за каждый день в анализируемой области:

$x = S — (l_1+l_2+...+l_n)$,

где: x — это остаток конечного товара на складе, S — начальное количество товара, l — количество проданного товара за конкретный день.

Основываясь на формуле вычета расставляет черновой план:

$x_1 < x_2$

При равных результатах первичной обработки предпочтение отдается критерию цены на единицу товара:

$P(x_1) > P(x_2)$,

где: P — цена за единицу конечного товара

На основе имеющихся в наличии изделий, добавляются производственные задачи. На рисунке 1 приведен потенциальный план построения производственного плана, основываясь на ресурсные возможности. Так все добавляемые в план задачи логически можно разделить на три категории: независимая задача — восполнение проданного конечного товара; зависимая задача — более приоритетна и добавляется для пополнения материала, необходимого для дальнейшего продвижения по маршрутной технологии; задача по страховому запасу — задачи, сформированные на основе затраченных на производство ресурсов, добавляемые в конец производственного плана

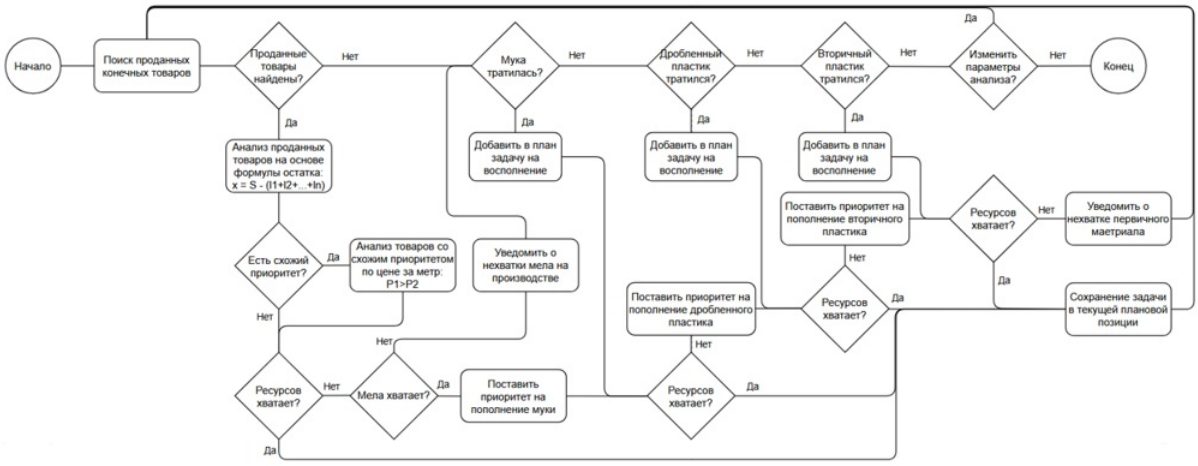


Рис. 1

Модель поведения представлена на рис 2. Для каждой задачи выделено 8 состояний: «1. Согласование и внесение заказа», «2. Отправка запроса на создание задачи», «3. Ожидание решения на выполнение», «4. Резервирование ресурсов», 5 «Ожидание ресурсов», «6. Отложенный заказ», «7. Ожидание в очереди на производство», «8. Выполнение»

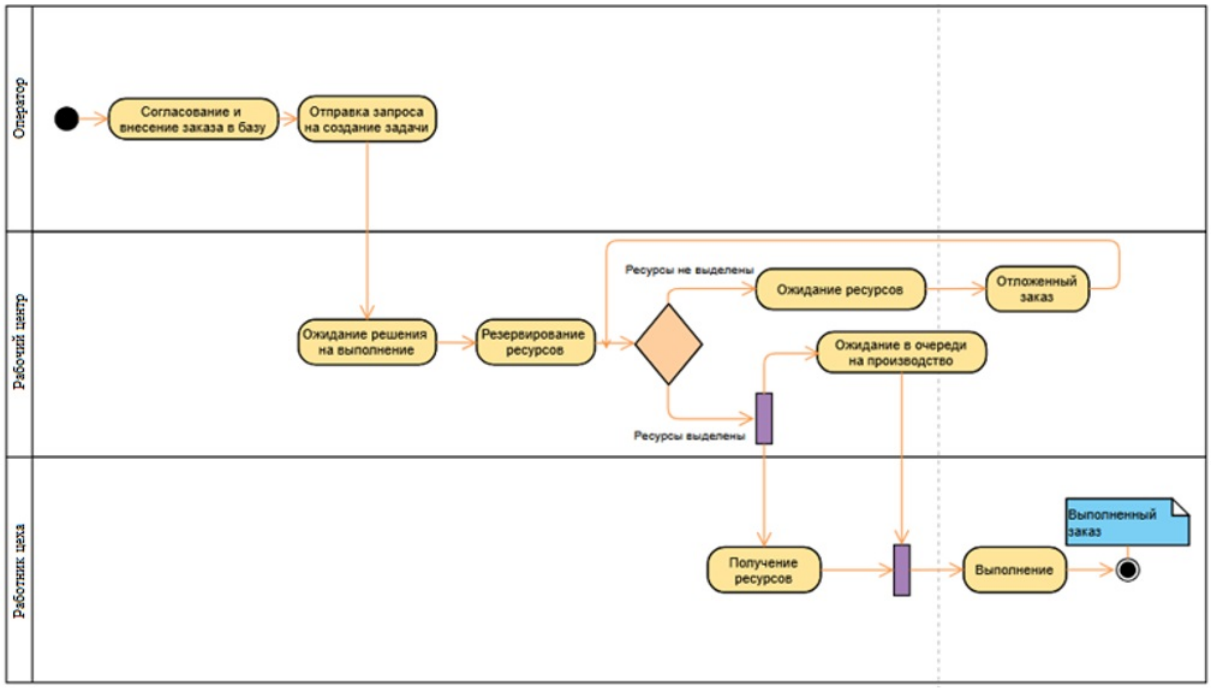


Рис. 2

Практическая значимость.

Внедрение системы управления производством обеспечило синергетический эффект, выражающийся в следующих показателях:

— Повышение общей эффективности оборудования за счет минимизации внеплановых простоев и быстрой переналадки.

— Прозрачность процессов за счет сквозного контроля изделия от сырья до готовой партии.

Ниже приведена типовая динамика изменений ключевых показателей эффективности (KPI) предприятия после внедрения подобной системы.

Таблица 1 — Сравнение результатов работы производства

Показатель KPI	До внедрения системы	После внедрения	Эффект
Время построения производственного плана	90 мин.	30 мин.	Сокращение на 60 %
Время производственного цикла	100% (база)	75–80%	Сокращение на 20 –25%
Уровень брака	4.5%	1.2%	Снижение в 3.7 раза

Предложена реляционная модель оперативного управления производством на основе проведенных продаж и сети задач, которая обеспечивает описание разнообразных производственно-логистических процессов и общую реализацию исполнения. Результаты исследования используются в проекте приложения с внедренной системой оперативного управления предприятием ООО «Радуга».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дубенецкий В.А., Цехановский В.В. Модель управления производством на основе сети заказов // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». — 2021. — № 2. — С. 20 — 25.

2. Хэллет Д. Обзор систем вытягивания: URL: http://www.pullscheduling.com (дата обращения: 03.04.2026).

3. Детмер У. Теория ограничений Голдратта: Системный подход к непрерывному совершенствованию / пер. с англ. 2-е изд. М.: Альпина Бизнес Букс, 2008.

4. Селиверстов Ю.И., Рудычев А.А., Дмитриева Ю.А. Цифровая трансформация бизнеса субъектами малого и среднего предпринимательства как фактор роста конкурентоспособности // ВЕСТНИК АЛТАЙСКОЙ АКАДЕМИИ ЭКОНОМИКИ И ПРАВА. — 2020. — № 11. — С. 531 — 539.

5. Дубенецкий В. А., Кузнецов А. Г., Цехановский В. В. Технология создания корпоративных информационно-управляющих систем на основе моделей, допускающих исполнение. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2019.

6. Питеркин С. В. Быстрое производство. Современные методы управления производством. От ERP до Lean и SCM. Теория и практика применения. URL: http://www.lean-accounting.ru/wp-content/uploads/2012/03/Быстрое-производство.pdf (дата обращения: 05.04.2026).