

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт математики, физики и информационных технологий
(наименование института полностью)

Кафедра «Прикладная математика и информатика»
(наименование кафедры)

09.04.03 Прикладная информатика
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Информационные системы и технологии корпоративного управления
(направленность (профиль)/специализация)

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему «Разработка комплекса моделей информационной системы управления
паркетным производством»

Студент И.С. Алексеев
(И.О. Фамилия) _____ (личная подпись)

Научный
руководитель А.В. Очеповский
(И.О. Фамилия) _____ (личная подпись)

Руководитель программы д.т.н., доцент, С.В. Мкртычев
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) _____ (личная подпись)
« _____ » _____ 20 _____ г.

Допустить к защите
Заведующий кафедрой к.т.н., доцент, А.В. Очеповский
« _____ » _____ 20 _____ г. _____ (личная подпись)

Тольятти 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Глава 1 АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ ПАРКЕТНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ	7
1.1 Определение и термины	7
1.2 Описание процесса производства штучного паркета	9
1.3 Постановка задачи управления	10
1.4 Формирование требований к информационной системе управления производством штучного паркета	17
Глава 2 МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПАРКЕТНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ	22
2.1 Обзор и анализ существующих моделей информационных систем управления паркетным производством	22
2.1.1 Отраслевое решение «1С:Управление деревообрабатывающим предприятием»	23
2.1.2 Конфигурация «Пилорама»	26
2.1.3 Информационная система управления производством для деревообработки и мебельной промышленности	28
2.2 Методология моделирования информационной системы управления производством штучного паркета	32
2.2.1 Концептуальное моделирование информационной системы управления производством штучного паркета	32
2.2.2 Логическое моделирование информационной системы управления производством штучного паркета	35
2.2.3 Физическое моделирование информационной системы управления производством штучного паркета	43
Глава 3 ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ МОДЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПАРКЕТНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ	49
3.1 Программная реализация информационной системы управления производством штучного паркета	49

3.2 Верификация и валидация модели информационной системы управления производством штучного паркета.....	53
3.3 Тестирование программного обеспечения информационной системы управления.....	61
3.4 Оценка эффективности информационной системы управления производством штучного паркета.....	64
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	67
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	69

ВВЕДЕНИЕ

Предприятия, производящие штучный паркет, относятся к деревообрабатывающей отрасли промышленности и характеризуются использованием в качестве сырья твердых пород древесины (дуба, ясеня, ореха и т.д.), что обуславливает высокую себестоимость готовой продукции.

К другим главным особенностям паркетного производства можно отнести его организацию на основе многоэтапной модели технологического процесса.

Для повышения эффективности паркетного производства необходима объективная оценка себестоимости переработки дорогостоящего сырья на каждом участке технологической цепи и последующая организация целенаправленного снижения норм расходов на выпуск штучного паркета.

Для этого нужно обладать достоверной информацией обо всех компонентах, составляющих баланс материального потока паркетного производства, включая отходы и производственные потери.

Решение данной задачи требует внедрения на паркетном производстве информационной системы управления.

Следует отметить, что отдельные подразделения предприятия, производящего паркет, могут быть размещены на значительном удалении друг от друга, что подразумевает применение распределенной информационной системы управления, для проектирования которой необходимо разработать комплекс моделей, отражающих ее основные аспекты.

Таким образом, **актуальность магистерской работы** обусловлена необходимостью разработки комплекса моделей информационной системы управления паркетным производством.

Объектом исследования является паркетное производство.

Предметом исследования является информационная система управления паркетным производством.

Целью работы является разработка комплекса моделей информационной системы управления паркетным производством, обеспечивающей повышение эффективности данного производства.

Гипотеза исследования: применение информационной системы управления паркетным производством, реализованной на основе предлагаемого комплекса моделей, позволит повысить эффективность данного процесса и достичь поставленной в работе цели.

Для достижения цели и проверки сформулированной гипотезы необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать подходы к управлению паркетным производством.
2. Произвести обзор и анализ существующих ИТ-решений информационных систем управления паркетным производством.
3. Разработать комплекс моделей информационной системы управления паркетным производством.
4. Проверить адекватность комплекса моделей информационной системы управления паркетным производством.

Методы исследования. В процессе исследования были использованы следующие методы: методы управления многоэтапными производственными системами, объектно-структурный и объектно-ориентированный подходы.

Новизна исследования заключается в разработке комплекса моделей информационной системы управления производством штучного паркета.

Практическая значимость исследования заключается в возможности практического применения разработанной на основе предлагаемого комплекса моделей информационной системы управления для повышения эффективности паркетного производства.

Теоретической основой диссертационного исследования являются научные труды российских и зарубежных ученых, занимающихся проблемами моделирования и проектирования систем управления многоэтапными производственными процессами.

На защиту выносятся:

1. Комплекс моделей информационной системы управления паркетным производством.

2. Результаты проверки адекватности предлагаемого комплекса моделей информационной системы управления паркетным производством.

Публикации. Основные результаты исследования по теме магистерской диссертации отражены в статье, представленной на научно-практической конференции [3].

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы.

В первой главе произведен анализ существующих подходов к управлению производством штучного паркета. Описан процесс производства штучного паркета. Выполнена постановка задачи управления паркетным производством и сформулированы функциональные и архитектурные требования к информационной системе управления производством штучного паркета.

Во второй главе выполнена разработка модели информационной системы управления производством штучного паркета. Произведены обзор и анализ существующих моделей информационных систем управления производством штучного паркета. Разработаны концептуальная, логическая и физическая модели системы.

Третья глава посвящена проверке адекватности моделей информационной системы управления производством штучного паркета. Выполнены верификация, валидация моделей и тестирование программного обеспечения системы.

В заключении приводятся результаты исследования.

Работа изложена на 72 страницах и включает 31 рисунок, 14 таблиц.

Глава 1 АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ ПАРКЕТНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

Вопросы организации паркетного производства рассматриваются в основном в работах российских и немецких ученых и специалистов.

Вместе тем, следует констатировать недостаточность научных работ, посвященных проблемам управления паркетным производством. В многом это можно объяснить его слабой стандартизацией и относительно небольшими объемами производства штучного паркета.

Кроме того, в условиях жесткой конкуренции производители строго оберегают свои секреты изготовления [13].

В этой связи в нижеследующем разделе представлены основные определения и термины из исследуемой предметной области, используемые в профессиональной среде.

1.1 Определение и термины

Штучный паркет — деревянное напольное покрытие, состоящие из цельных планок с шипами и пазами для соединения в полотно. Планки штучного паркета делают из массива дуба, ясеня, ореха и других пород ценной древесины (рисунок 1.1).

Производство штучного паркета регламентируется ГОСТ 862.1-85 [1].



Рисунок 1.1 – Штучный паркет

Паркетная фриза – паркетная заготовка (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – Паркетная фриза

Кругляк – вид круглых лесоматериалов, получаемых путем поперечного пиления (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Дуб-кругляк

Многоэтапная производственная система – производственная система, состоящей из нескольких компонентов или этапов (двух и более), необходимых для производства конечного продукта или услуги. Многоэтапные (многопередельные) системы очень распространены на практике и включают в себя множество современных производственных и сервисных систем (рисунок 1.4) [22, 29].

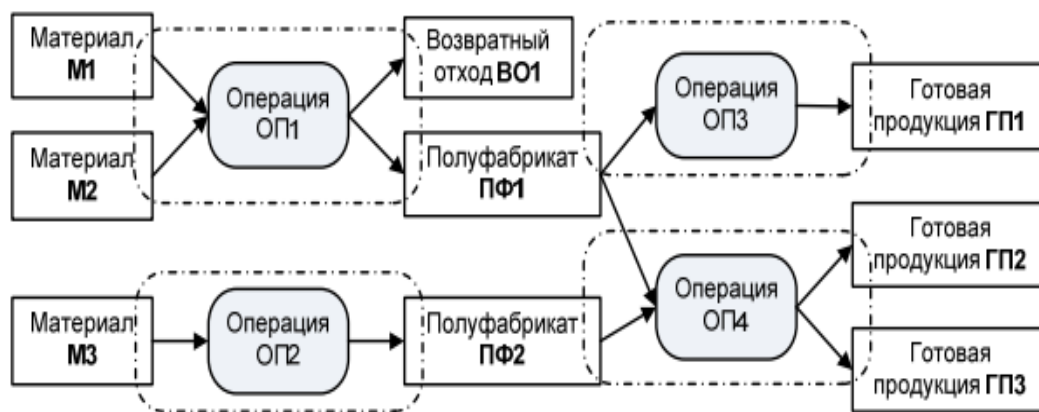


Рисунок 1.4 – Схема многопередельного производственного процесса

Незавершенное производство - это частично готовые товарно-материальные ценности (например, сырье, полуфабрикаты), ожидающие дальнейшей обработки или продажи в буферном хранилище. Термин используется в управлении производством и цепочкой поставок.

Физическая инвентаризация – процесс наличного учета остатков товарно-материальных ценностей (как правило, в натуральных единицах измерения).

1.2 Описание процесса производства штучного паркета

Полный цикл производства штучного паркета состоит из следующих независимых производственных процессов [18, 19]:

- производство паркетной фриззы (полуфабриката) из круглого лесоматериала (кругляка);
- производство штучного паркета (готовой продукции) из фриззы.

При этом оба процесса могут быть развернуты на территориально разобщенных производственных площадках предприятия.

На рисунке 1.5 и в таблице 1.1 представлены модель процесса производства штучного паркета и его технологическая карта, соответственно.

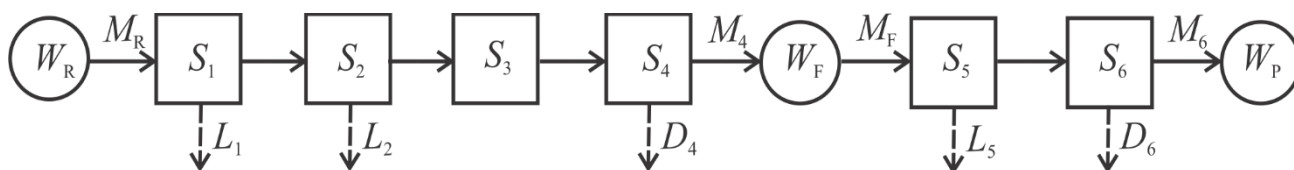


Рисунок 1.5 -Модель процесса производства штучного паркета

Таблица 1.1- Технологическая карта процесса производства штучного паркета

Склад/Этап	Операция	Единица измерения
	<i>Процесс производства паркетной фризы</i>	
W_R	Складирование сырья (кругляка)	m^3 (куб. м)
S_1	Распил кругляка	m^3
S_2	Изготовление фризы (полуфабриката)	шт (штука)
S_3	Сушка фризы	шт
S_4	Сортировка фризы	шт
W_M	Складирование фризы	шт
	<i>Процесс производства штучного паркета</i>	
S_5	Изготовление паркета	шт
S_6	Сортировка и упаковка паркета	m^2 (квадратный м)
W_P	Складирование готовой продукции (штучного паркета)	m^2

Следует отметить, что модель процесса производства штучного паркета на практике может отличаться от представленной, что определяется особенностями производственной логистики конкретного предприятия.

1.3 Постановка задачи управления

Для поддержки принятия управленческих решений на производстве используются математические модели, представленные в таблице 1.2 [30].

Таблица 1.2 – Общие математические модели управленческого учета

Вид	Характеристики
Аналитические модели	<p>Математический аппарат используется для расчета маржинального эффекта производимой продукции для обеспечения корреляции между затратами и продукцией.</p> <p>Более того, эластический анализ может использоваться для оценки и расчета корреляции между внутренней и внешней рыночной ценой и количеством производимой продукции.</p> <p>Основан на интеграции множества функций с практикой управленческого учета, прикладного эластического и маржинального анализа в управленческом учете</p>
Основные математические модели	<p>Общие математические модели, которые в основном используются для расчета точки безубыточности предприятия и проведения финансового и управленческого анализа с использованием алгебраических формул.</p> <p>Являются наиболее распространенными моделями приложений</p>
Модели линейного программирования	<p>К этой категории относятся: целочисленное программирование, линейное и нелинейное планирование, аналитические иерархические и другие модели, используемые для анализа управленческой информации, уточнения планов предприятия и принятия правильных управленческих решений</p>

Вероятностные статистические модели	Используются для анализа больших объемов данных, оценки и расчета влияния вариаций параметров управленческого учета на деятельность и управление организацией.
Модели «входа-выхода»	Предназначены для контроля соотношений входа-выхода различных производственных модулей. Эти модели создаются на основе аппарата линейной алгебры и позволяют создавать обоснованные производственные планы. Применяются в системах управления производством и комплексного баланса.

Вышеперечисленные модели позволяют научно и интуитивно понять условия работы организации и оценить возможные риски для повышения уровня управления организацией.

Учитывая особенности практики управления в многоэтапных производственных системах, можно констатировать широкое применение для постановки задач управления ими моделей анализа рентабельности, основанных на оценке производственных издержек.

Рассмотрим примеры моделей, используемых в многоэтапных производственных системах.

1) Модель маржинального анализа.

Относится к категории аналитических моделей.

Введем следующие переменные:

q - прибыль;

Δq – приращение прибыли;

C - общие затраты, определяемые по формуле:

$$C = C_0 + CV,$$

где:

C_0 – фиксированные затраты;

CV – изменяемые затраты;

ΔC – изменение затрат;

$C = C(q)$ - функция затрат.

$$\frac{\Delta C}{\Delta q} = \frac{C + (q + \Delta q) - C(q)}{\Delta q} \quad (1.1)$$

Если справедливо выражение:

$$\lim_{\Delta q \rightarrow 0} \frac{\Delta C}{\Delta q}, \quad (1.2)$$

то можно получить маржинальные издержки $C'(q)$ предприятия для величины прибыли q .

2) Модель «входа-выхода».

Для функционирования и управления предприятиями требуются трудовые ресурсы, материальные и финансовые ресурсы.

Логистическая цепь многоэтапной производственной системы состоит из нескольких подразделений (цехов) [6].

Продукция, произведенная каждым подразделением, нуждается в сырье или полуфабрикатах, а это сырье или полуфабрикаты производятся другими подразделениями. В цепочке поставок сырье или полуфабрикаты, которые используются для производственных целей, называются входом, а произведенные конечные продукты называются выходом (выпуском).

В практике управленческого учета на предприятии применение моделей входа-выхода может помочь научно решить такие вопросы, как управление эффективностью производства.

Модели «входа-выхода» основана на балансовой модели товарно-материальных ценностей (ТМЦ) или инвентаризационном балансе, который описывается следующим уравнением:

$$B_t^{(n)} = B_{t-1}^{(n)} + R_t^{(n)} - E_t^{(n)} \quad t = \overline{1, T}, \quad (1.3)$$

где:

- n - номенклатурный номер ТМЦ;
- $B_t^{(n)}$ - остатки ТМЦ на конец отчетного периода t ;
- $B_{t-1}^{(n)}$ - остатки ТМЦ на начало отчетного периода t ;
- $R_t^{(n)}$ - приходы ТМЦ в отчетном периоде t ;
- $E_t^{(n)}$ - расходы ТМЦ в отчетном периоде t .

С учетом вышеизложенного, баланс материального потока в производстве паркета описывается следующей системой уравнений:

$$\begin{cases} M_R = M_4 + L_1 + L_2 + D_4 \\ M_F = M_6 + L_5 + D_6, \end{cases} \quad (1.4),$$

где:

- M_R - расходы кругляка;
- L_1 - потери кругляка при распиле;
- L_2 - потери пиломатериалов;
- D_4 - отходы фризы;
- M_4 - приходы фризы;
- M_F - расходы фризы;
- L_5 - потери фризы;
- D_6 - отходы паркета;
- M_6 - приходы паркета.

Показатели L_1 , L_2 и L_5 представляют собой безвозвратные технологические потери сырья (опилки, стружка и т.п.), которые рассчитываются на основании принятых на предприятии нормативных коэффициентов для каждой породы древесины (рисунок 1.6).

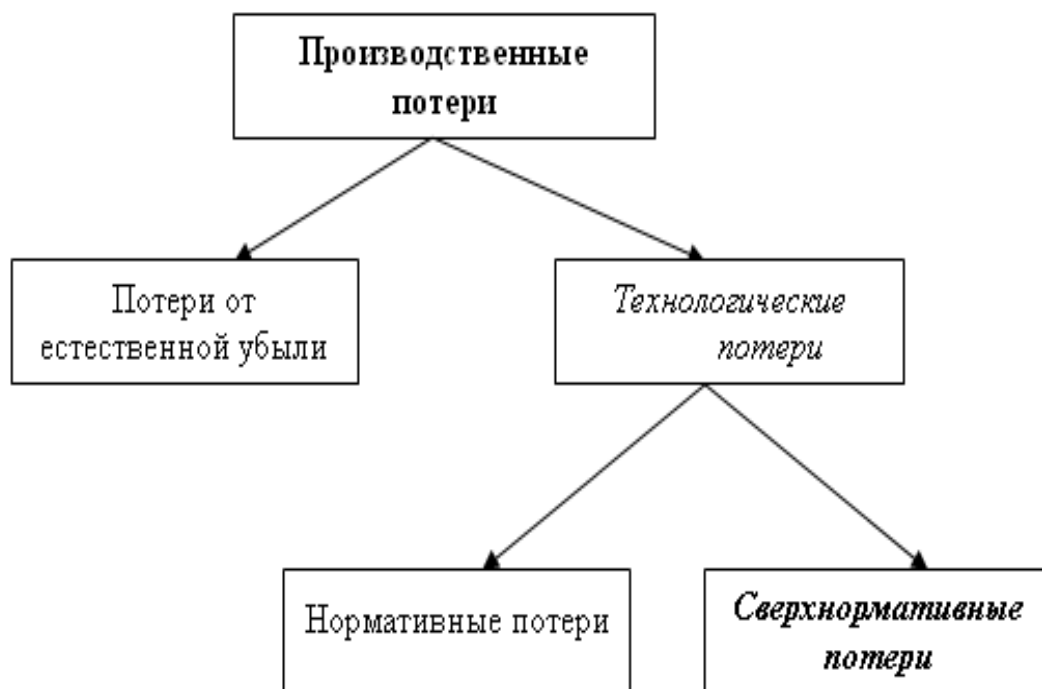


Рисунок 1.6 – Модель производственных потерь в паркетном производстве

Отходы D_4 , D_6 – это продукция, не соответствующая используемой на предприятии классификации штучного паркета по видам распила (тангенциальный, радиальный или смешанный) или селекции древесины (таблица 1.3).

Таблица 1.3 – Пример классификации паркета по видам селекции паркета

Вид селекции	Описание
Селект	Древесина высшего сорта, близкого по параметрам к марке А по ГОСТу, характеризуется ровной текстурой без заболони и дефектов. Плашки максимально подобраны по цвету и узору. Распил чаще всего смешанный.

Натур	Древесина с любым срезом без грубых дефектов и без резких перепадов по тону с ярко выраженным древесным узором, передающим многообразие рисунков и оттенков.
Рустик	Древесина первого сорта (близкого по параметрам к марке Б по ГОСТу) без отбора по цвету и распилу.

Нормативы производственных отходов для паркетного производства представлены в справочнике [8].

Все значения в выражении (1.4) должны быть отнесены к одному отчетному периоду и приведены к общей единице измерения.

Производственный учет ведется на основании результатов физической инвентаризации на складах W_R , W_F и W_P .

Следует учесть, что в паркетном производстве нормативные потери рассматриваются при учете незавершенного производства на конкретном этапе технологического процесса.

Такой подход к учету снижает эффективность управления производством, так как не регистрируются реальные остатки незавершенного производства во всех местах возникновения затрат многоэтапного технологического процесса, что не позволяет объективно оценить стоимость готовой продукции (штучного паркета).

1.4 Формирование требований к информационной системе управления производством штучного паркета

С учетом вышеизложенного, сформулируем задачу управления эффективностью производства штучного паркета, как задачу оптимизации вида:

$$\sum W_{\text{сп}} \rightarrow \min, \quad (1.5)$$

где:

$\Sigma W_{\text{сп}}$ - суммарные сверхнормативные потери паркетного производства.

Для решения данной задачи необходимо внедрить систему управления эффективностью производства штучного паркета.

В качестве механизмом управления будет использован механизм контроля и учета производства [7].

Производственный контроль - это деятельность по мониторингу и контролю любого конкретного производства или операции.

Управление производством часто осуществляется операционной службой предприятия.

Благодаря контролю запасов и контролю качества контроль производства является одной из ключевых функций управления производственными операциями.

Методологической основой контроля производства является производственный учет [5].

Производственный учет является разновидностью управленческого учета и предоставляет менеджерам учетную информации для выработки решений по управлению и выполнению контрольных функций.

Другими словами, это процесс осмысления финансовых и стоимостных данных и преобразования этих данных в полезную информацию для руководства и должностных лиц в организации для принятия управленческих решений.

Выходная информация производственного учета обеспечивает поддержку следующих функций:

- управление рентабельностью;

- анализ издержек;
- прогнозирование;
- анализ новой продукции;
- анализ отклонений и др.

Производственный учет предоставляет руководству лучший контроль над бизнесом.

Следует учесть, что производственный учет не регулируется каким-либо законодательством, что дает руководству предприятия новые возможности для управления производством.

В работе [28] описан механизм управления нормативными потерями в многоэтапной производственной системе с однородным по составу сырьем, которая заключается в изменении коэффициентов нормативных потерь, и представлена формула для расчета последних.

$$L_T^{(m)} = \sum_{i=1}^n L_i^{(m)} \quad (1.6)$$

$$L_i^{(m)} = UM_0(1 - C_i^{(m)}), \quad (1.7)$$

где:

$$U = \prod_{j=1}^{i-1} C_j^{(m)},$$

где $U = 1$ для $i = 1$.

Коэффициент выпуска продукции с m -ым номенклатурным номером на каждом этапе технологического процесса определяется по формуле:

$$C_i^{(m)} = \frac{M_i^{(m)}}{M_{i-1}^{(m)}}, \quad (1.8)$$

где:

$M_{i-1}^{(m)}, M_i^{(m)}$ – количество незавершенного производства в натуральных единицах измерения на входе и выходе i -го этапа, соответственно.

Таким образом, управление производством штучного паркета заключается

в оценке сверхнормативных потерь и подборе технологических коэффициентов, обеспечивающих снижение этих потерь для каждого вида продукции и сырья.

На рисунке 1.7 представлен контур управления эффективностью паркетного производства



Рисунок 1.7 – Контур управления производством штучного паркета

Для реализации выработанной концепции управления необходимо разработать информационную систему управления (ИСУ), которая должна отвечать следующим функциональным и архитектурным требованиям:

- обеспечение поддержки производственного учета с помощью распределенной информационной системы. Данное требование обусловлено территориальной разобщенностью подразделений (цехов) паркетного предприятия;

- отражение специфики ведения производственного учета штучного паркета на конкретном предприятии. Для этого ИСУ должна обладать механизмами адаптации к изменению параметров технологического процесса и особенностям организации производственного учета на конкретном предприятии;

- обеспечение учета незавершенного производства на всем протяжении процесса паркетного производства;

– интеграция в корпоративную информационную систему предприятия (КИС). Данное требование обусловлено тем, что различные функции управленческого учета, такие как создание аналитической отчетности, составление бюджета капиталовложений, анализ отклонений, прибыльность и т.п. выполняются современными ERP-системами.

Выводы по главе 1

1) Необходимо констатировать недостаточность научных работ, посвященных проблемам управления паркетным производством, что объясняется его слабой стандартизацией и относительно небольшими объемами производства штучного паркета.

2) Полный цикл производства штучного паркета состоит из двух независимых производственных процессов: процесса производства паркетной фризы из кругляка и процесса производства штучного паркета из фризы. При этом оба процесса могут быть развернуты на территориально разобщенных производственных площадках предприятия.

3) Учитывая особенности практики управления в многоэтапных производственных системах, можно констатировать применение для постановки задач управления паркетным производством вида «вход-выход», основанных на балансовых моделях и оценке производственных издержек.

4) В типовом паркетном производстве нормативные потери рассматриваются при учете незавершенного производства на конкретном этапе технологического процесса, что снижает эффективность управления производством, так как не позволяет объективно оценить затраты на производство штучного паркета.

5) Управление производством штучного паркета заключается в оценке сверхнормативных потерь и подборе технологических коэффициентов, обеспечивающих снижение этих потерь для каждого вида продукции и сырья.

б) Для реализации выработанной концепции управления необходимо разработать распределенную ИСУ, которая должна отвечать установленным функциональным и архитектурным требованиям.

Глава 2 МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПАРКЕТНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

2.1 Обзор и анализ существующих моделей информационных систем управления паркетным производством

Как было отмечено выше, в специализированной литературе практически не представлены готовые решения ИСУ производством штучного паркета.

В большинстве работ рассматриваются модели систем управления отдельными подпроцессами паркетного производства (рисунок 2.1) [26].

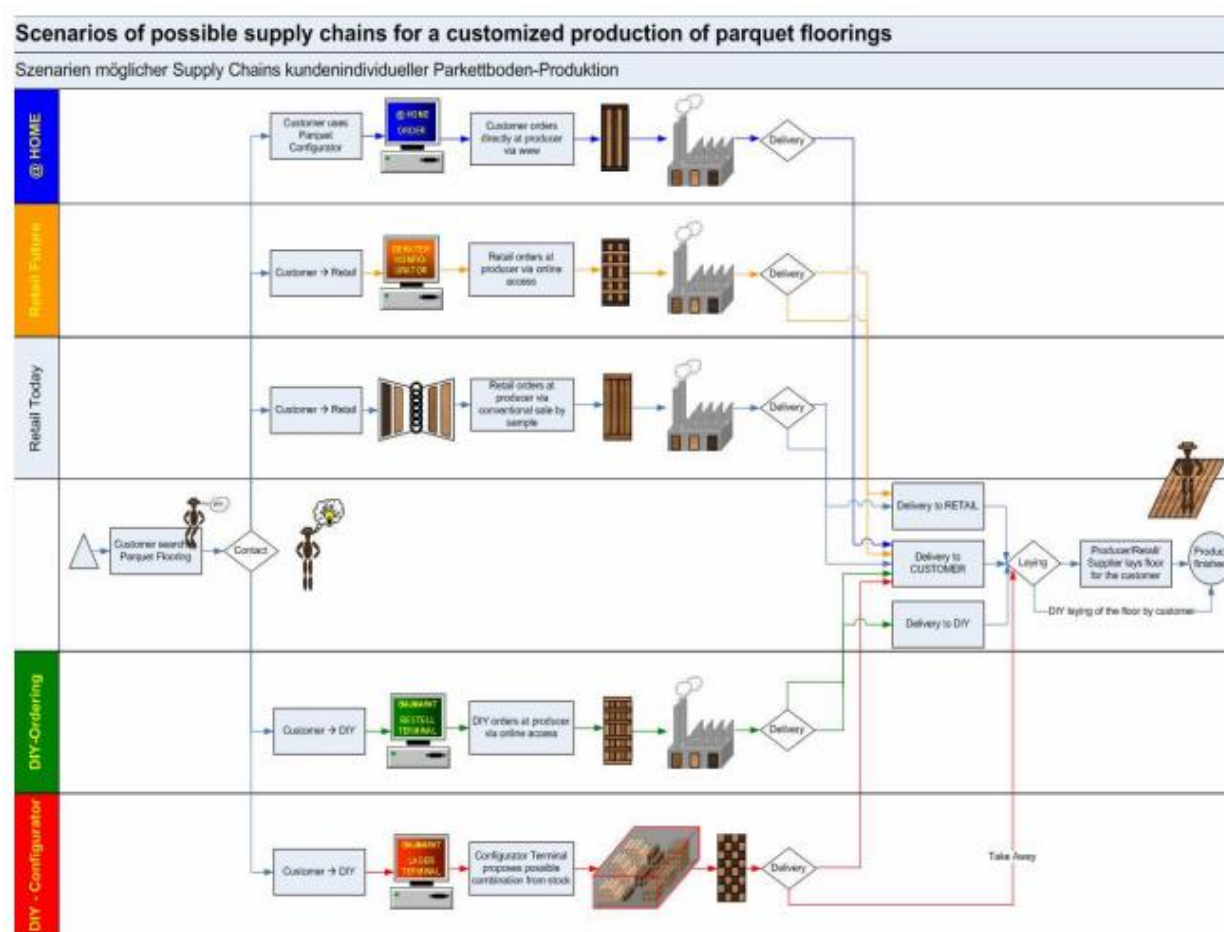


Рисунок 2.1- Модель системы управления запасами для паркетного производства

В этой связи в качестве аналогов разработки использованы информационные системы управления многоэтапными производственными системами, применяемые в деревообрабатывающей промышленности.

2.1.1 Отраслевое решение «1С:Управление деревообрабатывающим предприятием»

Отраслевое решение «1С:Управление деревообрабатывающим предприятием. Модуль для 1С:ERP и 1С:КА2» (далее – ИСУ) предназначено для автоматизации отраслевых процессов управления и учета на лесопильных и деревообрабатывающих предприятиях: от приемки лесосырья до отгрузки продукции деревообработки покупателям [10].

Для построения аналогичной ИСУ деятельностью лесозаготовительных предприятий на базе конфигураций «ERP Управление предприятием 2» или «Комплексная автоматизация 2» выпущено отраслевое решение "1С:Управление лесозаготовительным предприятием. Модуль для 1С:ERP и 1С:КА2» (инф. письмо № 23215 от 30.06.2017 г. <http://1c.ru/news/info.jsp?id=23215>).

Конфигурация ИСУ может использоваться совместно с другими отраслевыми решениями, разработанными на базе конфигураций «ERP Управление предприятием 2» или «Комплексная автоматизация 2», образуя единую комплексную информационную систему для управления производственными процессами деревообрабатывающего предприятия.

Для удобства работы в рамках единого бизнес-процесса специалистов по приемке круглого леса, диспетчеров производства, менеджеров по закупке древесины и менеджеров по отгрузке лесопроductии, отраслевой функционал решения выделен в основные подсистемы:

«Поступление лесосырья» – подсистема, предназначенная для оформления результатов обмера древесины, формирования документов приобретения лесосырья;

«Пиление и деревообработка» - подсистема, предназначенная для оформления операций по выпуску пакетов пиломатериалов, передаче пакетов в цеха или стороннему переработчику, закатке в камеры сушки и выкатке из камер сушки пиломатериала. Подсистема включает инструменты по загрузке данных с линии сортировки круглого леса, линии пиления круглого леса и т.д.;

«Отгрузка лесопродукции - подсистема, предназначенная для подбора пиломатериалов под отгрузку, ведения условий спецификаций на отгрузку пиломатериалов покупателям, контроля выполнения условий контрактов на отгрузку пиломатериалов.

В дополнение к возможностям типовых конфигураций ИСУ обеспечивает:

- оформление актов обмера древесины по геометрии с расчетом объема круглого леса по коэффициенту полндревесности;
- отражение выпуска пакетов пиломатериалов осуществляется на специализированном рабочем месте. Выпущенный пиломатериал можно регистрировать с учетом породного состава, сорта, значения влажности, фактических и зачетных геометрических характеристик (длина, ширина, толщина пиломатериала);
- расчет объема пиломатериалов по геометрическим характеристикам (рисунок 2.2);

N	Номенклатура, Ед. объема	Номер пакета	Пор...	Влажность	Сорт	Длина, м.	Ширина, м.	
1	Пиломатериал сырой еловый сорт I, м3	Записан		90%	I	4,03		Факт
		ПМ/ЦП/ ПМ/ЦП/0010				4,00		Зачет
2	Пиломатериал сырой еловый сорт I, м3	Записан		90%	I	4,03		Факт
		ПМ/ЦП/ ПМ/ЦП/0011				4,00		Зачет

Количество: 172 шт. Объем зачетный: 1,376 Объем фактический: 1,560

Рисунок 2.2- Форма учета выпуска пакета пиломатериалов

- оформление операций закатки пакетов пиломатериалов в сушку и выкатки пакетов пиломатериалов из сушки операторы камер сушки выполняют в специализированном рабочем месте «Сушка пиломатериалов». Для оформления выпуска сухих пиломатериалов в системе фиксируются

спецификации сушки пиломатериалов, в которых настраивается связь между свойствами сырого и сухого пиломатериала (рисунок 2.3).

Свойство материала	Свойство продукции
Порода (Пиломатериал сырой)	Порода (Пиломатериал сухой)
Сорт (Пиломатериал сырой)	Сорт (Пиломатериал сухой)
Длина зачетная (м) (Пиломатериал сырой (...))	Длина (Пиломатериал сухой (Для характери...))
Толщина зачетная (мм) (Пиломатериал сыр...)	Толщина (Пиломатериал сухой (Для характ...))
Ширина зачетная (мм) (Пиломатериал сыро...)	Ширина (Пиломатериал сухой (Для характе...))

Рисунок 2.3- Форма спецификации сушки пиломатериалов

По мнению разработчиком ИСУ имеет технологические преимущества, которые позволяют:

- обеспечить высокую надежность, производительность и масштабируемость системы;
- организовать работу с системой через Интернет, в режиме тонкого клиента или веб-клиент (через обычный интернет-браузер), в том числе в "облачном" режиме;
- создавать мобильные рабочие места с использованием планшетов и иных мобильных устройств;
- настраивать интерфейс для конкретного пользователя или группы пользователей с учетом роли пользователя, его прав доступа и индивидуальных настроек и др.

Указанные технологические преимущества обусловлены применением в качестве средства разработки технологической платформы «1С:Предприятие 8.3» [9].

2.1.2 Конфигурация «Пилорама»

Конфигурация «Пилорама» предназначена для автоматизации работы пилорамы, лесопилки [17].

Конфигурация легко и быстро настраивается под конкретные требования заказчика.

Конфигурация разработана на основе решения «Склад и торговля» (<http://www.prostoysoft.ru/ProductsCount.htm>) и обеспечивает реализацию следующих функций:

- учет пиломатериалов (ведение справочника пиломатериалов, формирование прайс-листа) (рисунок 2.4);

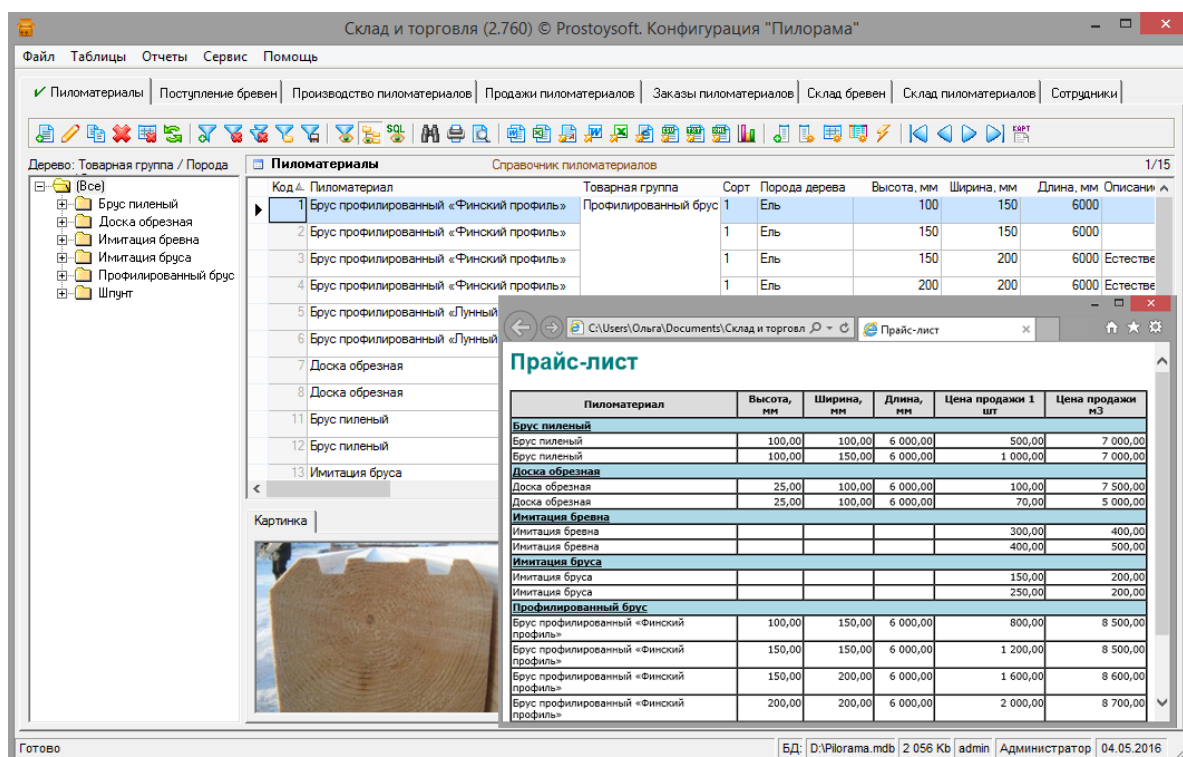


Рисунок 2.4 – Форма справочника пиломатериалов

- контроль производства пиломатериалов (учет распила бревен и пиломатериалов. Контроль поступления произведенных пиломатериалов на склад) (рисунок 2.5);

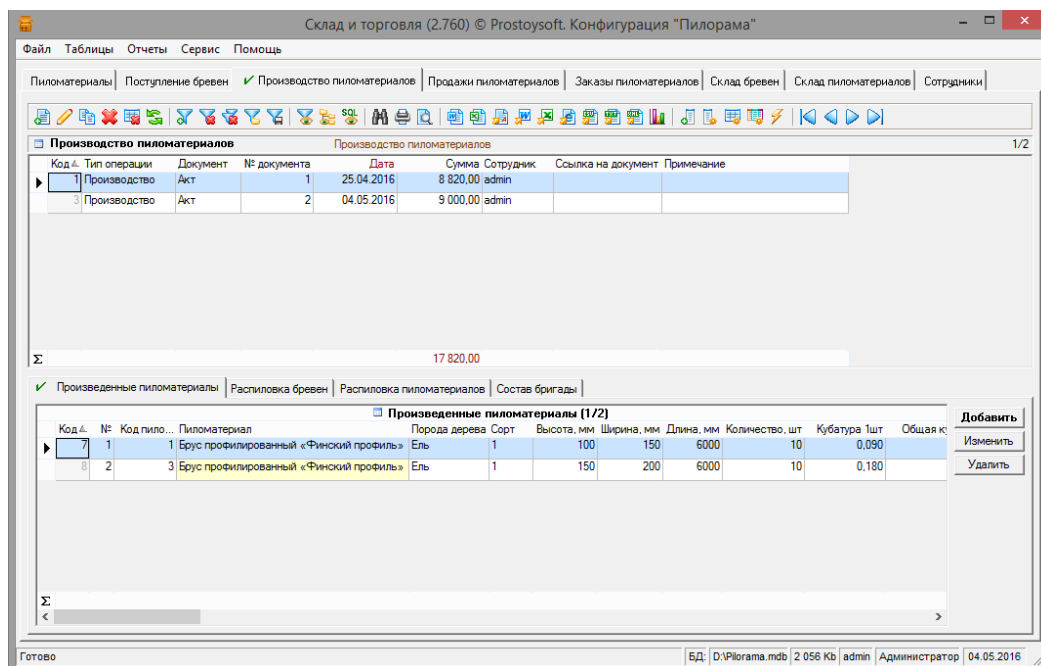


Рисунок 2.5 – Форма учета производства пиломатериалов

- учет бревен (ведение справочника кубатуры бревна, учет поступления бревен на склад);
- учет продаж (контроль заказов от клиентов, учет продаж произведенных пиломатериалов);
- Ведение отчетности (формирование отчетов по состоянию складов и начислению заработной платы. Возможность создания новых отчетов) и др.

Автоматизация производства на пилораме позволит усовершенствовать рабочий процесс благодаря ведению всестороннего учета.

Имеется возможность ведения справочников пиломатериалов и кубатуры леса, учет заказов на производство пиломатериалов, контроль распила и поступления бревен, учет продаж пиломатериалов и остатков по складам, расчет заработной платы сотрудникам пилорамы.

По мнению разработчиков, гибкая структура базы данных дает возможность создавать новые таблицы, отчеты, графики, добавлять поля, задавать списки и многое другое.

Программа для учета на пилораме интуитивно относительно недорога, проста и понятна для пользователей, так как не требует квалифицируемых ИТ-ресурсов.

К технологическим недостаткам предлагаемой конфигурации следует отнести неплатформенную разработку и устаревшие программные решения, что существенно ограничивает ее возможности для адаптации к специфике паркетного производства.

Общими недостатками рассмотренных выше систем является их ограниченная функциональность в контексте предмета исследования.

Данные системы обеспечивают информационную поддержку этапа учета распила кругляка.

Для поддержки других задач управления необходима их серьезная доработка.

2.1.3 Информационная система управления производством для деревообработки и мебельной промышленности

Функциональная модель информационной системы управления производством для деревообработки и мебельной промышленности (далее – ИСУ) изображена на рисунке 2.6 [25].

ИСУ разделена на транзакционные и корпоративные подсистемы.

Транзакционная подсистема обеспечивает поддержку следующих функций:

- финансовый учет;
- материальная бухгалтерия;
- учет бухгалтерии производственного цеха;
- ведение учета долгосрочных основных средств;
- расчет зарплаты;
- расчет НДС и др.

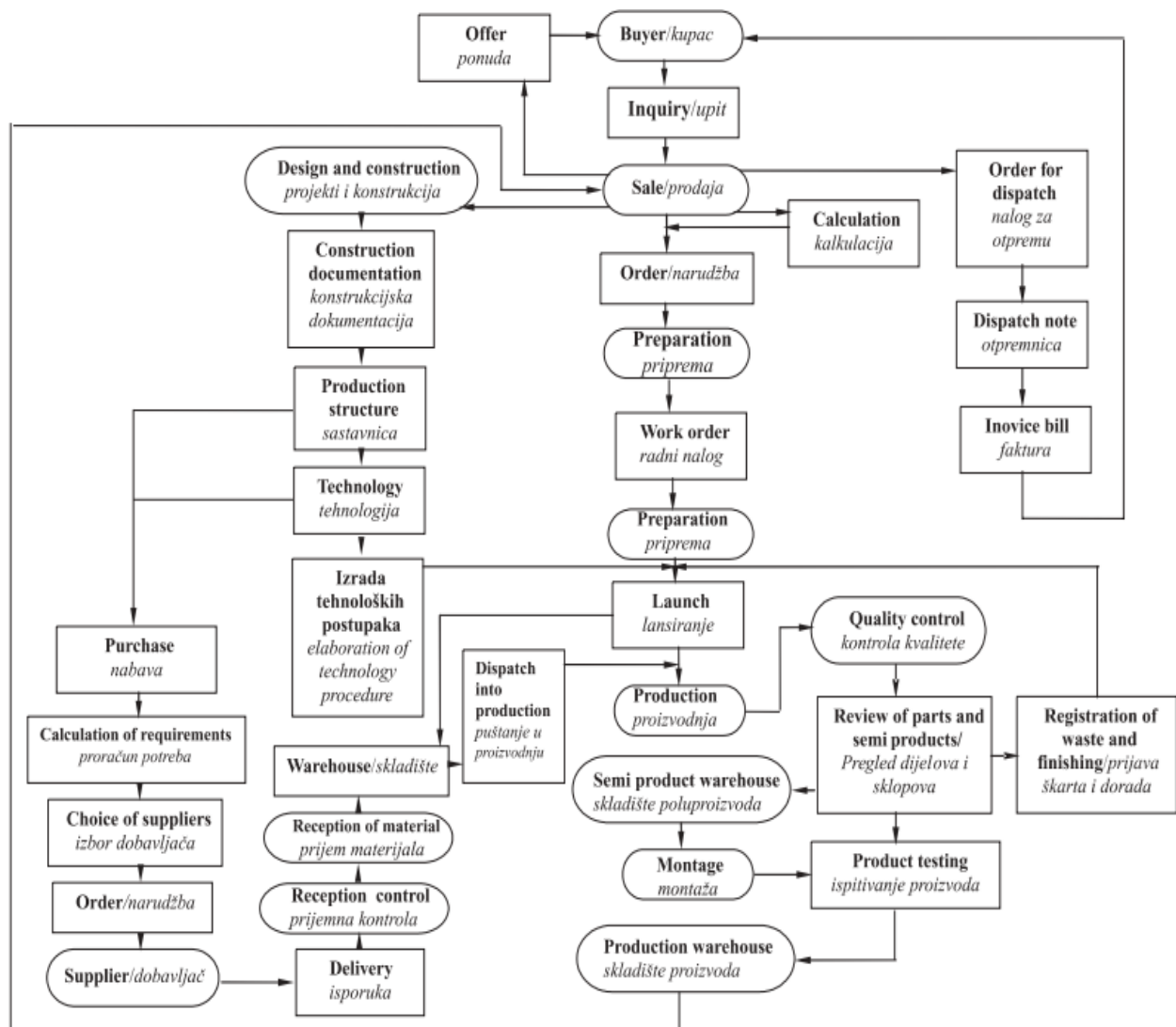


Рисунок 2.6 – Функциональная модель ИСУ производством для деревообработки и мебельной промышленности

В задачи корпоративной подсистемы входит:

- планирование результатов бизнеса;
- планирование показателей эффективности бизнеса;
- мониторинг запланированных результатов бизнеса;
- мониторинг плановых показателей успешности бизнеса;
- оценка отклонений запланированных результатов бизнеса;
- анализ причин и последствий отклонений в показателях эффективности

бизнеса и др.

Обе подсистемы могут быть территориально разделены в рамках распределенной ИСУ.

По мнению разработчиков ИСУ представляет собой эффективную автоматизированную систему, достоинством которой является использование для управления механизмов планирования и контроля (рисунок 2.7).

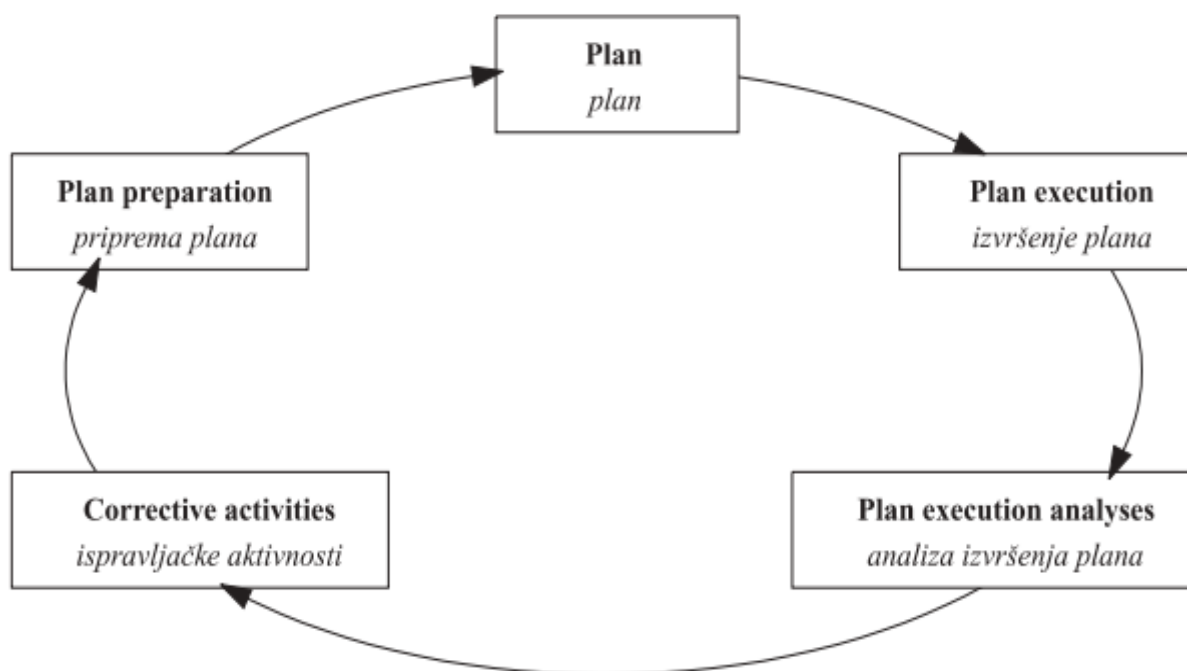


Рисунок 2.7 – Контур управления производством для деревообработки и мебельной промышленности

При применении ИСУ следует учитывать следующие факты:

- перечисленные задачи являются основными, но не единственными из них. В зависимости от специфики фирмы, всегда есть дополнительные требования, которые должны быть принятым во внимание;
- фирмы должны создавать свои собственные формы отчетов в соответствии со своими производственными условиями.

Вместе с тем, в описании к ИСУ не описаны средства ее разработки и возможности адаптации и конфигурирования.

Для сравнительного анализа рассмотренных ИТ-решений на предмет использования в качестве ИСУ производством штучного паркета сведем их характеристик в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Сравнительный анализ ИТ-решений на предмет использования в качестве ИСУ производством штучного паркета

Требование к ИСУ/ ИТ-Решение (оценочная шкала)	1С:Управление деревообрабатывающим предприятием	Конфигурация «Пилорама»	ИСУ производством для деревообработки и мебельной промышленности
1. Обеспечение поддержки производственного учета (10)	3	3	6
2. Распределенная архитектура	10	6	8
3. Возможность адаптации	10	3	3
4. Обеспечение учета незавершенного производства	3	3	6
5. Простота интеграции в КИС предприятия	8	2	2
Итого	34	17	25

Как следует из таблицы, наилучшие показатели у решения «1С: Управление деревообрабатывающим предприятием».

Однако эти показатели обеспечены только технологическими возможностями данной системы.

По функциональности ни одно из рассмотренных решений не отвечает поставленным требованиям.

Отсюда можно сделать вывод о целесообразности разработки новой модели ИСУ производством штучного паркета.

2.2 Методология моделирования информационной системы управления производством штучного паркета

В программной инженерии в процессе проектирования информационная система на стадии моделирования представляется в виде комплекса трех моделей: концептуальной, логической и физической [14].

Рассмотрим процессы разработки каждой из вышеперечисленных моделей ИСУ производством штучного паркета.

2.2.1 Концептуальное моделирование информационной системы управления производством штучного паркета

Концептуальное моделирование - это деятельность, которая выявляет и описывает общие знания, которые должна знать проектируемая система [11].

Это описание, называемое концептуальной схемой, необходимо для разработки информационной системы.

В последнее время многие исследователи и специалисты разделяют мнение, согласно которому концептуальная модель становится единственным важным описанием, которое необходимо создать, поскольку реализация системы будет автоматически создаваться из ее схемы (например, OMG Model Driven Architecture).

Есть мнение, что для концептуального представления информационной системы более важна ее функциональная модель, отражающая описание системы, основанное на функциях, выполняемых ею, абстрагируясь от того, как она их выполняет [24].

Функциональная модель (функциональный подход) в системной инженерии и разработке программного обеспечения - это структурированное

представление функций (действий, действий, процессов, операций) в моделируемой системе или предметной области.

Цели функциональной модели состоят в том, чтобы описать функции и процессы, помочь в обнаружении информационных потребностей, помочь определить возможности и создать основу для определения затрат на продукты и услуги.

Для функционального моделирования, как правило, используются методологии структурного анализа и проектирования IDEF0 и DFD.

При всех своих достоинствах указанные методологии считаются устаревшими и умеющие ограничения для моделирования систем управления.

В этой связи следует отметить на тенденцию к расширению функционального подхода в других диаграммных методах и нотациях моделирования.

Так, для построения функциональной модели систем управления рекомендуется использовать нотацию блок-схем.

Блок-схема - это специализированная высокоуровневая блок-схема, используемая в программной инженерии. Она широко используется зарубежными специалистами для разработки новых систем или для описания и улучшения существующих [23].

Структура блок-схема, в которой основные части или функции представлены блоками, соединенными линиями, которые показывают отношения блоков, обеспечивает общий обзор основных компонентов системы, ключевых участников процесса и важных рабочих отношений.

Блок-схемы обычно используются для описаний верхнего уровня, предназначенных для разъяснения общих концепций без учета деталей реализации.

На рисунке 2.8 изображена блок-схема ИСУ производством штучного паркета.



Рисунок 2.8 – Функциональная модель ИСУ производством штучного паркета

Ключевым компонентом ИСУ является информационная система учета производства паркета (ИСУПП), которая выполняет следующие функции:

- учет кругляка в производстве;
- учет незавершенного производства;
- учет производства паркета.

Данные в систему вносит Учетчик по результатам инвентаризации незавершенного производства на каждом производственном этапе.

Подсистема анализа производственных потерь (ПАПП) является модулем данной информационной системы и обеспечивает расчет реальных коэффициентов выпуска готовой продукции, которые могут отличаться от нормативных ввиду использования круглого материала худшего качества.

Полученные данные в виде оперативного отчета предоставляются Технологу предприятия, который принимает решение об изменении нормативных коэффициентов для конкретного сырья и номенклатурной позиции выпускаемой продукции.

2.2.2 Логическое моделирование информационной системы управления производством штучного паркета

Логический моделирование относится к абстрактному представлению потока данных, входов и выходов системы. Он описывает входные данные (источники), выходные данные (места назначения), базы данных (хранилища данных), процедуры (потоки данных) в формате, соответствующем требованиям пользователя.

Для логического моделирования данных используются диаграммы «сущность-связь» (ER-диаграммы).

При построении логической модели системы системный аналитик определяет потребности пользователя на уровне детализации, который фактически определяет поток информации в систему и из нее, а также необходимые источники данных.

На уровне программной архитектуры системы логическая модель определяет спецификацию объектно-ориентированных классов и связи между ними.

Для разработки логической модели системы на уровне ее программной архитектуры используется объектно-ориентированный подход и язык UML (Unified Modeling Language) [16].

В этом случае логическая модель системы представляет собой набор диаграмм языка UML, позволяющих описать различные аспекты системы.

Как правило, для этой цели достаточно разработать несколько диаграмм, относящихся к ядру языка UML, а именно:

- диаграмму вариантов использования, отражающую функциональный аспект системы;

- диаграмму классов, отражающую статический аспект системы;
- диаграмму последовательности, отражающую динамический аспект системы.

Использования диаграмм других типов целесообразно, если указанных диаграмм будет недостаточно для описания логической модели проектируемой информационной системы.

Ниже представлено описание указанных диаграмм для ИСУ производством штучного паркета.

Диаграмма вариантов использования может обобщать сведения о пользователях системы (актерах) и их взаимодействиях с системой.

Цель диаграммы вариантов использования в UML - продемонстрировать различные способы взаимодействия актора с системой.

Диаграмма вариантов использования позволяет представить:

- сценарии, в которых система или приложение взаимодействуют с людьми, организациями или внешними системами;
- цели, которые система или приложение помогает этим объектам (актерам) достичь;
- возможности проектируемой системы.

Диаграмма вариантов использования не слишком детализирована.

Она представляет общий обзор взаимосвязей между вариантами использования, субъектами и системами.

Эксперты рекомендуют использовать диаграммы вариантов использования, чтобы дополнить более описательный вариант использования текста.

Диаграммы вариантов использования UML идеально подходят для:

- представление целей взаимодействия системы с пользователем;
- определение и организация функциональных требований в системе;
- указание контекста и требований системы;
- моделирование основного потока событий в сценарии использования

Для разработки диаграммы вариантов использования применим методологию RUP [15].

Актеры: Учетчик, Технолог, ИСУПП, ПАПП.

Варианты использования (прецеденты) представлены в таблицах 2.2-2.5.

Таблица 2.2 - Описание прецедента: Ввод учетных данных

Прецедент: ввести учетные данные
ID: 1
Краткое описание: ввод данных производственного учета в ИСУПП
Главный актер: Учетчик
Второстепенные актеры: ИСУПП
Предусловие: прецедент начинается по инициативе Учетчика
Основной поток: Учетчик вводит данные в режиме онлайн.
Постусловие: данные сохраняются в БД ИСУПП.
Альтернативные потоки: нет

Таблица 2.3 - Описание прецедента: Предоставить учетно-аналитическую информацию

Прецедент: предоставить учетно-аналитическую информацию
ID: 2
Краткое описание: предоставить учетно-аналитическую информацию в ПАПП
Главный актер: ИСУПП
Второстепенный актер: ПАПП
Предусловие: прецедент начинается по инициативе (запросу) ПАПП
Основной поток: <ul style="list-style-type: none"> 1. ПАПП запрашивает у ИСУПП данные для формирования отчета. 2. ИСУПП выдает данные по запросу.
Постусловие: ПАПП получает данные для формирования отчета.
Альтернативные потоки: нет

Таблица 2.4 - Описание прецедента: Сформировать аналитический отчет

Прецедент: сформировать аналитический отчет
ID: 3
Краткое описание: расчет реальных коэффициентов выпуска готовой продукции и формирование аналитического отчета
Главный актер: ПАПП
Второстепенные акторы: ИСУПП, Технолог
Предусловие: прецедент начинается по инициативе Технолога
Основной поток: 1. ПАПП формирует отчет на основе данных ИСУПП и предоставляет его Технологу.
Постусловие: Технолог получает аналитический отчет.
Альтернативные потоки: нет

Таблица 2.5 - Описание прецедента: Изменить коэффициенты выпуска готовой продукции

Прецедент: изменить коэффициенты выпуска готовой продукции
ID: 4
Краткое описание: принятие решение об изменении коэффициентов выпуска готовой продукции
Главный актер: Технолог
Второстепенный актер: ИСУПП
Предусловие: прецедент начинается по инициативе Технолога.
Основной поток: 1. Технолог принимает решение об изменении коэффициентов выпуска готовой продукции и вносит изменения в БД ИСУПП
Постусловие: измененные коэффициенты сохраняются в БД ИСУПП.
Альтернативный поток: нет.

На рисунке 2.9 представлена диаграмма вариантов использования ИСУ производством штучного паркета.

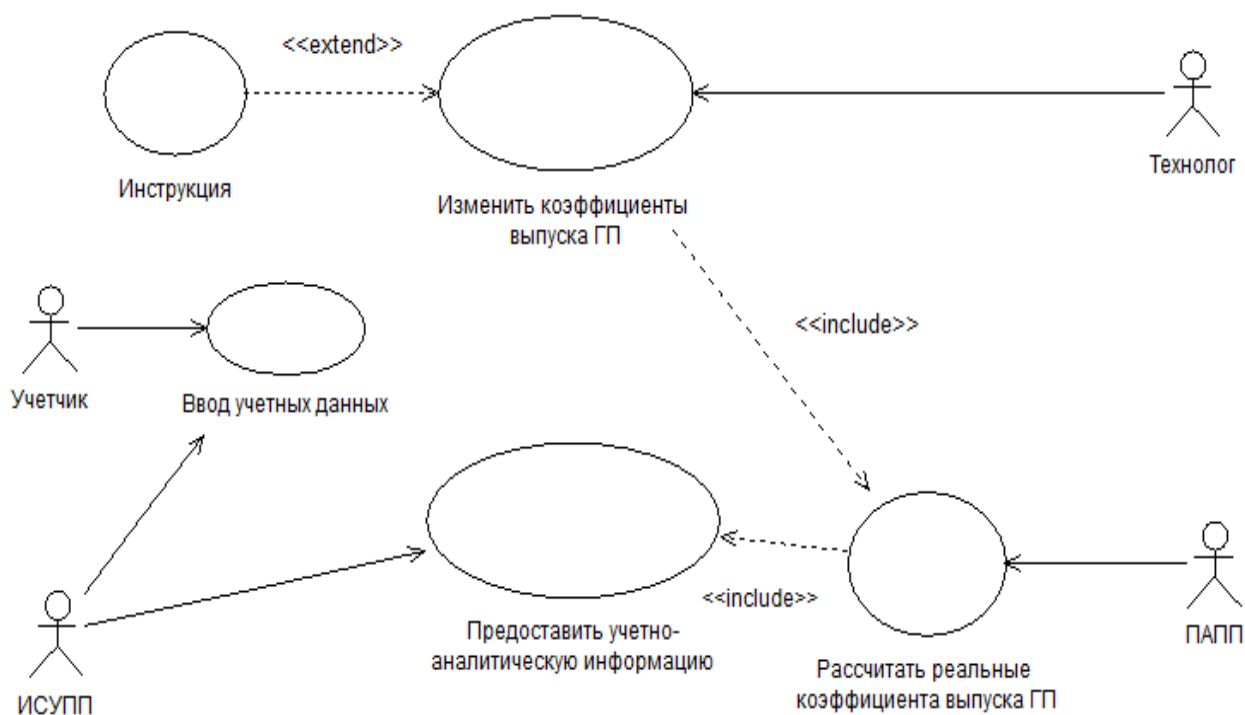


Рисунок 2.9 – Диаграмма вариантов использования ИСУ производством штучного паркета

Диаграмма классов - это тип диаграмм UML, который определяет и предоставляет обзор и структуру системы с точки зрения классов, атрибутов и методов, а также отношений между различными классами.

Она используется для иллюстрации и создания функциональной схемы классов системы и используется в течение всего жизненного цикла разработки ее программного обеспечения.

Иными словами, диаграмма классов в первую очередь предназначена для разработчиков, чтобы обеспечить концептуальную модель и архитектуру разрабатываемой системы.

Диаграмма классов моделирует статическую структуру системы. Он показывает отношения между классами, объектами, атрибутами и операциями.

Диаграмма классов показывает строительные блоки любой объектно-ориентированной системы.

Диаграммы классов изображают статическое представление модели или ее части, описывая ее атрибуты и операции, но не детализируя методы выполнения операций.

Диаграммы классов наиболее полезны для иллюстрации отношений между классами и интерфейсами.

Обобщения, агрегации и ассоциации являются ценными для отражения наследования, состава и связей в объектной модели системы.

На рисунке 2.10 представлена диаграмма классов ИСУ производством штучного паркета.

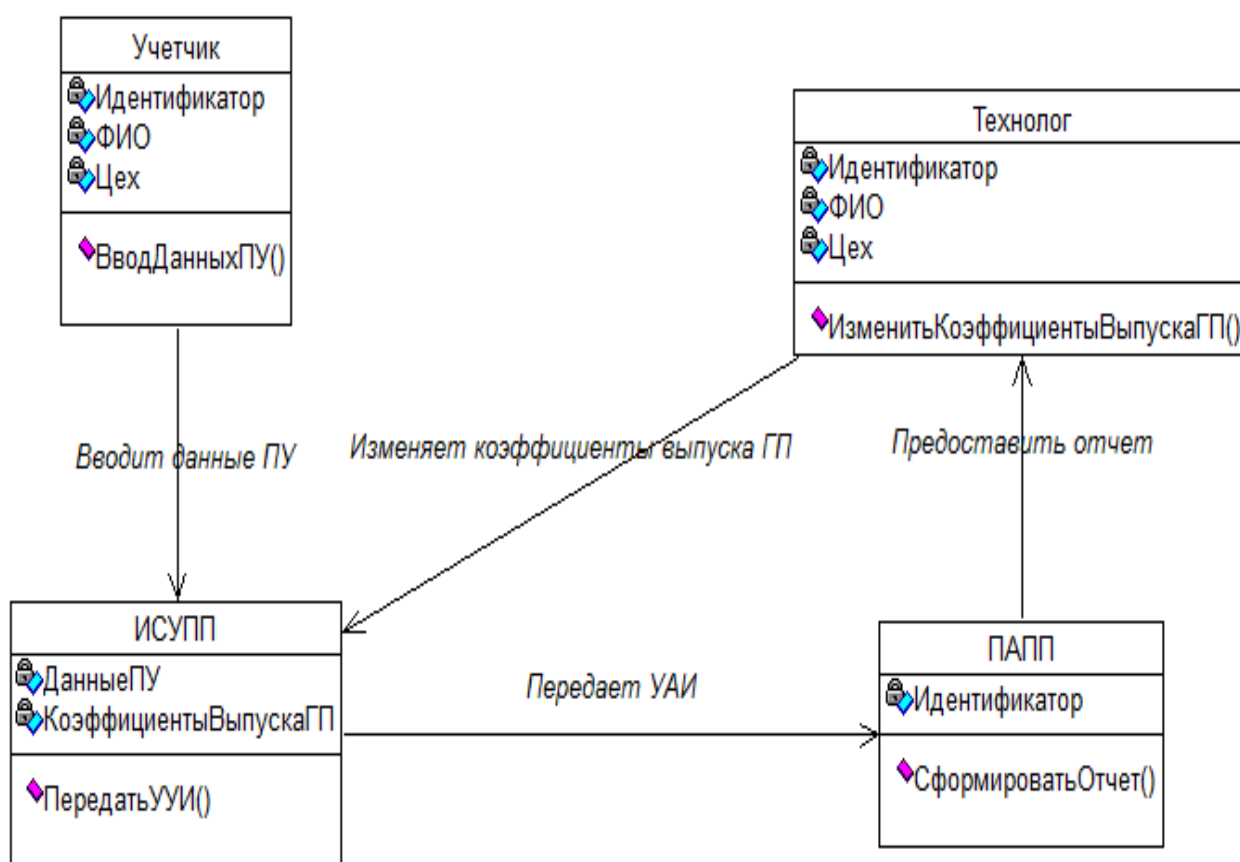


Рисунок 2.10 – Диаграмма классов ИСУ производством штучного паркета

Спецификацию изображенной диаграммы классов имеет вид:

«Учетчик» - класс объектов-учетчиков предприятия. Являются физическими лицами, проводящими инвентаризацию и выполняющими ввод данных производственного учета в ИСУПП;

«Технолог» - класс объектов-технологов предприятия. Являются физическими лицами, принимающие решение об изменении коэффициентов выпуска готовой продукции и обеспечивающие их ввод в ИСУПП;

«ИСУПП» - класс объектов-информационных систем управленческого и производственного учета для паркетного производства;

«ПАПП» – класс объектов-информационных подсистем, обеспечивающих формирование аналитической операционной отчетности для паркетного производства.

Связи между классами – именованные ассоциации.

Диаграмма последовательности UML визуальнo моделируют поток логики в проектируемой системе и обычно используются как для анализа, так и для целей проектирования.

Диаграммы последовательности являются наиболее популярным артефактом UML для динамического моделирования, который фокусируется на определении поведения в системе.

Диаграммы последовательности также, как диаграммы классов и диаграммы вариантов использования являются наиболее важными моделями уровня проектирования для разработки современных бизнес-приложений.

Диаграмма последовательности используется главным образом для отображения взаимодействий между объектами в последовательном порядке, в котором эти взаимодействия происходят.

Сотрудники организации могут использовать диаграммы последовательности для того, чтобы показать, как в данный момент работает бизнес, отражая взаимодействие различных бизнес-объектов.

Помимо документирования текущих задач организации, диаграмма последовательности бизнес-уровня может использоваться в качестве документа требований для будущей реализации системы.

На этапе требований проекта аналитики могут перевести варианты использования на следующий уровень, предоставив более формальный уровень

уточнения. Когда это происходит, варианты использования часто преобразуются в одну или несколько диаграмм последовательности.

Диаграмма последовательности изменения коэффициентов выпуска готовой продукции ИСУ производством штучного паркета приведена на рисунке 2.11.

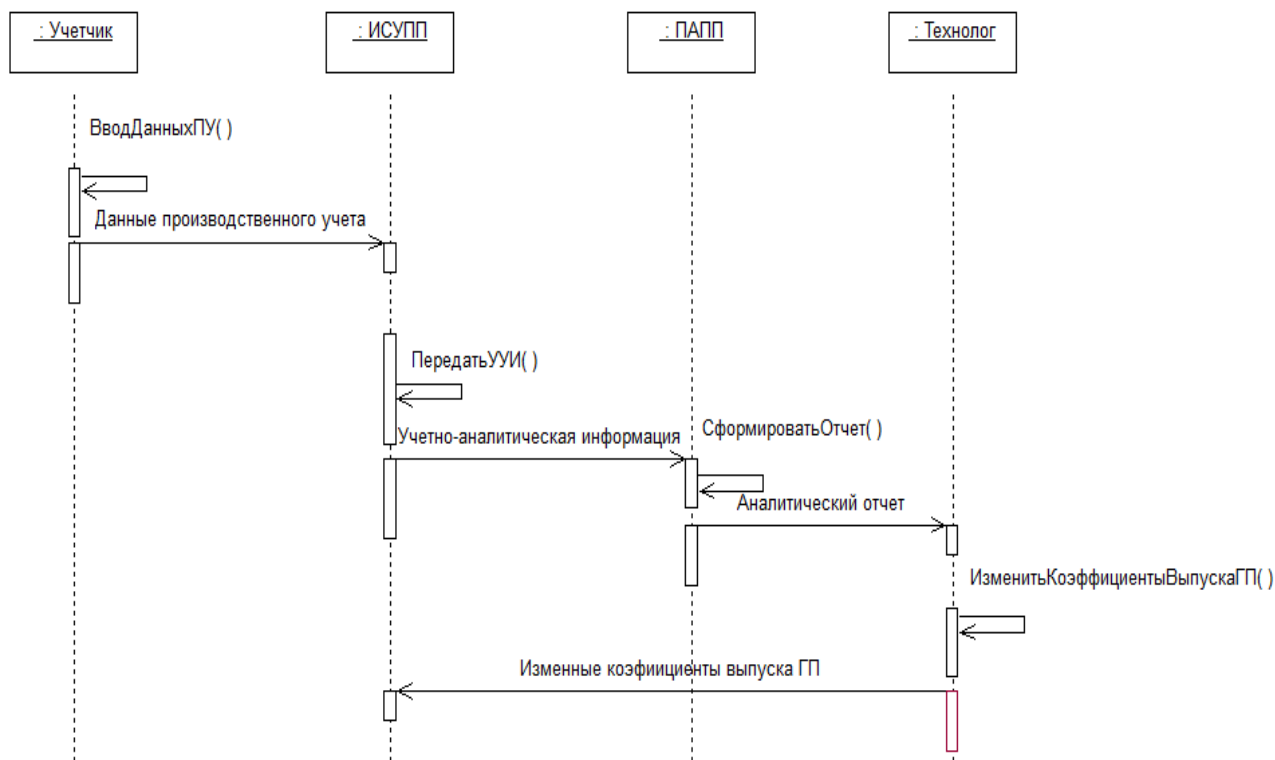


Рисунок 2.11 – Диаграмма последовательности изменения коэффициентов выпуска готовой продукции ИСУ производством штучного паркета

Опишем данный процесс.

Процесс инициализируется объектом «Учетчик», который вводит данные производственного учета в объект «ИСУПП».

Объект «ИСУПП» передает учетно-аналитическую информацию в объект «ПАПП» для формирования отчета.

Объект «ПАПП» формирует аналитический отчет и передает его объекту «Технолог» для принятия решения об изменении коэффициентов выпуска продукции.

Объект «Технолог» принимает решение и передает измененные коэффициенты выпуска готовой продукции «ИСУПП».

Процесс изменения коэффициентов выпуска готовой продукции завершается.

2.2.3 Физическое моделирование информационной системы управления производством штучного паркета

Физический дизайн относится к реальным процессам ввода и вывода системы.

Основное внимание уделяется тому, как данные вводятся в систему, проверяются, обрабатываются и отображаются как выходные данные.

Он создает рабочую систему, определяя спецификацию проекта, которая точно определяет, что делает проектируемая система.

Это касается проектирования пользовательского интерфейса, проектирования процессов и проектирования данных.

Он состоит из следующих этапов:

- указание носителя ввода / вывода, проектирование базы данных и определение процедур резервного копирования;
- планирование внедрения системы;
- разработка плана тестирования и внедрения, а также определение любого нового аппаратного и программного обеспечения;
- обновление затрат, выгод, дат конверсии и системных ограничений.

Физической моделью системы является ее программная реализация.

Как было отмечено выше, для управления производством штучного паркета должна использоваться распределенная ИСУ.

В рассматриваемом контексте под распределенной ИСУ понимается система, состоящая из нескольких территориально распределенных модулей, связанных между собой с помощью средств коммуникации и имеющих единую информационную базу данных.

Как следует из логической модели ИСУ производством штучного паркета, ее ядром является ИСУПП.

По своим функциональным и архитектурным особенностям ИСУПП относится к категории систем оперативной транзакционной обработки информации (OLTP) [12].

В [28] представлен подход к конфигурированию информационных систем управленческого учета для многоэтапного производства, основанный на представлении многоэтапной производственной системы в виде объектно-структурированной модели, элементы которой являются наследниками следующих онтологических классов:

- класс «Агрегат», объекты которого изменяет состояние элемента материального потока (сырье, продукция, документы и т. п.).
- класс «Склад», объекты которых хранят элементы потока материала и регистрируют их движение в процессе производства.
- класс «Контролер», объекты которого проверяют состояние элемента материального потока и управляют его движением по производственному процессу.
- класс «Этап», объекты которого представляют собой комбинации вышеописанных классов (например, «Склад-Агрегат-Склад»).

Данная модель может быть представлена в виде ориентированного графа и достаточно просто описывается с помощью матрицы инцидентности или массива данных

Согласно данному подходу ИСУПП может быть описана с помощью объектно-структурная модели, элементы которой описываются следующим образом:

$$S_i = \langle A_i(C_i, K_i), W_i \rangle, \quad (2.1)$$

где:

- A_i – объект виртуального класса «Агрегат»;
- C_i - коэффициент выпуска продукции (для этапов S_1, S_2, S_5 значение этого коэффициента меньше 1 и для остальных этапов - равно 1);

– K_i - коэффициент перевода в общую единицу измерения количества ТМЦ;

– W_i – объект виртуального класса «Склад», нагруженный остатками ТМЦ.

Так как концепция управленческого учета паркетного производства основана на принципах складского учета, в качестве основного элемента объектно-структурной модели используется виртуальный склад.

Для упрощения построения программной архитектуры ИСУПП на основе описанной модели разработан UML паттерн проектирования виртуального склада (рисунок 2.12) [27].

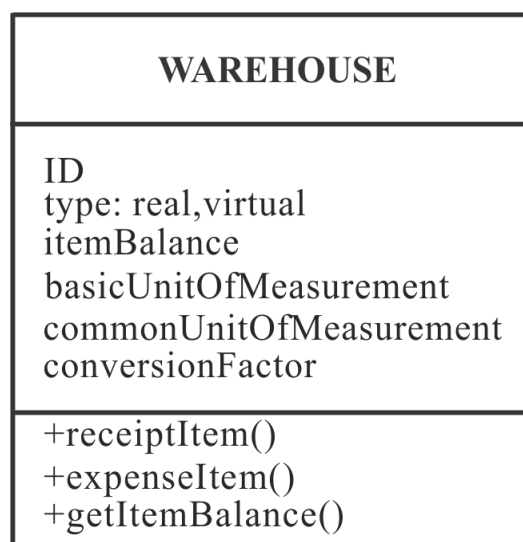


Рисунок 2.12 - Паттерн проектирования «Склад»

Программная архитектура имеет модульную структуру и состоит из подсистем, обеспечивающих реализацию учетной политики предприятия, производящего штучный паркет.

Для организации ведения всех видов управленческого учета в рамках единого процесса производства предложено отнести фризю к категории незавершенного производства.

В этом случае W_F рассматривается как промежуточный склад паркетного производства.

На рисунках 2.13, 214 представлены структурные схемы ИСУПП для отдельного и общего управленческого учета фрезы и штучного паркета, соответственно.

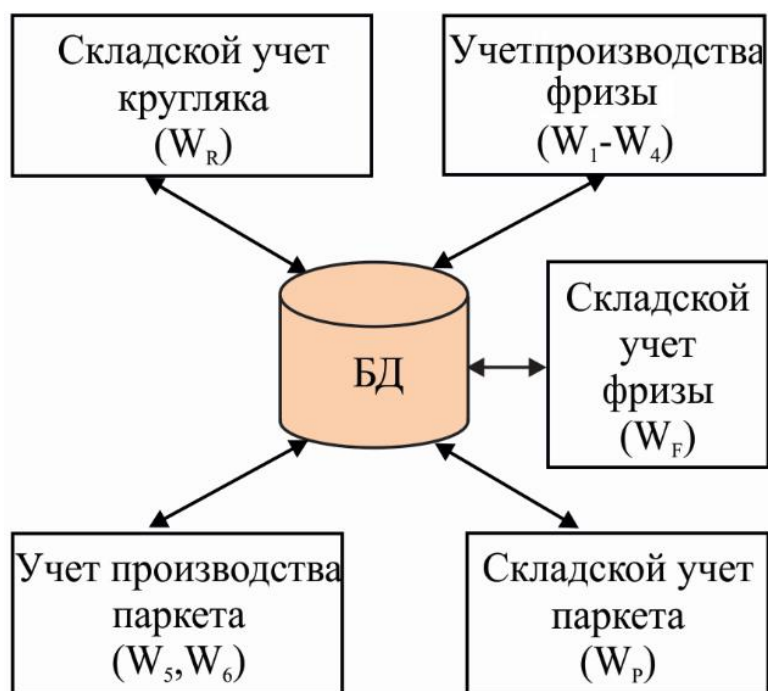


Рисунок 2.13 - Структурная схема ИСУПП штучного паркета для отдельного производственного учета фрезы и штучного паркета

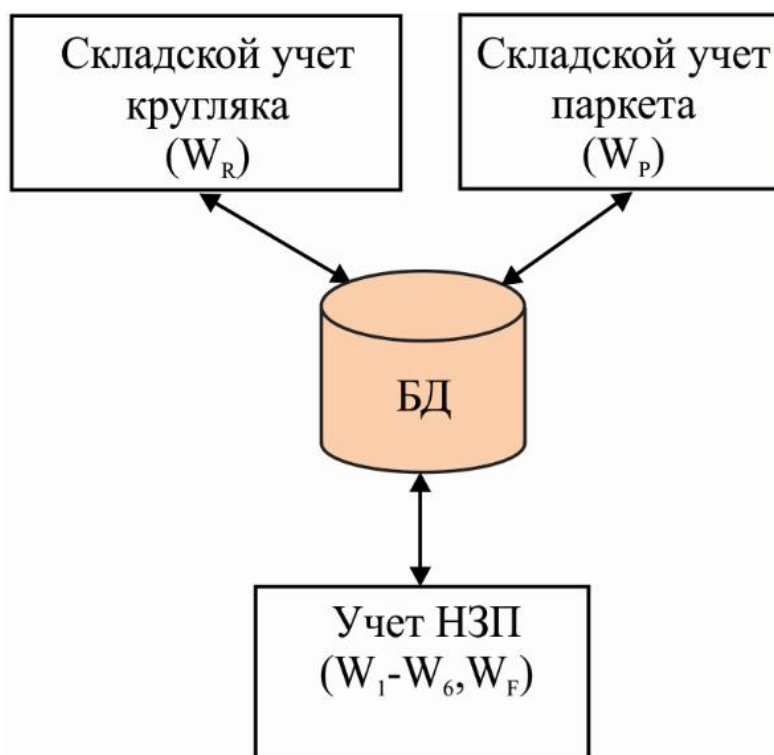


Рисунок 2.14 - Структурная схема ИСУПП штучного паркета для объединенного производственного учета фрезы и штучного паркета

Таким образом, предлагаемое решение ИСУПП обеспечивает информационную поддержку всех основных функций управления производством штучного паркета:

- управление запасами кругляка;
- управление незавершенным производством;
- управление выпуском штучного паркета.

Представленное решение ИСУПП обеспечивает реализацию принятой на предприятии политики производственного учета, формирование номенклатурных номеров ТМЦ по каждой учетной группе и ведение соответствующих журналов операций в единой базе данных.

Выводы по главе 2

1) Ввиду недостаточности работ, связанных с управлением производства штучного паркета, в качестве аналогов разработки использованы информационные системы управления многоэтапными производственными системами, применяемые в деревообрабатывающей промышленности.

2) По функциональности ни одно из рассмотренных в качестве аналога ИТ-решений не отвечает поставленным в работе требованиям, что подтверждает целесообразность разработки новой модели ИСУ производством штучного паркета.

3) В программной инженерии в процессе проектирования информационная система на стадии моделирования представляется в виде комплекса трех моделей: концептуальной, логической и физической.

4) Для концептуального представления информационной системы более важна ее функциональная модель, отражающая описание системы, основанное на функциях, выполняемых ею, абстрагируясь от того, как она их выполняет.

5) Для построения логической модели информационной системы достаточно разработать следующие диаграммы, относящиеся к ядру языка UML:

- диаграмму вариантов использования, отражающую функциональный аспект системы;

- диаграмму классов, отражающую статический аспект системы;
- диаграмму последовательности, отражающую динамический аспект системы.

б) Предлагаемая физическая модель ИСУПП обеспечивает информационную поддержку всех основных функций управления производством штучного паркета.

Глава 3 ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ МОДЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПАРКЕТНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

3.1 Программная реализация информационной системы управления производством штучного паркета

Структурная схема ИСУ производством штучного паркета изображена на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Структурная схема ИСУ производством штучного паркета

В качестве средства реализации ИСУ производством штучного паркета принято решение использовать типовое платформенное ИТ-решение «1С:Учет производства» [20].

Рассмотрим модули данного ИТ-решения (далее – системы), представляющие интерес в контексте исследования.

1) Учет незавершенного производства.

Производственный учет значительно упрощен и позволяет контролировать процесс производства на каждом из его этапов.

Следует обратить внимание на то, что конец месяца и проведение регламентных операций не всегда совпадают с процессом производства, и на конец отчетного периода может иметься незавершенное производство.

Для решения данного вопроса учет в системе дополнен модулем «Инвентаризация незавершенного производства (НЗП)».

Важность данной операции обусловлена тем, что учет незавершенного производства напрямую связан с финансовыми результатами деятельности организации за отчетный период.

Кроме выполнения требований бухгалтерского учета периодическая инвентаризация незавершенного производства позволяет оценить качество производимой продукции, соблюдение его номенклатуры, наличие брака или излишка в производстве.

Сначала создается электронный документ «Инвентаризация незавершенного производства» (рисунок 3.2), предназначенный для учета остатков по подразделениям затрат, а также по счетам учета затрат.

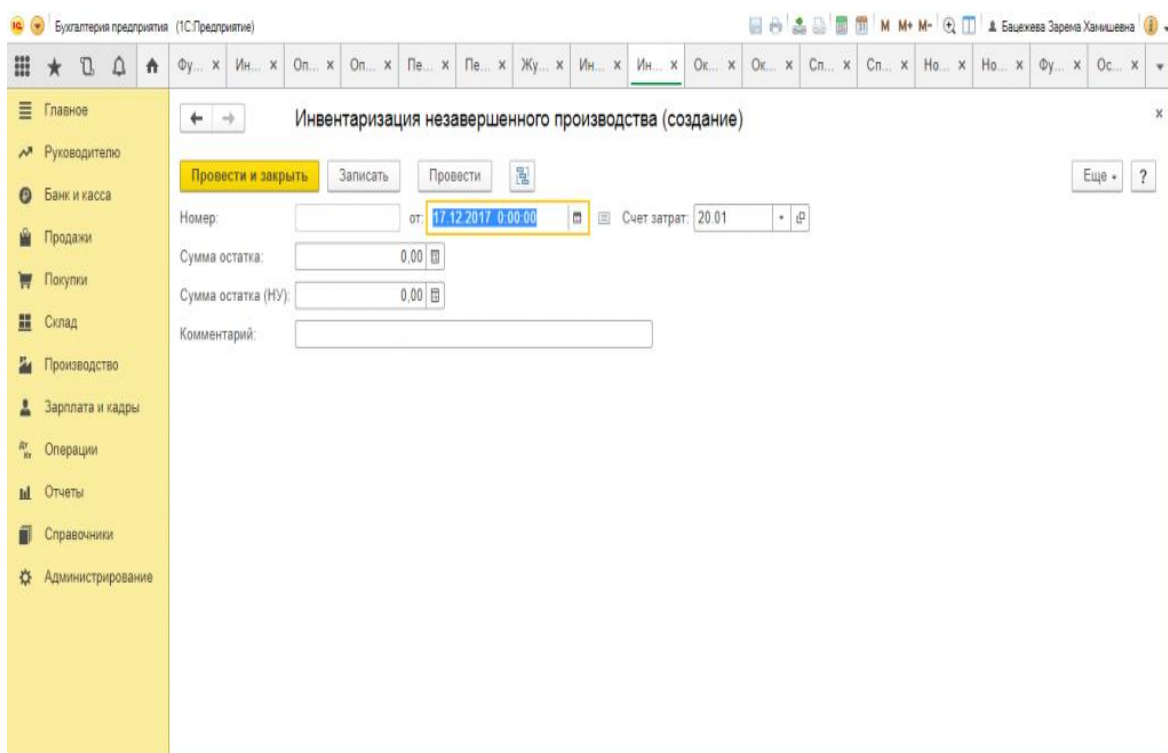


Рисунок 3.2 – Форма редактирования документа «Инвентаризация незавершенного производства»

Далее последовательно заполняются реквизиты документа: номер, дату, сумму остатка в разрезе номенклатурных групп и др.

При формировании себестоимости готовой продукции в ее состав может входить стоимость незавершенного производства прошлого месяца. Важно помнить, что незавершенным производством является продукция, не прошедшая всех стадий (этапов) производства на определенную дату. При учете незавершенного производства задействован модуль «Полуфабрикаты собственного производства».

2) Учет полуфабрикатов собственного производства.

Использование в учете модуля «Полуфабрикаты собственного производства» нужно организациям, установившим выпуск полуфабрикатов в качестве отдельного цикла производства, иные компании ведут учет полуфабрикатов в составе незавершенного производства, таких, как паркетное производство (учет фризы).

Производство полуфабрикатов оформляется документом «Отчет производства за смену», создаваемым в меню «Производство»/«Выпуск продукции» (рисунок 3.3).

N	Продукция	Количество	Цена плановая	Сумма плановая	Счет учета	Номенклатурная группа	Спец.
1	крой дамской сумочки	10,000	30,00	300,00	21	Основная номенклат...	

Рисунок 3.3 – Форма редактирования документа «Полуфабрикаты собственного производства»

Последовательно заполняются поля: счет списания, производственное подразделение, выпустившее полуфабрикат, количество, плановая стоимость и др.

Проведение данного документа является основанием для учета полуфабрикатов на складе.

На рисунке 3.4 представлена логическая модель данных системы.

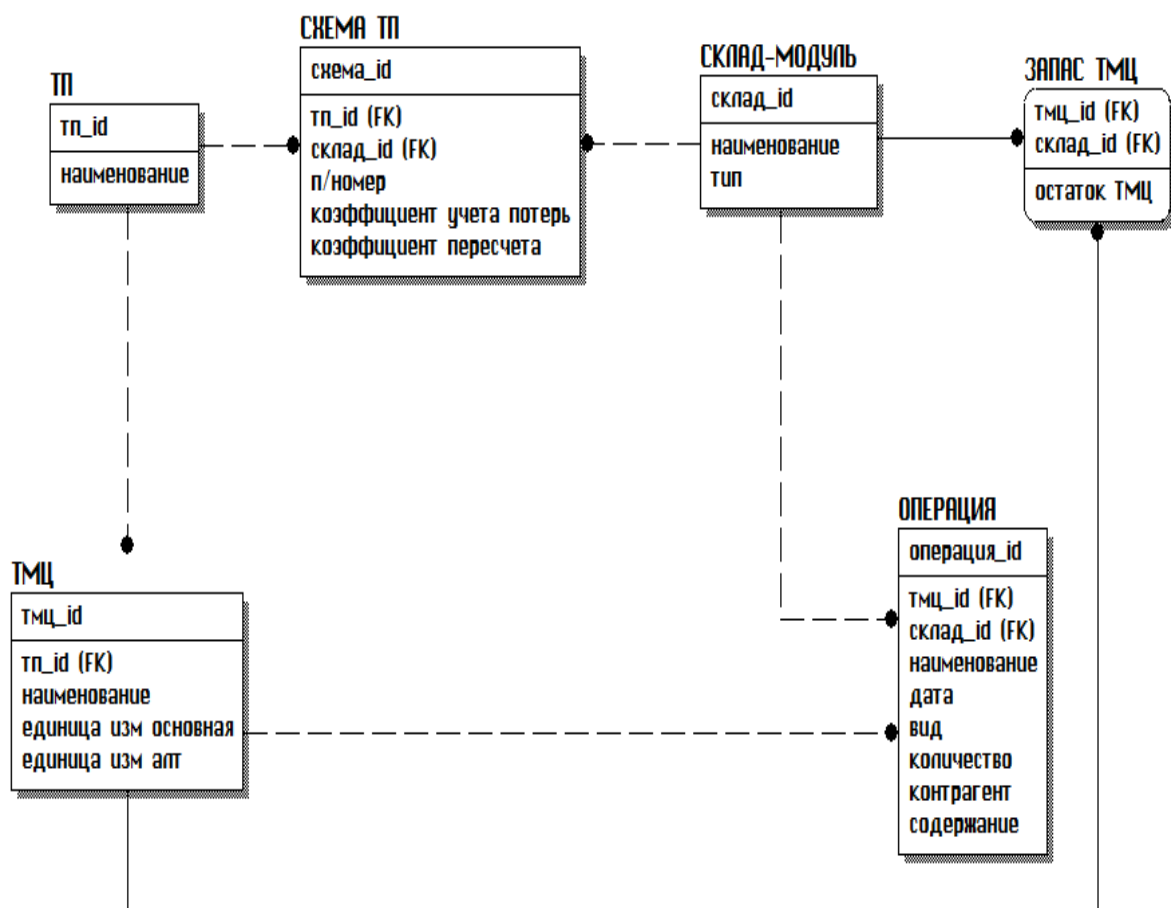


Рисунок 3.4 – Логическая модель данных ИСУ производством штучного паркета

В качестве сервера баз данных рекомендуется использовать бесплатно-распространяемую СУБД PostgreSQL [21].

Применение технологической платформы «1С: Предприятие 8.3» позволит решить такие важные задачи, как реализация распределенного ИТ-решения и адаптация ИСУ к специфике производства штучного паркета на конкретном предприятии.

3.2 Верификация и валидация модели информационной системы управления производством штучного паркета

Валидация данных информационной системы - это процесс проверки достоверности и полноты ее выходных данных для принятия управленческих решений.

Верификация информационной системы представляет собой доказательство возможности ее использования в качестве компьютерной модели реальной системы на основе максимального сходства с последней.

Данные процедуры используются для проверки адекватности разработанной модели ИСУ производством штучного паркета системы.

При разработке ИСУ принято во внимание, что управление паркетным производством реализовано с помощью следующих функций:

- управление запасами кругляка;
- управление незавершенным производством;
- управление выпуском штучного паркета.

В таблице 3.1 представлен жизненный цикл готовой продукции паркетного производства - штучного паркета.

Таблица 3.1 - Жизненный цикл штучного паркета

Состояние	Описание
1	Кругляк
2	Фриза
3	Штучный паркет

В процессе проведения учетных операций используются следующие документы:

- приходный ордер, отражающий факт прихода ТМЦ на склад;
- расходная накладная, отражающая факт отпуска ТМЦ со склада;
- маршрутный лист, отражающий движение НЗП в производственном процессе;

– спецификация, сопровождающая готовую продукцию при ее поступлении на склад.

Для работы с ИСУ были созданы роли пользователей, представленные в таблице 3.2

Таблица 3.2 - Роли пользователей ИСУ

Наименование роли	Функции
Технолог	построение и калибровка моделей учета незавершенного производства
Учетчик	ведение учета незавершенного производства и готовой продукции на выходе технологического процесса
Кладовщик	ведение учета ТМЦ на складах сырья и готовой продукции

Назначение ролей пользователям осуществляется системным администратором с помощью механизма управления учетными записями.

Источниками данных для реализации функций управления ИСУ являются регистры данных производственного учета, классификаторы и справочники.

Введение жестко организованной структуры номенклатуры номеров позволяет осуществлять производственный учет штучного паркета в разрезе единых аналитических групп (таблица 3.3).

Таблица 3.3 - Структура номенклатурного номера ТМЦ (20 зн.)

Раздел	Количество знаков
вид изделия	3
сорт древесины	3

артикул	4
распил	2
селекция	4
типоразмер	3
резервный знак	1

Основным справочником системы является справочник схем технологических процессов.

Справочник схем технологических процессов содержит список технологических маршрутов, разработанных в соответствии с технологической документацией, используемой на предприятии.

Как было отмечено выше, каждый этап (передел) паркетного производства моделируется в виде виртуального склада (программного объекта, с которым могут выполняться операции стандартного складского учета).

Следует учесть, что один и тот же склад может использоваться в различных технологических схемах на различных позициях.

В таблице 3.4 приведен пример справочника технологических процессов паркетного производства.

Таблица 3.4 – Справочник технологических процессов паркетного производства (материал – клен)

Номер этапа в ТП	Наименование этапа	Коэффициент выпуска ГП	Единица измерения
1	Калибровка фризы	1.0	шт
2	Изготовление паркета	0.975	шт
3	Сортировка и упаковка паркета	1.0	кв. м

Моделирование технологического процесса производится на основе в соответствии с алгоритмом, представленным на рисунке 3.5.

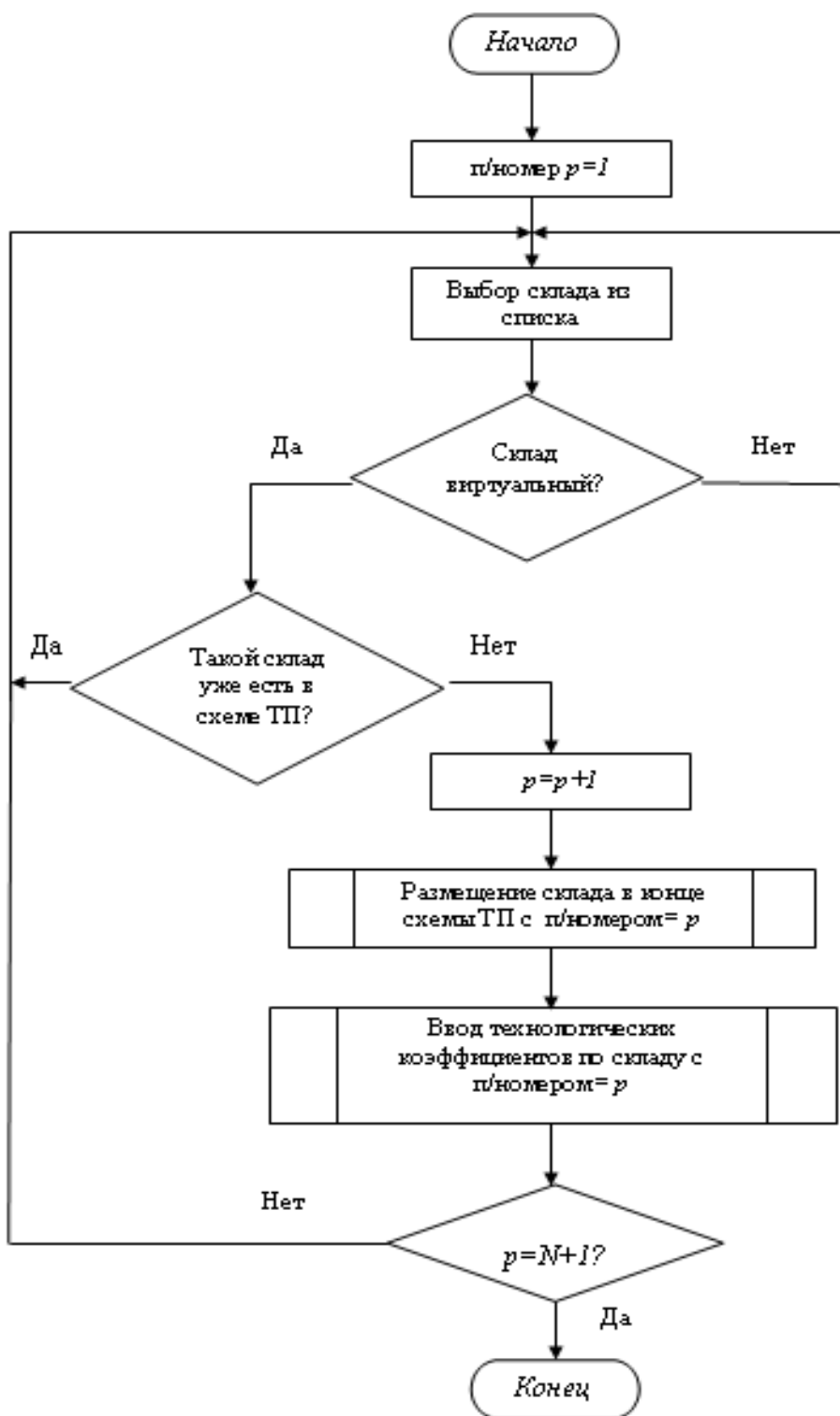


Рисунок 3.5 - Блок-схема алгоритма моделирования технологического процесса

Учет НЗП может выполняться в двух режимах, устанавливаемых с помощью подсистемы сервиса и настройки:

– режим автодвижения, при котором приходы и расходы ТМЦ на переделах технологического процесса автоматически рассчитываются согласно алгоритму, приведенному на рисунке 3.6.

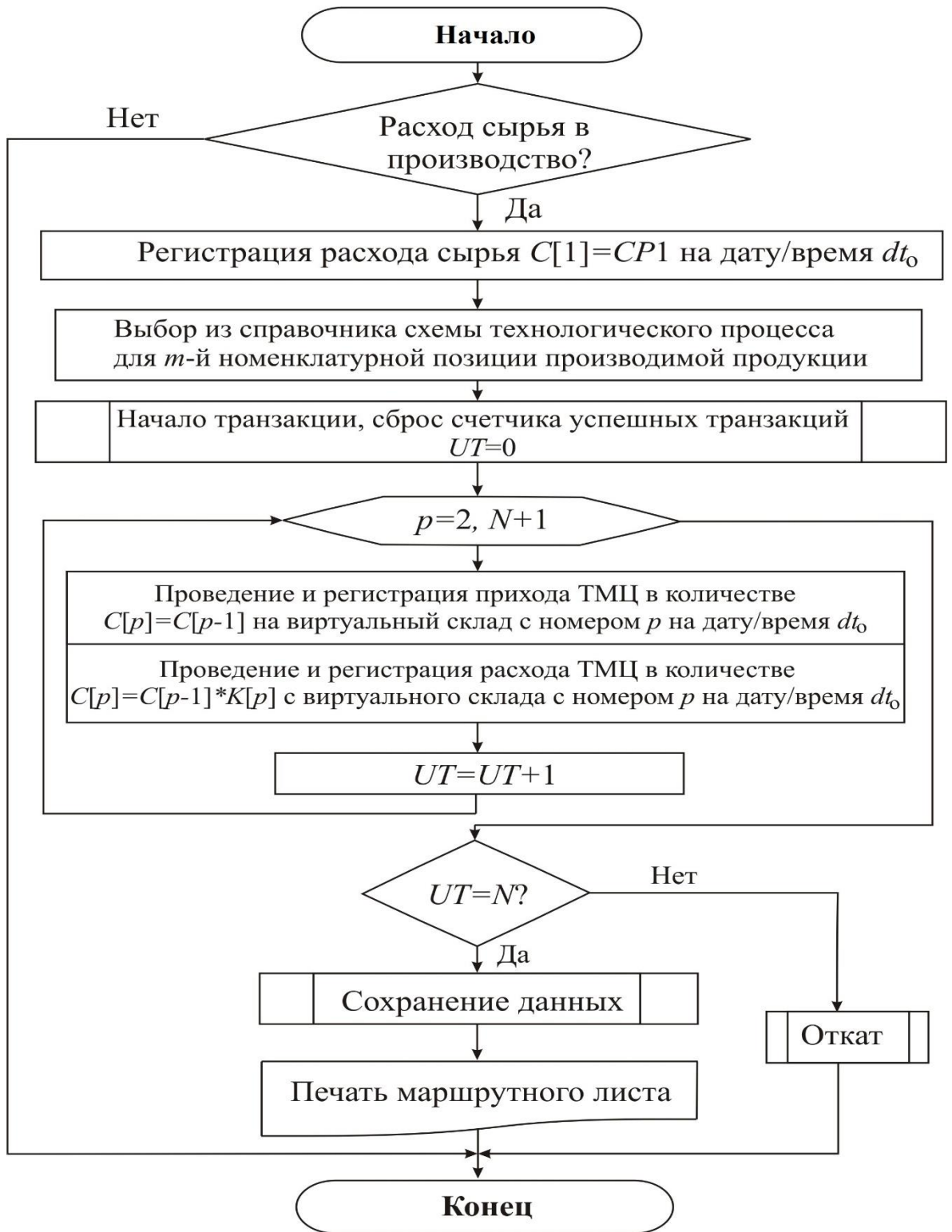


Рисунок 3.6 - Блок-схема алгоритма учета незавершенного производства

– режим стандартного складского учета.

Для каждого реального и виртуального склада технологического процесса справедливо стандартное уравнение материального баланса:

$$B_t^{(n)} = K(B_{t-1}^{(n)} + R_t^{(n)} - E_t^{(n)}) \quad t = \overline{1, T}, \quad (3.1)$$

где:

- n - номенклатурный номер ТМЦ;
- $B_t^{(n)}$ - остатки ТМЦ на конец отчетного периода t ;
- $B_{t-1}^{(n)}$ - остатки ТМЦ на начало отчетного периода t ;
- $R_t^{(n)}$ - приходы ТМЦ в отчетном периоде t ;
- $E_t^{(n)}$ - расходы ТМЦ в отчетном периоде t ;
- K – коэффициент пересчета в общую единицу измерения (учета).

Как правило, коэффициент перевода K определяется на основе геометрических характеристик паркетной планки, например, площади и объема.

Так, для паркетных планок типоразмера 350x70x15 (мм) коэффициенты перевода соответственно равны 0.0245 м²/шт и 0.0003675 м³/шт.

Валидация выходных данных ИСУПП осуществляется путем сравнения их с фактическими данными, полученными на основании результатов физической инвентаризации на реальных (W_R , W_F и W_P) и виртуальных складах (W_1 - W_6) производственного процесса в конце рабочего дня.

По результатам инвентаризации формируется маршрутный лист технологических потерь (рисунок 3.7).

Маршрутный лист № 00021 Дата: 01.03.2019											
Изделие Штучный паркет											
Типомер: 350x70x15 (мм)											
Материал: Клен											
Поставщик сырья: ООО "Фриза"											
Этап / ед. изм.				Этап / ед. изм.				Этап / ед. изм.			
Калибровка фризы,шт				Изготовление паркета,шт				Сортировка и упаковка паркета,кв.м			
Приход	Расход	КВ	Откл	Приход	Расход	КВ	Откл	Приход	Расход	КВ	Откл
1000	1000	1,00	0,00	1000	800	0,80	0,18	19,6	19	0,97	0,03

Рисунок 3.7 - Маршрутный лист технологических потерь

Если расхождение между реальными и нормативными показателями превышает допустимое значение (например, на этапы изготовления паркета отклонение превысило 10% от нормы), Технологом выполняется процедура изменения коэффициентов выпуска готовой продукции для конкретной номенклатурной позиции

В программном комплексе реализованы функции формирования и печати внутренних аналитических отчетов учета материальных потоков, таких как развернутая ведомость остатков и карточка учета движений ТМЦ по складам и этапам паркетного производства.

Пример гистограммы, представляющей итоги выпуска штучного паркета по видам селекции древесины, представлен на рисунке 3.8.

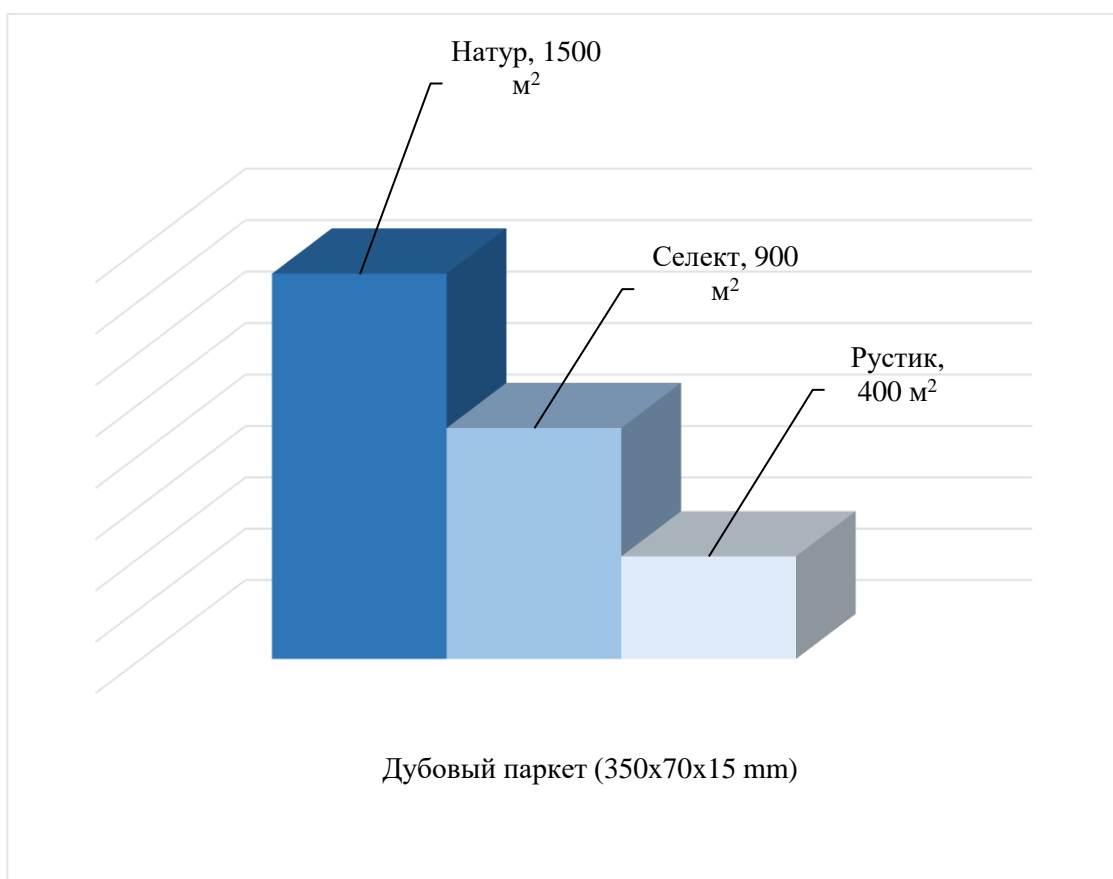


Рисунок 3.8 - Пример гистограммы итогов выпуска штучного паркета по видам селекции древесины

Верификация программного обеспечения ИСУ производством штучного паркета выполнена путем сравнения функциональности модели системы с

описанием типового ИТ-решения «1С:Учет производства», на платформе которого разработана ИСУ.

Результаты верификации приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Результаты верификации программного обеспечения ИСУ производством штучного паркета *

Функция	Тиражируемое решение	Предлагаемая ИСУ	Новые возможности
Управление запасами кругляка	1	2	Разработан модуль управления расходом кругляка в производство в разрезе поставщиков и сортности
Управление незавершенным производством	1	2	Разработан модуль учета фрезы как незавершенного производства
Управление выпуском штучного паркета	1	2	Разработан модуль управления процессом сортировки паркета в соответствии с используемой на предприятии классификацией по видам распила и селекции
Формирование аналитической отчетности	1	2	Разработаны новые аналитические отчеты, обеспечивающие поддержку принятия решений технологами предприятия.
Возможность адаптации к специфике производства штучного паркета в конкретной организации	2	2	-
Распределенная архитектура	2	2	-

Простота интеграции с КИС предприятия	2	2	-
Сумма баллов:	10	14	

*Для сравнения систем используется двухбалльная оценочная шкала:

0 – несоответствие или отсутствие;

1 – частичное соответствие требованиям;

2 – полное соответствие требованиям.

Представленные результаты подтверждают соответствие комплекса моделей, на основе которого реализована ИСУ, целям управления производством штучного паркета.

3.3 Тестирование программного обеспечения информационной системы управления

Для проведения тестирования ИСУ производством штучного паркета разработаны программа и методика.

Программа и методика тестирования ИСУ производством штучного паркета

1. Объект тестирования

Объектом тестирования является программное обеспечение (ПО) ИСУ производством штучного паркета.

Предъявляемое для тестирования ПО должно быть представлено в составе, достаточном для проведения полнофункционального тестирования в соответствии с настоящими программой и методикой тестирования.

2. Цель тестирования

Целью тестирования ПО ИСУ производством штучного паркета является:

– проверка ПО ИСУ производством штучного паркета на соответствие утвержденному проекту разработки и внедрения ИСУ;

- проверка работоспособности ПО ИСУ производством штучного паркета и выявление возможных ошибок;
- проверка качества интерфейса пользователя ПО ИСУ производством штучного паркета;
- проверка качества информационного обмена между модулями ПО ИСУ производством штучного паркета.

3. Общие положения

Настоящая программа и методика тестирования ПО ИСУ производством штучного паркета предназначены для Программиста 1с8 (далее – Программиста) и Технолога паркетного производства (далее - Технолога) для проведения ими тестирования ПО ИСУ производством штучного паркета. Тестирование ПО ИСУ производством штучного паркета в Управлении главного технолога предприятия.

Тестирование ПО ИСУ производством штучного паркета проводит Программист при участии Технолога.

4. Методика тестирования

Тестирование ПО ИСУ производством штучного паркета проводится с помощью автоматизированного тестирования (рисунок 3.9).



Рисунок 3.9 - Схема процесса автоматизированного тестирования ИСУ производством штучного паркета

Автоматизированное тестирование основано на использовании специального ПО для контроля выполнения тест-кейсов и сравнения фактических результатов с прогнозируемыми результатами.

В процессе автоматизированного тестирования используются два вида клиентских приложений – менеджер тестирования и клиент тестирования (рисунок 3.10).

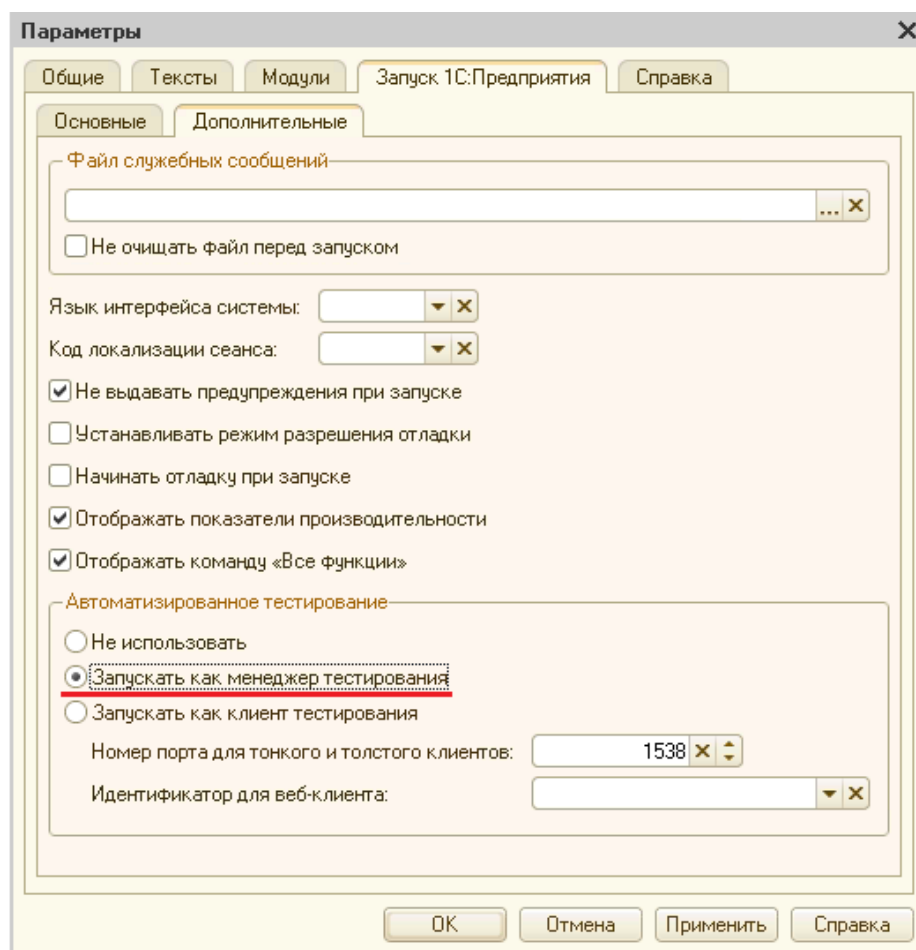


Рисунок 3.10 – Окно запуска менеджера тестирования

Менеджер тестирования устанавливает связь с клиентом тестирования и выполняет тест-кейсы.

5. Оформление результатов тестирования

По результатам тестирования составляется протокол тестирования по установленной форме (таблица 3.6).

Таблица 3.6 - Протокол тестирования ПО ИСУ производством штучного паркета

Номер этапа	Описание	Результат тестирования	Рекомендации	Примечание
1.	проверка ПО на соответствие утвержденному проекту разработки и внедрения системы	соответствует		
2.	проверка работоспособности ПО и выявление возможных ошибок	существенных ошибок не обнаружено		
3.	проверка качества интерфейса пользователя ПО	соответствует требованиям		
4.	проверка качества информационного обмена между отдельными модулями ПО	соответствует требованиям		

Протокол тестирования утверждается Главным технологом предприятия.

3.4 Оценка эффективности информационной системы управления производством штучного паркета

Для оценки эффективности ИСУ производством штучного паркета используем методику, описанную в работе [4].

В качестве показателя эффективности ИСУ производством штучного паркета используем показатель эффективности управления, под которой понимается степень полезности отдачи от выполнения функции управления разработанной ИСУ.

Рассматривается несколько определений эффективности управления, такие, как целевая эффективность управления, функциональная эффективность управления и экономическая эффективность управления.

В конкретном случае наиболее целесообразным представляется использование понятия функциональной эффективности управления, показатель которой может быть рассчитан с помощью следующей формулы:

$$K_{\text{эу}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{yi}}{n}, \quad (3.2)$$

где:

n - количество функций управления, реализуемых ИСУ;

P_{yi} - вероятность выработки ИСУ эффективного управляющего воздействия при реализации i -й функции управления.

Предлагаемая модель ИСУ выполняет 3 функции управления производством штучного паркета:

- управление запасами кругляка;
- управление незавершенным производством;
- управление выпуском штучного паркета.

Единственной функцией, для которой очень важно предотвратить негативное влияние человеческого фактора, – это изменение коэффициентов выпуска готовой продукции, обеспечивающее снижение непредвиденных потерь незавершенного производства.

В этом случае значение показателя функциональной эффективности управления будет равно:

$$K_{\text{эу}} = 2/3 = 0.67$$

Таким образом, коэффициент эффективности управления ИСУ производством штучного паркета $K_{эу} > 0.5$, что свидетельствует о высокой функциональной эффективности управления предлагаемой системы.

Выводы по главе 3

1) В качестве средства реализации ИСУ производством штучного паркета принято решение использовать типовое платформенное ИТ-решение «1С:Учет производства».

2) Применение технологической платформы «1С: Предприятие 8.3» позволило решить такие важные задачи, как реализация распределенного ИТ-решения и адаптация ИСУ к специфике производства штучного паркета на конкретном предприятии.

3) Результаты валидации данных, верификации и тестирования подтвердили соответствие программного обеспечения ИСУ целям управления производством штучного паркета.

4) Расчет коэффициента эффективности управления подтвердил высокую функциональную эффективность реализованной на основе представленного в работе комплекса моделей ИСУ производством штучного паркета.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью магистерской диссертации является разработка комплекса моделей информационной системы управления паркетным производством, обеспечивающей повышение эффективности данного производства.

Выполненные в работе научные исследования представлены следующими основными результатами:

1. Произведен анализ подходов к управлению паркетным производством, который подтвердил недостаточность работ в этой области и актуальность темы исследования.

2. Произведен обзор и анализ существующих ИТ-решений информационных систем управления паркетным производством, который подтвердил целесообразность разработки комплекса моделей ИСУ паркетным производством.

3. Разработан комплекс моделей ИСУ паркетным производством. Данный комплекс включает в себя концептуальную, логическую и физическую модели системы. В процессе разработки моделей использованы методы управления многоэтапными производственными системами, объектно-структурный и объектно-ориентированный подходы к моделированию информационных систем.

4. На основе предлагаемого комплекса моделей произведена реализация ИСУ паркетным производством. Система реализована на базе типового ИТ-решения «1С: Управление производством 8».

Верификация и валидация ИСУ подтвердили ее эффективность. Как показали расчеты, функциональная эффективность ИСУ равна 0.67, что соответствует требованиям, предъявляемым к системам управления производством.

Таким образом, в работе решена актуальная научно-практическая проблема разработки комплекса моделей ИСУ, обеспечивающей эффективное управление паркетным производством.

Значение диссертационной работы определяется тем, что в ее рамках исследованы возможности повышения эффективности паркетного производства благодаря использованию предлагаемого комплекса моделей ИСУ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Нормативно-правовые акты

1. ГОСТ 862.1-85 Изделия паркетные. Паркет штучный. Технические условия.

2. ГОСТ 34.601-90 Разработка информационной системы управления.

Научная и методическая литература

3. Алексеев И.А. Методологические подходы к управлению сервисными подразделениями / С.С. Никитин, И.С. Алексеев // Сборник докладов V Международной научно-практической конференции (школы-семинара) молодых ученых «Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук». – Тольятти: ТГУ, 2019.

4. Вдовин В.М. Предметно-ориентированные экономические информационные системы: Учебное пособие / В. М. Вдовин, Л. Е. Суркова, А. А. Шурупов. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2013. — 388 с.

5. Друри К. Управленческий и производственный учет : учебный комплекс / К. Друри. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 1423 с.

6. Миротин Л.Б. Логистические цепи сложно-технологических производств: учебное пособие / Л.Б. Миротин, В.А. Корчагин, С.А. Ляпин, А.Г. Некрасов. – М.: Издательство «Экзамен», 2005. –288 с.

7. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами / Д.А. Новиков. - М.: МПСИ, 2005. – 584 с.

8. Справочник мастера деревообработки / Бокщанин Ю. Р., Квятковская А. П., Лашманов В. И. и др. // Под ред. Ю. Р. Бокщанина. — М.: Лесная промышленность, 1987. — 280 с.

Электронные ресурсы

9. 1С: Предприятие 8 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://v8.1c.ru> (дата обращения 15.03.2019 г.).

10. 1С:Управление деревообрабатывающим предприятием. Модуль для 1С:ERP и 1С:КА2 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://solutions.1c.ru/catalog/woodwork-erp/features> (дата обращения 15.03.2019 г.).

11. Грекул В. И. Проектирование информационных систем. Курс лекций [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям в области информационных технологий / В. И. Грекул, Г. Н. Денищенко, Н. Л. Коровкина. — Москва, Саратов : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Вузовское образование, 2017. — 303 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67376.html> (дата обращения 15.03.2019 г.).

12. Информационные системы и технологии в экономике и управлении. Экономические информационные системы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. В. Акимова, Д. А. Акимов, Е. В. Катунцов, А. Б. Маховиков. — Саратов : Вузовское образование, 2016. — 172 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47675.html> (дата обращения 15.03.2019 г.).

13. Как производят паркет [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://blog.m-dec.ru/parket/eksklyuziv-kak-proizvodyat-parket-my-pronikli-na-parketnyy-zavod/> (дата обращения 15.03.2019 г.).

14. Киселева Т. В. Программная инженерия. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. В. Киселева. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. — 137 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69425.html> (дата обращения 15.03.2019 г.).

15. Классификация и специфицирование требований (RUP) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.intuit.ru/studies/courses/2188/174/lecture/4726?page=2> (дата обращения 15.03.2019 г.).

16. Мейер Б. Объектно-ориентированное программирование и программная инженерия [Электронный ресурс] / Б. Мейер. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Эр Медиа, 2019.

— 285 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79706.html> (дата обращения 15.03.2019 г.).

17. Конфигурация «Пилорама» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.prostoysoft.ru/Pilorama.htm> (дата обращения 15.03.2019 г.).

18. Производство паркетных планок [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.houseparket.ru/proizvodstvo-parketnyh-planok/> (дата обращения 15.03.2019 г.).

19. Производство штучного паркета и массивной доски [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.profi-parket.ru/proizvodstvo-parketa/> (дата обращения 15.03.2019 г.).

20. Учет производства в 1С 8 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://wiseadvice-it.ru/o-kompanii/blog/articles/uchet-proizvodstva-v-1s-8/> (дата обращения 15.03.2019 г.).

21. Панченко И. PostgreSQL: вчера, сегодня, завтра [Электронный ресурс]. - Режим доступа: / И. Панченко <https://www.osp.ru/os/2015/03/13046900/> (дата обращения 15.03.2019 г.).

22. Экспресс-курс по производственному учету в 1С:УПП [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://fs.kursy1c.ru/free/5steps/agness-5steps-p1/5s2c_BookFull.pdf (дата обращения 15.03.2019 г.).

23. Block Diagram [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.smartdraw.com/block-diagram/#blockDiagramTypes> (дата обращения 15.03.2019 г.).

Литература на иностранном языке

24. Olive A. “Conceptual Modeling of Information Systems”, 2007.

25. Grladinović T., Oblak L. and Hitka M. “Production management information system in wood processing and furniture manufacture”, *Drvna Industrija* 2007, vol. 58(3), pp. 141-146.

26. Hauslmayer H., Gronalt M. and Teischinger A. “Mass customized production and design processes for the parquet flooring industry“ in COST Action E53 Quality Control for Wood and Wood Products Conference, 2007.

27. Larman C. “Applying UML and patterns: An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and Iterative Development”, (New Jersey: Prentice Hall), 2004, p. 736.
28. Mkrtichev S.V., Ochepovsky A.V. and Enik O.A. “Configuration of management accounting information system for multi-stage manufacturing”, J. Phys.: Conf. Ser. 2018, 1015, 042039.
29. Muckstadt J.A. and Roundy R.O. “Analysis of multistage production systems”, Graves S. C., Rinooy Kan A.H. G., Zipkin P. H. eds. Logistics of Production and Inventory (Amsterdam: North-Holland), 1993, pp. 59–131.
30. Wang J.X. and Wang D. “Application of mathematical modeling in management accounting”, Italian Journal of pure and applied mathematics, 2017, n. 3.