

На правах рукописи



СМИРНОВ АРТЁМ АЛЕКСЕЕВИЧ

**ИНСТРУМЕНТАРИЙ УПРАВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫМИ
РЕСУРСАМИ В БЕРЕЖЛИВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ
МАШИНОСТРОЕНИЯ**

Специальность 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством
(экономика, организация и управление предприятиями, отраслями,
комплексами: промышленность)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Санкт-Петербург – 2022

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Научный руководитель: доктор экономических наук, профессор
Кобзев Владимир Васильевич

Официальные оппоненты: **Евдокимова Елена Николаевна**
доктор экономических наук, доцент,
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Рязанский государственный радиотехнический
университет имени В.Ф. Уткина», заведующий
кафедрой экономики, менеджмента и организации
производства

Шкарупета Елена Витальевна
доктор экономических наук, профессор,
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический
университет», профессор кафедры цифровой и
отраслевой экономики

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Уральский федеральный университет имени
первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Защита состоится «10» октября 2022 года в 14:00 часов на заседании объединенного диссертационного совета Д 999.056.02 на базе ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО» по адресу: 195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29, III учебный корпус, ауд. 506.

С диссертацией можно ознакомиться в Фундаментальной библиотеке СПбПУ и на сайте ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» <http://www.spbstu.ru/science/defences.html>, в библиотеке и на сайте ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО» <http://fppo.ifmo.ru>.

Автореферат разослан «___» _____ 2022 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор экономических наук, доцент

О.В. Калинина

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Актуальность темы обусловлена тем, что в условиях инновационной рыночной экономики для предприятий машиностроения одним из основных факторов конкурентоспособности становится экономическая эффективность производства и реализации продукции. Освоение ресурсосберегающих технологий в производстве и эффективные системы учета ресурсов, в частности, материальных, позволяют повышать эффективность операционной деятельности предприятия и обеспечивать устойчивое развитие на перспективу. Для принятия стратегических и оперативных управленческих решений менеджменту предприятия требуется своевременная информация о значениях показателей деятельности предприятия, о местах и причинах отклонения от запланированных значений.

При организации раскроя материалов на машиностроительном предприятии перед менеджерами стоит задача увеличения коэффициента использования материала с целью снижения операционных затрат, оптимизации структуры затрат, увеличения чистого дохода, что является частью организации бережливого производства. Для эффективного решения подобных задач требуется современный инструментарий управления материальными ресурсами на предприятии машиностроения.

Степень научной разработанности проблемы. На машиностроительных предприятиях вопросы рационального раскроя материалов относятся к задачам управления материальными ресурсами, так как влияют на изменение показателей деятельности предприятия. Управление материальными ресурсами включает множество процессов, связанных с бережливым производством, которое направлено на устранение возникающих потерь в потоках создания ценности для потребителя и с управленческим учетом, который необходим для принятия обоснованных и своевременных решений менеджерами предприятия.

Рациональный раскрой промышленных материалов осуществляется на основе алгоритмов рационального раскроя, которые широко рассмотрены отечественными и зарубежными исследователями: Ю.И. Валиахметова, Г. Вашер, Х. Дайкхофф, В.А. Залгаллер, Л.В. Канторович, В.М. Картак, В.В. Новожилов, Э.А. Мухачева, А.А. Петунин, И.В. Романовский, Ю.Г. Стоян, А.С. Филиппова, Х. Хаубнер, Х. Шуман и другие. Вопросами рационального раскроя занимается специальная группа ESICUP (Euro Special Interest Group on Cutting and Packing), научная школа в г. Уфе.

Исследования, посвященные развитию бережливого производства отражены в трудах зарубежных авторов: Дж. Вумек, Э. Деминг, Д. Джонс, М. Имаи, К. Исикава, Дж. Крафчик, Дж. Лайкер, Т. Оно, С. Синго и другие. В России вопросы бережливого производства раскрыты в работах Ю.П. Адлера, Э.Э. Березовского, В.Е. Болтрукевича, В.В. Глухова, Н.С. Давыдовой, В.В. Кобзева, В.А. Лapidуса, В.М. Макарова, К.О. Сафроновой, О.Г. Туровца, В.Л. Шпера и других исследователей. Вопросы цифровой трансформации промышленности и производственных процессов, в том числе на основе внедрения бережливых технологий, изучались российскими авторами:

С.В. Амелиным, А.В. Бабкиным, В.Л. Василенком, А.А. Горовым, В.Н. Родионовой, И.В. Ершовой, Е.Н. Евдокимовой, М.А. Макаrenchенко, О.А. Цукановой, Е.В. Шкарупетой.

При управлении материальными ресурсами актуальны вопросы управленческого учета, которые широко исследованы в научных работах и публикациях зарубежных авторов: Ш. Датар, К. Друри, Р. Каплан, Дж. Фостер, Ч. Хорнгрен и другие. Отечественные исследователи И.В. Аверчев, И.А. Аврова, А.С. Ажигалиева, О.Б. Вахрушева, В.Г. Гетьман, А.В. Глущенко, В.Б. Ивашкевич, С.И. Колесников, Н.П. Кондраков, Н.А. Набиев, О.Б. Ржавина, Э.Н. Самедова, Я.В. Соколов, С.Б. Сулоева, С.Г. Фалько, В.Т. Чая, А.Д. Шеремет, А.Н. Шичков и другие также в своих трудах рассматривают теоретические и практические особенности управленческого учета. Деятельность организаций в области информационных технологий и корпоративного управления (ИМА (The Institute of Management Accountants), СІМА (The Chartered Institute of Management Accountants), ООО «ІС», и другие) связана с исследованием организации управленческого учета.

Однако в научной и практической литературе по раскрою промышленных материалов не раскрыт вопрос сортировки материальных ресурсов на деловые и неделовые после раскроя исходного материала. Актуальность данного вопроса подтверждается тем, что обоснованная сортировка позволит снизить затраты на хранение и транспортировку неделовых материалов, из которых не будет производиться продукция, увеличить коэффициент использования материала, снизить затраты или оптимизировать структуру затрат при бережливом производстве продукции из деловых материалов. Эта задача актуальна на машиностроительных предприятиях с единичным или серийным типом производства, так как номенклатура и комплектность заготовок и материальных ресурсов, получаемых после раскроя, изменяются в зависимости от потребительских свойств продукции, что отражается на необходимости учета разных факторов при сортировке. При массовом производстве номенклатура и комплектность заготовок не изменяется на протяжении длительного времени, поэтому можно заранее определить, какие материальные ресурсы целесообразно признать деловыми или неделовыми.

В качестве **объекта исследования** выбраны предприятия машиностроения с единичным или серийным типами производства. **Предмет исследования** – управленческие отношения, возникающие в процессе обеспечения бережливого производства материальными ресурсами при раскрое материалов на предприятиях машиностроения с единичным или серийным типами производства.

Цель исследования – разработать методические положения по совершенствованию инструментария управления материальными ресурсами в бережливом производстве при раскрое материалов на предприятиях машиностроения с единичным или серийным типами производства. В соответствии с определенным объектом и целью исследования для решения исследуемых прикладных задач в качестве материальных ресурсов в работе рассматривается пример листового металла.

Основные задачи работы:

1. Исследовать теоретические и практические аспекты рационального раскроя материалов, а также связанные с этим процессом вопросы бережливого производства и управленческого учета на предприятиях машиностроения, выявить направления совершенствования.

2. Развить терминологический аппарат в области раскроя материалов для целей обоснования предложений по управлению материальными ресурсами в рамках разработки методики сортировки материальных ресурсов, а также методических положений стоимостной оценки материальных ресурсов, полученных после раскроя.

3. Разработать методику сортировки материальных ресурсов, полученных после раскроя, на деловые и неделовые и практические рекомендации по ее применению.

4. Разработать методические положения определения возможной цены реализации материальных ресурсов, полученных после раскроя.

5. Предложить методический подход к оценке экономической эффективности принимаемого решения при освоении методики сортировки материальных ресурсов, полученных после раскроя.

6. Разработать прототип программного комплекса с элементами системы поддержки принятия решений по сортировке материальных ресурсов, полученных после раскроя, на деловые и неделовые.

Область исследования соответствует паспорту научной специальности 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами: промышленность): 1.1.13. Инструменты и методы менеджмента промышленных предприятий, отраслей, комплексов; 1.1.25. Методологические и методические подходы к решению проблем в области экономики, организации и управления отраслями и предприятиями машиностроительного комплекса.

Методологической базой исследования выбрана концепция бережливого производства, которая ориентирована на формирование непрерывного потока создания ценности для потребителя, постоянное совершенствование процессов организации через вовлечение персонала и устранение всех видов потерь. В работе исследуются вопросы бережливого производства, связанные со снижением материальных затрат за счет использования деловых материалов, затрат на хранение и транспортировку деловых или неделовых материальных ресурсов, снижением временных затрат на поиск и транспортировку деловых материальных ресурсов при производстве продукции.

В разрабатываемом инструментарии управления материальными ресурсами, получаемыми после раскроя, учтены некоторые компоненты управления цепями поставок (прогнозирование спроса, управление запасами и пополнением относительно выделяемых классов материальных ресурсов, визуализация информации об остатках материала в разрезе номенклатуры с учетом деловых и неделовых материальных ресурсов). Разрабатываемые предложения основываются на положениях управленческого учета, так как для

принятия оперативных и обоснованных решений требуется своевременные сбор, обработка, анализ и интерпретация разнообразной информации с учетом особенностей предприятия.

Использованы общенаучные методы исследования:

- анализ (проведен анализ теоретических и практических аспектов рационального раскроя, бережливого производства, управленческого учета);
- синтез (проведен синтез положений методики сортировки материальных ресурсов, получаемых после раскроя);
- формализация (с помощью Activity diagram (язык UML) приведено графическое описание исследуемых процессов; с помощью математических формул описана зависимость анализируемых экономических показателей).

Эмпирическую базу работы составили проведенный анализ производственных процессов на машиностроительных предприятиях города Вологды по производству емкостного оборудования, аналитические материалы, представленные в изученной литературе.

Научная новизна исследования заключается в разработке теоретических положений и практических рекомендаций, инструментария по управлению материальными ресурсами в рамках процесса рационального раскроя с учетом деловых материальных ресурсов в условиях бережливого производства на предприятиях машиностроения с единичным или серийным типами производства.

Основные результаты исследования, обладающие научной новизной и выносимые на защиту диссертации:

1. Определены проблемы управления материальными ресурсами в части теоретических и практических основ рационального раскроя материалов на машиностроительных предприятиях. Это позволило выявить узкие места процесса раскроя с точки зрения бережливого производства с целью дальнейшего совершенствования исследуемого процесса на основе разработки инструментария, использование которого обеспечит снижение определенных потерь в потоке создания ценности для потребителя.

2. Развита терминологический аппарат в области раскроя материалов, обеспечивающий исследование процесса раскроя с точки зрения многоуровневой системы материальных ресурсов. Это позволило разработать методику обоснованной сортировки материальных ресурсов на деловые и неделовые после раскроя и методические положения стоимостной оценки для организации трансферта затрат или реализации внешним организациям.

3. Разработана методика сортировки материальных ресурсов, получаемых после раскроя исходного материала, на деловые и неделовые на машиностроительном предприятии с единичным или серийным типом производства и практические рекомендации по ее применению с целью совершенствования процесса управления материальными ресурсами при раскрое материалов в части снижения возникающих потерь в потоке создания ценности для потребителя. Методика основана на последовательных действиях по оценке значений показателей, характеризующих потребительские свойства материального ресурса после раскроя, их идентификации с соответствующими

классами и сортировке на деловые и неделовые с учетом изменения удельных затрат и чистого дохода от операционной деятельности предприятия.

4. Разработаны методические положения определения возможной цены реализации материального ресурса, полученного после раскрыя, основанные на оценке изменения значений показателей, характеризующих потребительские свойства материальных ресурсов. Данные предложения позволяют организовать трансферт затрат и потребительских свойств в стоимостном выражении при производстве продукции из деловых материальных ресурсов и сформировать клиентоориентированную цену возможной реализации, что в свою очередь обеспечивает увеличение чистого дохода предприятия при реализации неделовых материальных ресурсов.

5. Предложен методический подход к оценке экономической эффективности принимаемого решения при освоении методики сортировки материальных ресурсов, получаемых после раскрыя, основой которого является оценка изменения затрат и чистого дохода при отнесении материальных ресурсов в группу деловых или неделовых материалов.

6. Разработан прототип программного комплекса с элементами системы поддержки принятия решений по сортировке материальных ресурсов в группы деловых и неделовых материалов с учетом предложенных практических рекомендаций по управлению материальными ресурсами после раскрыя в условиях бережливого производства. Данный прототип позволяет разработать систему поддержки принятия решений, которая необходима для принятия оперативных управленческих решений в процессе производственного цикла.

Теоретическая значимость исследования заключается в развитии теоретических положений экономики промышленности в части совершенствования организационно-экономических механизмов управления материальными ресурсами, полученными после раскрыя, на основе использования методики сортировки материалов на деловые или неделовые.

Практическая значимость исследования заключается в возможности освоения разработанных предложений на предприятиях машиностроения с точки зрения организации бережливого производства в части совершенствования процесса управления материальными ресурсами, полученными после раскрыя исходного материала, с целью снижения операционных затрат, оптимизации структуры затрат, увеличения объема производства и реализации продукции.

Апробация результатов исследования. Разработанные предложения прошли апробацию на всероссийских и международных научно-практических конференциях: «Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли», г. Санкт-Петербург, 2021 г., 2019 г.; «On Digital Technologies in Logistics and Infrastructure» (ODTLI'2020), г. Санкт-Петербург, 2020 г.; «International Conference on Digital Technologies in Logistics and Infrastructure» (ICDTLI 2019), г. Санкт-Петербург, 2019 г.; «XIII Ежегодная научная сессия аспирантов и молодых ученых», г. Вологда, 2019 г.; «Цифровая экономика и индустрия 4.0: тенденции 2025» (Industry-2019), г. Санкт-Петербург, 2019 г.; XII Международная научно-техническая конференция

«Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования», г. Вологда, 2017 г.; «Молодые исследователи – регионам», г. Вологда, 2017 г.; «Инновационная экономика и промышленная политика региона» (ЭКОПРОМ-2016), г. Санкт-Петербург, 2016 г.; «Неделя науки СПбПУ», г. Санкт-Петербург, 2016 г.

Результаты исследования приняты во внимание для совершенствования процессов на производственных предприятиях города Вологды ООО «НПО Машиностроения «Сварог», ООО «ТехноОПТ», что подтверждено соответствующими документами, и прошли апробацию в процессе обучения в аспирантуре Вологодского государственного университета, при защите научного доклада, при ведении лекций и практических занятий по дисциплине «Управленческий учет».

По теме диссертации **опубликована** 21 работа, из них 5 – в журналах, рекомендованных ВАК, 3 – в изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и 13 – в изданиях, индексируемых в базах данных РИНЦ.

Структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Общий объем работы – 145 страниц, включая 13 рисунков и 10 таблиц.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Определены проблемы управления материальными ресурсами в части теоретических и практических основ рационального раскрытия материалов на предприятиях машиностроения.

Проведенный анализ затрат и процесса раскрытия листового металла на машиностроительных предприятиях г. Вологды с единичным и мелкосерийным типом производства емкостного оборудования показал:

– затраты на листовый металл в структуре материальных затрат составляют примерно 70%, коэффициент использования листового металла составляет примерно 0,8. Цена реализации неделовых материальных ресурсов существенно ниже цены приобретения исходного материала (примерно на 80-85%), таким образом при увеличении количества неделовых материальных ресурсов предприятие увеличивает затраты на производство продукции;

– преобладает разрозненное проектирование карт раскрытия листового металла, следовательно, меньше возможность более плотно расположить заготовки, снижается коэффициент использования материала;

– раскрой листового металла ведется на основе эмпирического восприятия технолога, отсутствует регламент, что снижает возможность увеличения коэффициента использования листового металла;

– сортировка материальных ресурсов на деловые и неделовые после раскрытия осуществляется эмпирически, отсутствует методика, что отражается на росте материальных затратах (деловые материалы могут быть отнесены в группу неделовых), затрат на хранение и транспортно-заготовительные работы (неделовые материалы могут быть отнесены в группу деловых);

- отсутствуют маркировочное оборудование и процедуры маркировки деловых материальных ресурсов после раскроя, что усложняет их учет;
- отсутствует обоснованное проектирование карт раскроя с учетом деловых материалов, что отражается на увеличении материальных затрат;
- листовый металл учитывается в разрезе исходной номенклатуры в килограммах, что отражается на невозможности анализировать данные об остатках цельных листов, разнообразии деловых материальных ресурсов и количестве неделовых. Это усложняет оперативное проектирование карт раскроя с учетом деловых материалов, планирование корректной закупки;
- информационное обеспечение имеет возможность более подробного учета, но не определены необходимые для этого действия участников процесса;
- отсутствует регламент по учету материалов после раскроя;
- отсутствует методика определения цены реализации материального ресурса после раскроя. Реализация неделовых материалов осуществляется только на вторичную переработку по цене металлолома.

На основе построенной диаграммы причинно-следственной связи (рисунок 1, диаграмма Исикавы) отсутствия в учетной системе данных о деловых материальных ресурсах (МР) можно сделать вывод, что основные причины недостатков управленческого учета деловых материалов связаны с методикой учета и оборудованием для учета. Следовательно, необходима корректировка существующих правил управления материальными и информационными потоками в рамках учетного процесса и складирования деловых и неделовых материальных ресурсов после раскроя.



Рисунок 1 – Причинно-следственная связь отсутствия управленческого учета материальных ресурсов, полученных после раскроя

Выделенные организационно-экономические аспекты и проблемы управления материальными ресурсами в области раскрытия промышленных материалов являются актуальными, так как управленческие решения менеджеров влияют на изменение показателей деятельности предприятия и на поток создания ценности для потребителя. Необходимо совершенствование инструментария управления материальными и информационными потоками, связанными с материальными ресурсами, получаемыми после раскрытия. Под инструментарием управления материальными ресурсами в работе понимается совокупность средств управления и регламентированных бизнес-процессов, направленных на управление материальными ресурсами на предприятии.

2. Развитие терминологический аппарат в области раскрытия, обеспечивающий исследование с точки зрения многоуровневой системы материальных ресурсов.

В целях рассмотрения совокупности материальных ресурсов, полученных после раскрытия исходного материала, как системы материальных ресурсов, имеющих различные значения характеризующих их показателей, целесообразно ввести понятие «многоуровневый раскрытие» – раскрытие, в котором в качестве материального ресурса выступает материальный ресурс 0-го или n-го уровня использования (где n – натуральные числа от 1 до бесконечности).

Материальный ресурс 0-го уровня – материальный ресурс, из которого не производили заготовки. Материальный ресурс n-го уровня – материальный ресурс, который являлся исходным для проектирования карт раскрытия n раз.

Под уровнем раскрытия понимается раскрытие из материального ресурса 0-го уровня или материального ресурса n-го уровня раскрытия.

Материальные ресурсы n-ых уровней получают в результате раскрытия n-1 уровня и представляют собой совокупность материальных ресурсов для дальнейшего производства из них продукции или реализуемых внешним потребителям. При разработке карт раскрытия могут использоваться взаимозаменяемые материальные ресурсы разных уровней с технологической точки зрения. Но предпочтение целесообразно отдавать тем, из которых экономически эффективнее изготовить заготовки. Такой материальных ресурс обладает замещающими свойствами.

Комплексное проектирование карт раскрытия – проектирование карт раскрытия на заготовки для всего ассортимента производимой продукции на предприятии с учетом имеющегося ассортимента материальных ресурсов.

При реализации раскрытия из материальных ресурсов 0-го или n-го уровня необходимо полученные в результате материальные ресурсы n+1-го уровня идентифицировать на группы «деловые» и «неделовые» материальные ресурсы.

Деловые материальные ресурсы n-го уровня – материальные ресурсы n-го уровня, из которых технически возможно и экономически целесообразно организовать раскрытие n-го уровня.

Неделовые материальные ресурсы – материальные ресурсы n-го уровня, из которых экономически не целесообразно организовать раскрытие n-го уровня.

Оценка материального ресурса n-го уровня – определение значений показателей, характеризующих материальный ресурс n-го уровня, на основании которых производится идентификация материального ресурса n-го уровня с целью обоснования целесообразности производства из него продукции.

Идентификация материального ресурса n-го уровня – сопоставление значений показателей, характеризующих материальные ресурсы n-го уровня, с эталонными значениями показателей соответствующих классов материальных ресурсов. Целесообразность выделения классов материальных ресурсов обоснована ниже в рамках разработанной методики сортировки.

Сортировка материального ресурса n-го уровня – определение материального ресурса n-го уровня в группу деловых или неделовых материальных ресурсов с учетом изменения затрат и чистого дохода, соотношения спроса и предложения на соответствующий класс материального ресурса.

3. Разработана методика сортировки материальных ресурсов на деловые и неделовые после раскроя на машиностроительном предприятии с единичным или серийным типом производства и практические рекомендации по ее применению.

В ходе исследования разработана методика сортировки материальных ресурсов, полученных после раскроя, при определении в группы деловых или неделовых материалов:

1. Проектирование карт раскроя.

При проектировании карты раскроя вариантов расположения заготовок на используемом материале может быть много, особенно при двумерном раскрое, поэтому чтобы обоснованно и оперативно выбрать оптимальную карту раскроя целесообразно использовать программные средства. На рынке программного обеспечения предлагаются программные средства рационального раскроя материалов, разработанные на предложенных в теории методах рационального раскроя промышленных материалов, которые позволяют увеличить плотность упаковки заготовок на материальном ресурсе (увеличить коэффициент использования материала). Также за выбор материального ресурса, из которого целесообразнее получить заготовку отвечает программное средство.

2. Классификация материальных ресурсов после раскроя. Оценка показателей, характеризующих материальные ресурсы после раскроя и идентификация их с соответствующими классами.

Так как материальные ресурсы после раскроя могут быть взаимозаменяемыми, то целесообразно определять классы материальных ресурсов на основании схожести по оцениваемым показателям в определенном интервале значений. Взаимозаменяемость связана с тем, что с точки зрения геометрии материальные ресурсы могут несущественно отличаться, а плотность упаковки при изготовлении из них заготовок может быть одинаковой. Интервалы значений показателей определяются на основе анализа конструкторско-технологической документации на производимые предприятием изделия. При наличии классов программному средству в процессе проектирования карты раскроя с учетом деловых материальных

ресурсов достаточно будет провести анализ шаблонов классов материальных ресурсов. Иначе, программе необходимо анализировать все единицы деловых материальных ресурсов, что существенно увеличит объем проводимых вычислений и время проектирования карт раскроя.

Необходимо вести количественный учет материальных ресурсов в разрезе классов не только в килограммах (на примере листового металла), но и в штуках, чтобы программа проектирования карты раскроя могла определить выбор материального ресурса с учетом его наличия на складе.

Таким образом, при получении материального ресурса после раскроя оцениваются значения характеризующих его показателей. Далее происходит идентификация материального ресурса, то есть отнесение к соответствующему классу на основе сопоставления значений характеризующих показателей с эталонными значениями показателей классов. В дальнейшем осуществляется количественный учет материальных ресурсов в разрезе классов.

3. Оценка потенциального объема спроса на классы материальных ресурсов в натуральном выражении. Предварительная сортировка.

Предлагается проводить оценку предполагаемого спроса (Q_{sm} , шт./мес.) на классы материальных ресурсов, так как не целесообразно хранить те, из которых можно получить заготовку, но нет потребности в производстве. После определения материального ресурса в соответствующий класс, далее необходимо провести сортировку в группу деловых или неделовых материалов на основе сравнения Q_{sm} с количеством материальных ресурсов в классе (N_{sm} , шт.) на момент сортировки. Если $Q_{sm} > N_{sm}$, то материальный ресурс следует признать деловым, иначе – неделовым. При отнесении материальных ресурсов к одному и тому же классу, когда $Q_{sm} = N_{sm} + 1$, приоритет следует отдавать материальным ресурсам с большей площадью. Для оценки Q_{sm} необходимо вести количественный учет фактического потребления класса (Q_{fsm} , шт./мес.).

4. Сортировка материальных ресурсов после раскроя в группу деловых или неделовых материалов на основе экономических аспектов.

Принимать решение при сортировке необходимо на основании оценки изменения затрат на хранение и транспортировку материальных ресурсов при отнесении их в группу деловых материалов в сравнении с непокрытыми затратами на покупку нового материала при реализации неделового материального ресурса по сниженной цене. Сортировка происходит на производственно-технологической системе (ПТС) предприятия.

5. Переоценка деловых материальных ресурсов. Следует с определенной периодичностью проводить переоценку хранящихся деловых материальных ресурсов, так как номенклатура производимых заготовок может изменяться.

Для принятия оперативных решений по сортировке и в силу сложности выполнения оценки и идентификации материальных ресурсов человеком необходимо использовать систему поддержки принятия решений (СППР), особенности разработки которой рассмотрены в работе.

С учетом разработанных предложений на рисунке 2 представлена графическая интерпретация процесса организации раскроя материалов на предприятиях машиностроения с учетом деловых материальных ресурсов.

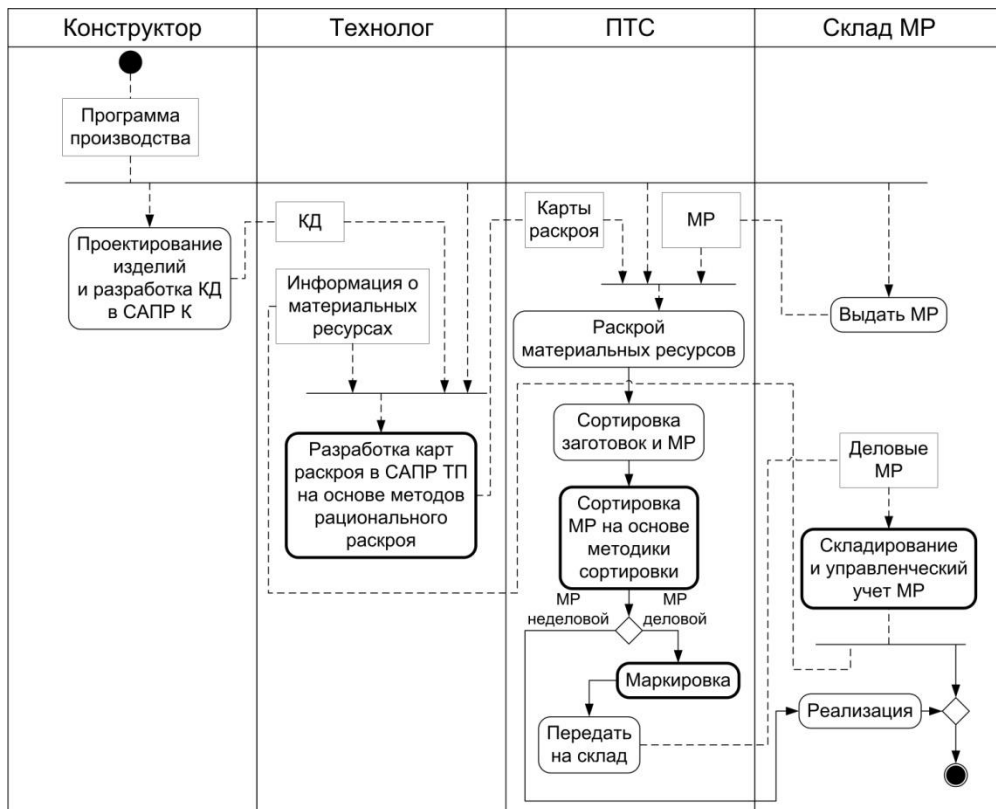


Рисунок 2 – Процесс организации рационального раскроя материалов с учетом деловых материальных ресурсов

Также на рисунке 3 отражена графическая интерпретация процесса сортировки материальных ресурсов, полученных после раскроя.

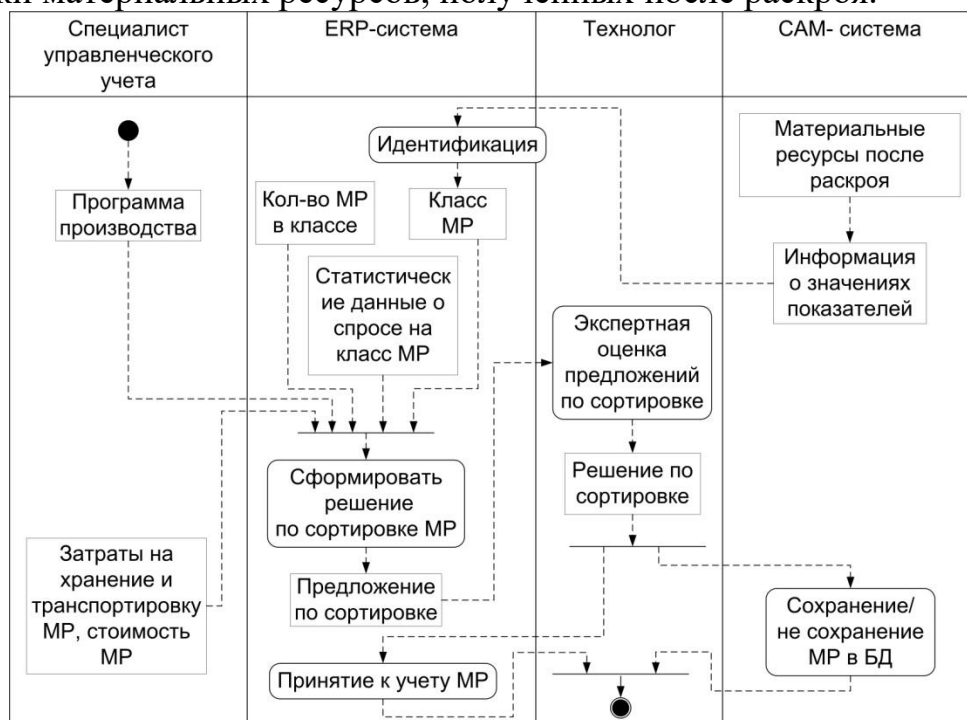


Рисунок 3 – Процесс сортировки материальных ресурсов после раскроя при определении в группы деловых или неделовых материалов

Методика сортировки материальных ресурсов на деловые и неделовые после раскроя и практические рекомендации по ее освоению разработаны с целью снижения потерь в потоке создания ценности (операционных затрат), оптимизации структуры затрат, увеличения чистого дохода на предприятиях машиностроения в условиях бережливого производства. Методика основана на последовательных действиях по оценке значений показателей, характеризующих потребительские свойства материальных ресурсов после раскроя, их идентификации с соответствующими классами и обоснованной сортировке на деловые и неделовые материалы с учетом изменения затрат и чистого дохода от операционной деятельности предприятия.

Предложенные решения по совершенствованию процесса раскроя материалов на предприятиях машиностроения целесообразно освоить в рамках управленческого учета деловых и неделовых материальных ресурсов в информационной системе (ИС) предприятия.

Количественный и качественный учет. Предлагается вести учет материальных ресурсов после раскроя не только в базовой единице измерения (килограммы, метры, метры квадратные в зависимости от материала), но и в штуках для целей освоения методики сортировки, отдельного учета исходных и образованных после раскроя материалов и для проектирования карт раскроя с использованием деловых материальных ресурсов. Также для заготовительного производства целесообразно вести учет характеристик материальных ресурсов. Данное требование особенно актуально для деловых материальных ресурсов, так как каждый из них уникален. Учет деловых материальных ресурсов по классам позволит разделить номенклатуру и количество материального ресурса 0-го уровня от материального ресурса n-го уровня, что позволит получать из информационной системы предприятия необходимые данные о структуре оставшегося материала, динамике потребления соответствующих классов деловых материальных ресурсов, которые необходимы для принятия обоснованных управленческих решений (проектирование рациональных карт раскроя с учетом деловых материалов; своевременная закупка и реализация соответствующих материалов).

Метрологическое обеспечение и маркировочное оборудование на примере листового металла. Так как листовой металл может передаваться в производство различными объемами (от одного до десятков цельных листов), то для целей учета в килограммах необходимо наличие промышленных весов на складе материальных ресурсов. В целях учета деловых материальных ресурсов после раскроя в разрезе определенных классов и оперативного поиска в дальнейшем соответствующего материального ресурса, указанного в карте раскроя, необходимо использовать маркировочное оборудование, которое наносит штрих-код в определенную зону поверхности материального ресурса.

С точки зрения процессного подхода на основании описания материальных и информационных потоков после раскроя и полученных ранее результатов работы на рисунке 4 построено графическое представление управленческого учета материальных ресурсов, полученных после раскроя.

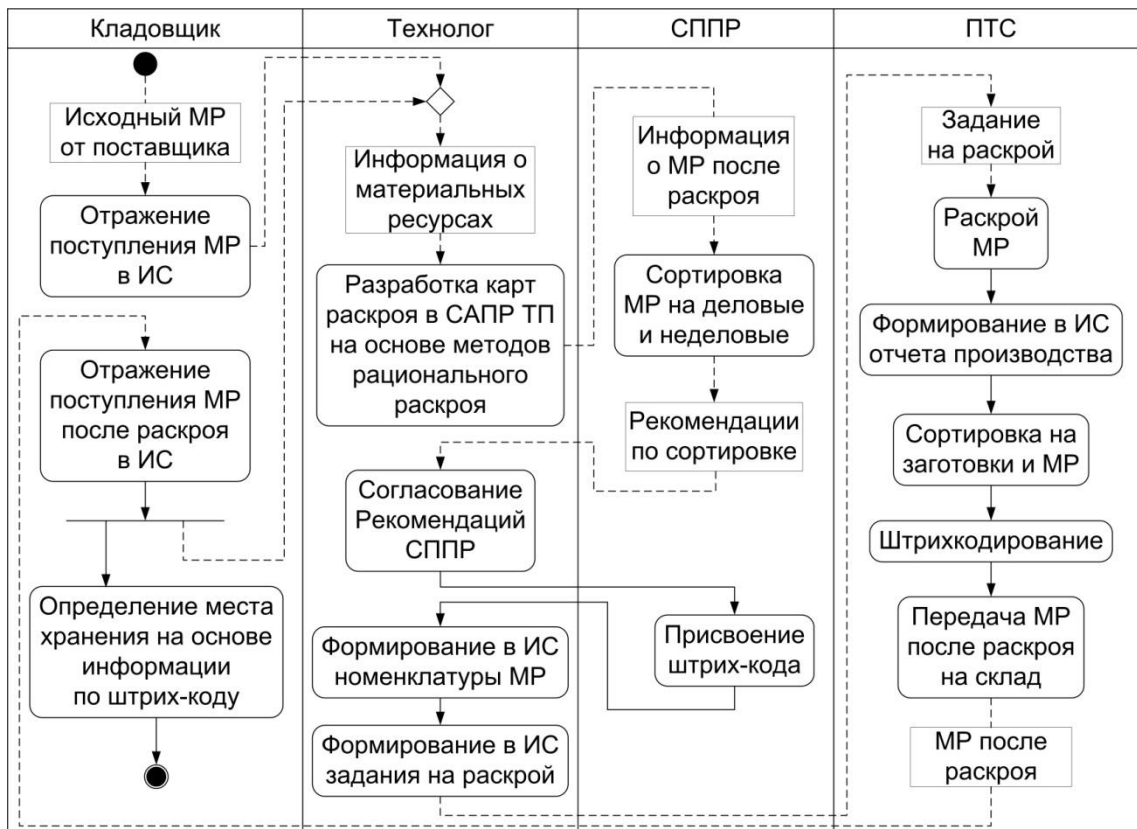


Рисунок 4 – Графическое представление управленческого учета материальных ресурсов, полученных после раскроя

Полученные оперативные данные о материальных затратах в натуральном и стоимостном выражении позволят менеджерам предприятия провести анализ «узких» мест процесса раскроя относительно материальных затрат, коэффициента использования материалов и принять корректирующие решения, направленные на совершенствование процессов с целью создания непрерывного потока ценности для потребителя и формирования конкурентных преимуществ на рынке реализуемой продукции.

4. Разработаны методические положения определения возможной цены реализации материального ресурса после раскроя.

В рамках процесса раскроя целесообразно оценивать трансфертную цену материального ресурса после раскроя для организации трансферта затрат или возможную цену реализации для внешних организаций. При этом при раскросе металла цена материального ресурса n -го уровня (V_{sm_i} , руб./кг) не может быть ниже цены металлолома (V_{scm} , руб./кг), так как это сформированная рынком минимальная цена металла, и в основном будет ниже рыночной цены сортового металла (V_{sm_0} , руб./кг) или фактических затрат на металл (W_{smc} , руб./кг). Также следует отметить, что трансфертная цена материального ресурса после раскроя будет идентична возможной цене реализации, так как определяется исходя из фактической цены приобретения исходного материала. Поэтому предлагается определять трансфертную цену материального ресурса после раскроя через его возможную цену реализации.

Цена реализации материального ресурса может отличаться в зависимости от изменяющихся значений показателей, характеризующих потребительские

свойства материального ресурса, и снижается в зависимости от увеличения его уровня. Это позволяет сформировать клиентоориентированную цену в потоке создания ценности для потребителя. Поэтому предложено определить возможную цену реализации по формуле (1):

$$Vsm_i = Vsm_0(1 - (\sum_{i=1}^n w_i k_i)) \quad (1)$$

где w_i – весовой коэффициент;

k_i – коэффициент, учитывающий снижение цены при изменении показателей, характеризующих потребительские свойства материала;

i – индекс коэффициента, порядковый номер;

n – общее число коэффициентов.

Предложены следующие коэффициенты при раскрое листового металла:

– k_1 – учитывает отклонение длины прямоугольника, образованного минимальным дополнением материального ресурса, от длины материального ресурса 0-го уровня;

– k_2 – учитывает отклонение ширины прямоугольника, образованного минимальным дополнением материального ресурса, от ширины материального ресурса 0-го уровня;

– k_3 – учитывает значение коэффициента заполнения;

– k_4 – учитывает деформацию плоскости материального ресурса;

– k_5 – учитывает изменение шероховатости кромки материального ресурса после раскроя;

– k_6 – учитывает изменение угла отклонения плоскости кромки от плоскости перпендикулярной плоскости листа;

– k_7 – учитывает механические повреждения поверхности;

– k_8 – учитывает возникновение коррозии материального ресурса.

Например, в таблице 1 приведен возможный вариант определения значения k_3 . Логика значений обоснована тем, что чем ниже K_s , тем меньше различных заготовок можно произвести из материального ресурса, поэтому снижается возможная цена реализации, что учитывается увеличением k_3 .

При определении возможной цены реализации материального ресурса после раскроя по формуле (1) должны быть соблюдены условия: сумма весовых коэффициентов w_i равна единице; Vsm_i не может быть меньше цены реализации соответствующего вида металлолома $Vscm$.

Таблица 1 – Определение значений k_3 через значение K_s

Значение k_3	Интервал K_s
0	(0,9; 1]
0,1	(0,8; 0,9]
0,15	(0,7; 0,8]
0,2	(0,6; 0,7]
0,3	(0,5; 0,6]
0,4	(0,4; 0,5]
0,5	(0; 0,4]

Таким образом, разработаны методические положения определения цены реализации материального ресурса после раскроя, основанные на оценке изменения показателей, характеризующих потребительские свойства, что позволяет организовать трансферт затрат в стоимостном выражении при производстве продукции из деловых материальных ресурсов и увеличить чистый доход при реализации неделовых материальных ресурсов. С точки зрения бережливого производства учет изменения потребительских свойств материального ресурса, полученного после раскроя, позволит сформировать клиентоориентированную цену в потоке создания ценности для потребителя.

5. Предложен методический подход к оценке экономической эффективности принимаемого решения при освоении методики сортировки материальных ресурсов после раскроя, основой которого является оценка изменения затрат и чистого дохода при отнесении материального ресурса в группу деловых или неделовых материалов.

Предложенная методика сортировки материальных ресурсов после раскроя рассмотрена на примере листового металла. В результате проектирования раскроя листа 2,5x1250x2500 AISI 304 на заданные заготовки получены карты раскроя с выделением материальных ресурсов, которые необходимо определить в классы деловых или неделовых материалов. Для данного примера предложены следующие показатели идентификации материальных ресурсов, полученных после раскроя листового металла: марка стали листового металла; толщина, h (мм); площадь материального ресурса, S_{sm} (мм²); длина прямоугольника, образованного минимальным дополнением материального ресурса, $l_{пр}$ (мм); ширина прямоугольника, образованного минимальным дополнением материального ресурса, $b_{пр}$ (мм); площадь прямоугольника, образованного минимальным дополнением материального ресурса, $S_{пр}$ (мм²); коэффициент заполнения – отношение площади материального ресурса к площади прямоугольника, образованного минимальным дополнением материального ресурса, K_s .

В рамках примера определено, в какой класс попадут материальные ресурсы на основе значений их геометрических показателей и показателей учета (потенциальный объем спроса (Q_{sm} , шт./мес.) и количество (N_{sm} , шт.) деловых материальных ресурсов в классе на складе на момент идентификации новых материальных ресурсов). В ходе исследования определены этапы сортировки материальных ресурсов:

– на первом этапе идентифицируются полученные материальные ресурсы с классами по характеризующим показателям;

– на втором этапе осуществляется сортировка на основе соотношения Q_{sm} и N_{sm} . Если $Q_{sm} > N_{sm}$, то материальный ресурс следует признать деловым, иначе неделовым, так как экономически не целесообразно хранить материал, на который нет спроса. В случае получения материальных ресурсов, которые будут отнесены к одному и тому же классу, приоритет следует отдавать материальному ресурсу с большей площадью. Также материальные ресурсы целесообразно признать неделовыми, если Q_{sm} равен 0;

– на третьем этапе итоговое решение сортировки принимается на основе экономической оценки изменения затрат и чистого дохода предприятия от операционной деятельности с учетом изменения транспортных затрат и затрат на хранение материальных ресурсов, полученных после раскрытия исходного материала.

На третьем этапе сортировки для оценки увеличения затрат на хранение целесообразно оценивать сроки хранения через прогнозируемый спрос. Предлагается оценивать максимально допустимый и предполагаемый срок хранения материального ресурса после раскрытия. Максимально допустимый срок хранения делового материального ресурса (T_{max}) – срок хранения, при котором изменение чистого дохода от реализации продукции за счет производства из делового материального ресурса с учетом увеличения транспортных затрат и затрат на хранение равен приросту чистого дохода при реализации неделовых материальных ресурсов внешним организациям без добавления потребительских свойств. Если предполагаемый срок хранения ниже допустимого, то материальные ресурсы после раскрытия целесообразно признать деловым. Предполагаемый срок хранения материального ресурса возможно определить исходя из данных о значении Q_{sm} и N_{sm} .

Оценку максимального срока хранения материального ресурса необходимо проводить при сравнении двух вариантов производства продукции с учетом возможных решений по сортировке материального ресурса:

- продукция производится из деловых материальных ресурсов;
- продукция производится из материальных ресурсов 0-го уровня, а остатки после раскрытия признаются неделовыми и реализуются внешним организациям. Принято допущение, что затраты на хранение до момента реализации незначительные, транспортировка материальных ресурсов организуется потребителем.

При сравнении логично принять, что в идеальных условиях рыночной экономики отсутствует ограничение на закупку исходного материала с точки зрения предложения на рынке товаров (что подтверждается на практике). Следовательно, в независимости от варианта использования материальных ресурсов после раскрытия предприятие получит одинаковый объем реализации при различных затратах. В первом варианте потребуется меньше затрат на исходный материал, так как часть заготовок будет изготавливаться из деловых материальных ресурсов. А во втором варианте потребуется больше исходного материала, так как материальные ресурсы n-го уровня будут реализованы внешним организациям.

Изменение чистого дохода при производстве заготовок из деловых материальных ресурсов (первый вариант) оценивается по формуле (2) с учетом дополнительных транспортных затрат и затрат на хранение (натуральные единицы измерения на примере листового металла):

$$\Delta D_0 = D_i \cdot G_{sm} - (1 - N_p)(W_t \cdot G_{sm} + W_s \cdot G_{sm} \cdot T), \quad (2)$$

где ΔD_0 – прирост чистого дохода от реализации продукции, руб./шт.;

D_i – чистый доход отнесенный на 1 кг (на примере листового металла), из которого произведена продукция, руб./кг;

N_p – ставка налога на прибыль;

G_{sm} – объем материальных ресурсов 0-го или n-го уровня, из которого производится продукция или который реализуется внешним организациям, кг/шт.;

W_t – удельные затраты на транспортировку материальных ресурсов после раскроя, руб./кг;

W_s – удельные затраты на хранение материальных ресурсов после раскроя, руб./кг·дни;

T – срок хранения материальных ресурсов, дни.

При реализации остатков после раскроя внешним организациям возмещается часть затрат на исходный материал (второй вариант), следовательно, изменение чистого дохода оценивается по формуле (3):

$$\Delta D_0 = D_i \cdot G_{sm} - (1 - N_p)(W_{smc} - V_{sm_i})G_{sm}. \quad (3)$$

где V_{sm_i} – цена реализации материального ресурса, полученного после раскроя, руб./кг;

W_{smc} – удельные затраты на исходный материал (при первом раскрое равны цене закупки), руб./кг.

Тогда, в условиях возможности неограниченного количества закупки исходного материала T_{max} оценивается по формуле (4):

$$T_{max} = \frac{W_{smc} - V_{sm_i} - W_t}{W_s}. \quad (4)$$

Таким образом, определяется срок, при котором прирост транспортных затрат и затрат на хранение равен не возмещенной части затрат (W_{smc}' руб./кг, разница закупочной цены исходного материала (W_{smc} , руб./кг) и цены реализации недельного материального ресурса (V_{sm_i} , руб./кг)) при реализации материальных ресурсов внешним организациям по сниженной рыночной цене. В выражении (5) представлено условие, при котором принимается решение об отнесении материального ресурса, полученного после раскроя, в группу деловых материалов с экономической точки зрения:

$$W_t + W_s \cdot T < W_{smc} - V_{sm_i}. \quad (5)$$

На рисунке 5 отражена графическая интерпретация принятия решения о сортировке материальных ресурсов, полученных после раскроя. Так как левая и правая часть выражения (5) отражают изменение удельных затрат ΔW , то на оси ординат отражено их изменение, а на оси абсцисс значение срока хранения материального ресурса. При этом предполагается, что удельные затраты на транспортировку меньше удельных не возмещенных затрат при реализации материальных ресурсов внешним организациям. Таким образом, когда соотношение затрат находится в области графика, обозначенной 1, то материальный ресурс, полученный после раскроя, целесообразно признать деловым на третьем этапе сортировки, если в области графика, обозначенной 2 – неделовым.

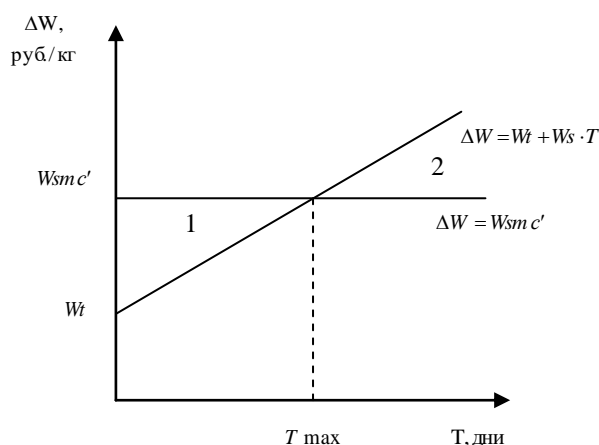


Рисунок 5 – Графическая интерпретация принятия решения о сортировке материальных ресурсов после раскроя с экономической точки зрения

Таким образом, на примере рассмотрены основные этапы методики сортировки материальных ресурсов при определении в группы деловых и неделовых материалов. Это позволило на примере раскроя листового металла уточнить экономические аспекты методики сортировки, которые учитывают снижение потерь возникающих в узких местах процесса раскроя.

6. Разработан прототип программного комплекса с элементами системы поддержки принятия решений по сортировке материальных ресурсов, полученных после раскроя, в группы деловых и неделовых материалов.

При современном развитии информационных технологий и необходимости оперативного и обоснованного принятия управленческих решений целесообразно разработать программный комплекс управления материальными ресурсами. Ранее подчеркивалось, что за рациональной раскрой материалов отвечает соответствующая программа, которая относится к CAD/CAM системам. Также учет материальных ресурсов ведется в определенной ERP системе. Исходя из разработанных предложений, необходима разработка программного комплекса с элементами СППР, которая будет по предложенной методике сортировки определять произведенные материальные ресурсы после раскроя в группы деловых и неделовых материалов.

Так как определенная информация о материалах будет передаваться из CAD/CAM-системы в ERP-систему (например, номенклатура материальных ресурсов, значения показателей, характеризующие материальные ресурсы после раскроя), а из ERP-системы в CAD/CAM-систему (например, номенклатура исходного материала, который закупается у поставщика, результаты сортировки), то необходимо обеспечить синхронизацию данных между системами. Для реализации разработанных предложений, типовую структуру ERP-системы необходимо дополнить подсистемой, реализующей управление заготовительным производством. Это позволит расширить функционал программного комплекса в части реализации СППР сортировки материальных ресурсов, полученных после раскроя, переоценки материальных ресурсов хранящихся на складах, а также взаимодействия CAD/CAM и ERP-систем. Подсистему «Управление заготовительным производством»

предлагается построить из взаимодействующих программных модулей, каждый из которых выполняет свою функцию. Структура данной подсистемы и ее место в ERP-системе представлены на рисунке 6.



Рисунок 6 – Структура подсистемы «Управление заготовительным производством» в рамках ERP-системы

Блок-схема формирования предложения по сортировке материальных ресурсов, полученных после раскроя, в рамках СППР представлена на рисунке 7.

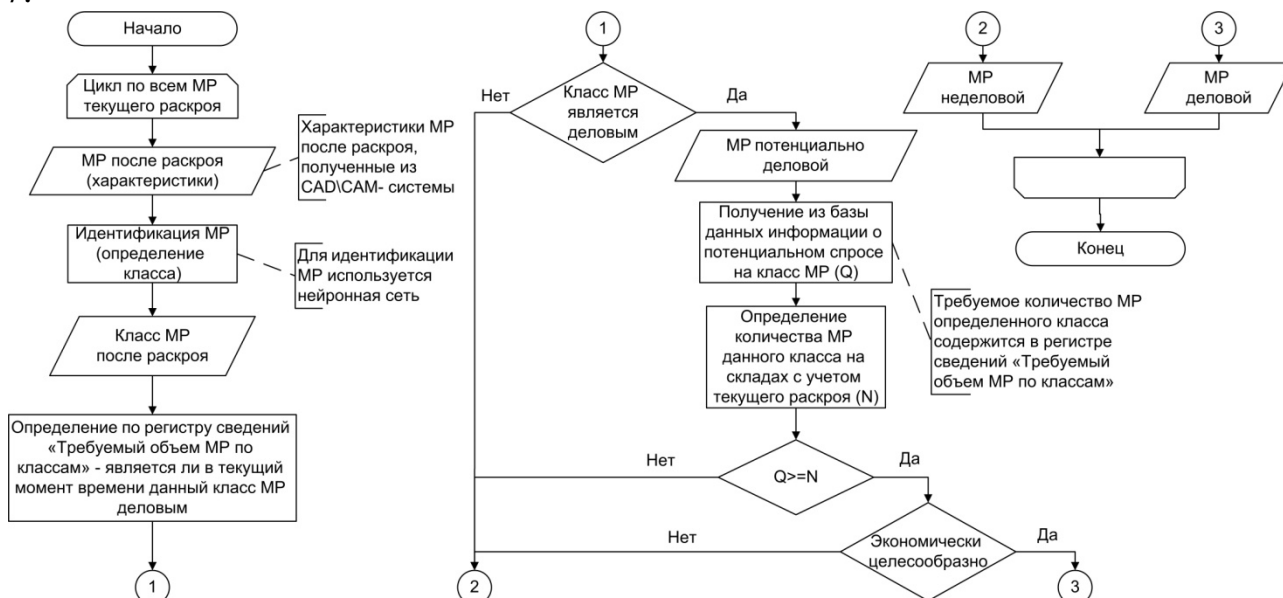


Рисунок 7 – Блок-схема формирования предложения по сортировке материальных ресурсов, полученных после раскроя, модулем СППР

После того как оперативное предложение по сортировке материальных ресурсов сформировано СППР и одобрено пользователем, информация обрабатывается в системе учета на основании принятого решения.

III. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ (ЗАКЛЮЧЕНИЕ)

В результате проведенных исследований в области управления материальными ресурсами в бережливом производстве на предприятиях машиностроения выполнены следующие задачи: выявлены проблемы управления материальными ресурсами при организации раскроя листового металла; предложен терминологический аппарат, который позволил исследовать совокупность материальных ресурсов после раскроя, как многоуровневую систему; разработаны методика сортировки материальных ресурсов после раскроя, которая позволяет снизить затраты на исходный материал, и практические рекомендации ее освоения; разработаны методические положения оценки возможной цены реализации материального ресурса, полученного после раскроя, которые позволяют организовать управленческий учет деловых и неделовых материальных ресурсов в стоимостном выражении; предложен методический подход к оценке экономической эффективности принимаемого решения при сортировке материальных ресурсов после раскроя; разработан прототип программного комплекса с элементами СППР сортировки, которая позволит принимать оперативные и обоснованные управленческие решения при отнесении материальных ресурсов в группу деловых или неделовых материалов.

Таким образом, достигнута цель исследования – разработаны методические положения по совершенствованию инструментария управления материальными ресурсами в бережливом производстве при раскрое материалов на предприятиях машиностроения с единичным или серийным типами производства. Разработаны следующие инструменты управления материальными ресурсами: методика сортировки материальных ресурсов, полученных после раскроя, на деловые и неделовые; прототип программного комплекса с элементами СППР сортировки; регламент бизнес-процесса управленческого учета материальных ресурсов, полученных после раскроя.

Разработанный инструментарий с точки зрения бережливого производства обеспечивает совершенствование процесса раскроя материалов на предприятиях машиностроения и снижение потерь, возникающих при необоснованной сортировке материальных ресурсов, полученных после раскроя: снижаются материальные затраты в связи с использованием деловых материальных ресурсов, которые при эмпирической сортировке могли быть признаны неделовыми; снижаются затраты на хранение и транспортировку неделовых материальных ресурсов, которые могли быть признаны деловыми; снижаются временные затраты на поиск и транспортировку деловых материальных ресурсов при возникновении производственной потребности. Это позволяет менеджерам предприятия увеличить чистый доход или оптимизировать структуру затрат в потоке создания ценности для потребителя, предложить клиентоориентированную цену, повысить конкурентоспособность, что обеспечит увеличение чистого дохода при увеличении объемов реализации.

В дальнейших исследованиях целесообразно: разработать предложения по организации процесса хранения, маркировки получаемых материальных ресурсов после раскроя.

IV. ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Публикации в изданиях, рекомендуемых ВАК:

1. Смирнов, А. А. Концепция управления материальными ресурсами в бережливом производстве на предприятиях машиностроения [Текст] / А. А. Смирнов // Экономические науки. – 2022. – № 5. – С. 189-194. (0,62 п.л.).
2. Смирнов, А. А. Инструментарий управления материальными ресурсами в бережливом производстве на предприятиях машиностроения [Текст] / А. А. Смирнов, В. В. Кобзев // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2021. – № 5. – С. 128–143. (авт. вклад 0,88 п.л.).
3. Смирнов, А. А. Экономические аспекты принятия управленческих решений при идентификации материальных ресурсов листового металла на машиностроительном предприятии [Текст] / А. А. Смирнов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2017. – № 6. – С. 195-204. (1,17 п.л.).
4. Смирнов, А. А. Организация раскрытия листового металла с учетом деловых материальных ресурсов на машиностроительном предприятии [Текст] / А. А. Смирнов, А. Н. Шичков // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки. – 2017. – № 4. – С. 22-35. (авт. вклад 0,75 п.л.).
5. Смирнов, А. А. Организационно-экономические аспекты бережливого производства на машиностроительном предприятии [Текст] / А. А. Смирнов, Н. А. Кремлёва // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2017. – № 3. – С. 171-182. (авт. вклад 0,7 п.л.).

Публикации в изданиях, входящих в базы данных Scopus:

6. Smirnov, A. A. Digital technologies in supply chain management of sheet metal after cutting [Текст] / A. A. Smirnov, V. V. Kobzev, A. V. Ulitin, M. Germann // Lecture Notes in Networks and Systems: XIV International Scientific Conference «INTERAGROMASH 2021». – 2022. – vol. 246. – pp. 520-528. (авт. вклад 0,21 п.л.).
7. Smirnov, A. A. Sheet metal material resources management in internal supply chains of engineering enterprise [Текст] / A. A. Smirnov, V. V. Kobzev, S. A. Skvortsov // Atlantis Highlights in Computer Sciences: Proceedings of the International Conference on Digital Technologies in Logistics and Infrastructure (ICDTLI 2019). – 2019. – vol. 1. – pp. 175-179. (авт. вклад 0,28 п.л.).
8. Smirnov, A. A. Sheet metal material resources management in lean production [Текст] / A. A. Smirnov, V. V. Kobzev, S. A. Skvortsov // E3S Web of Conferences. – 2019. – vol. 110. – 01029. (авт. вклад 0,26 п.л.).

Публикации в других изданиях:

9. Смирнов, А. А. Особенности сортировки материальных ресурсов листового металла после раскрытия на предприятиях машиностроения [Текст] / А. А. Смирнов, В. В. Кобзев // Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли: сборник трудов Всероссийской научно-практической и учебно-методической конференции. Ч. 1. / ПОЛИТЕХ-ПРЕСС. – Санкт-Петербург, 2021. – С. 370-375. (авт. вклад 0,13 п.л.).
10. Смирнов, А. А. Программный комплекс управления материальными ресурсами листового металла с элементами СППР [Текст] / А. В. Улитин, А. А. Смирнов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2019. – № 4 – С. 45–57. (авт. вклад 0,65 п.л.).
11. Смирнов, А. А. Инструментарий управления материальными ресурсами листового металла на предприятиях машиностроения [Текст] / А. А. Смирнов, В. В. Кобзев // Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли: Сб. труд. научно-практической и учебной конференции. Ч. 1. / Изд-во Политехн. ун-та. – Санкт-Петербург, 2019. – С. 7-12. (авт. вклад 0,13 п.л.).

12. Смирнов, А. А. Определение концепции СППР сортировки остатков раскроя листового металла [Текст] / А. А. Смирнов, А. В. Улитин // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования: материалы XII Международной научно-технической конференции / ВоГУ. – Вологда, 2017. – С. 228-232. (авт. вклад 0,11 п.л.).
13. Смирнов, А. А. Организация раскроя листового металла с учетом использования деловых остатков [Текст] / А. А. Смирнов // Молодые исследователи – регионам: материалы Международной научной конференции: Т. 1 / ВоГУ. – Вологда, 2017. – С. 58-60. (0,13 п.л.).
14. Смирнов, А. А. Разработка алгоритма сортировки остатков листового металла [Текст] / А. А. Смирнов // Материалы межрегиональной научной конференции X Ежегодной научной сессии аспирантов и молодых ученых: Т. 1 / ВоГУ. – Вологда, 2016. – С. 247-250. (0,19 п.л.).
15. Смирнов, А. А. Операционный цикл конверсии в производственно-технологической системе инженерного бизнеса [Текст] / А. А. Смирнов, Н. А. Кремлёва // Неделя науки СПбПУ: материалы научной конференции с международным участием. Лучшие доклады / Изд-во Политехн. ун-та. – Санкт-Петербург, 2016. – С. 293-297. (авт. вклад 0,12 п.л.).
16. Смирнов, А. А. Теория операционного цикла конверсии производственного капитала в инженерном бизнесе [Текст] / А. А. Смирнов, А. Н. Шичков // Неделя науки СПбПУ: материалы научной конференции с международным участием. Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли. Часть 1 / Изд-во Политехн. ун-та. – Санкт-Петербург, 2016. – С. 160-162. (авт. вклад 0,12 п.л.).
17. Смирнов, А. А. Организация раскроя и сортировки остатков листового металла на машиностроительном предприятии [Текст] / А. А. Смирнов, А. С. Степанов, Н. А. Кремлёва // Неделя науки СПбПУ: материалы научной конференции с международным участием. Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли. Часть 1 / Изд-во Политехн. ун-та. – Санкт-Петербург, 2016. – С. 157-159. (авт. вклад 0,1 п.л.).
18. Смирнов, А. А. Комплексный подход к организации раскроя листового металла в условиях машиностроительного предприятия [Текст] / А. А. Смирнов, Н. А. Кремлёва, А. С. Степанов // Инновационная экономика и промышленная политика региона (ЭКОПРОМ-2016): труды международной научно-практической конференции / под ред. А. В. Бабкина. Изд-во Политехн. ун-та. – Санкт-Петербург, 2016. – С. 503-506. (авт. вклад 0,07 п.л.).
19. Смирнов, А. А. Организация производственного учета материальных затрат на машиностроительном предприятии с использованием метрологического обеспечения [Текст] / А. А. Смирнов, Н. А. Кремлёва, Е. А. Смирнова // Экономические аспекты развития российской индустрии в условиях глобализации 5/2015, том 1: материалы международной научно-практической кафедры «Экономика и организация производства» / Университет машиностроения. – Москва, 2015. – С. 84-86. (авт. вклад 0,13 п.л.).
20. Смирнов, А. А. Организация производственного учета затрат на листовой металл [Текст] / А. А. Смирнов, Н. А. Кремлёва, Е. А. Смирнова // Экономическое развитие России: тенденции, перспективы: сборник статей по материалам I Международной научно-практической студенческой конференции / Мининский университет. – Нижний Новгород, 2015. – С. 229-233. (авт. вклад 0,12 п.л.).
21. Смирнов, А. А. Организация производственного учета материальных затрат на машиностроительном предприятии [Текст] / А. А. Смирнов, Н. А. Кремлёва // Четвёртые Чарновские чтения. Сборник трудов. Материалы IV международной научной конференции по организации производства / НП «Объединение контроллеров». – Москва, 2014. – С. 360-374. (авт. вклад 0,3 п.л.).