

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

На правах рукописи
УДК 677.075.001.573

МУЗАФАРОВА СЕВАРХОН
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ОДЕЖДЫ ИЗ ОТХОДОВ ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА

5A320902 - «Технология и конструирование швейных изделий»

На соискание академической
степени магистра

ДИССЕРТАЦИЯ

(Характер диссертации - научно-прикладной)

Научный руководитель:
д.т.н. проф. Ф.У.Нигматова
_____ «__» _____ 2015г.

Ташкент-2015

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН**
**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Факультет ЕСМТФ
Кафедра КТШИ
Учебный год 2013-2015

Студентка магистратуры __ С.А.Музафарова
Научный руководитель __ Ф.У.Нигматова
Специальность 5А320902 «Технология и
конструирование швейных изделий»

**АННОТАЦИЯ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ на тему
«СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДЕЖДЫ ИЗ
ОТХОДОВ ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА»**

- *актуальность работы*: выработка механизма прогнозирования материальных затрат и ресурсосбережения в процессах технологической подготовки швейно-трикотажного производства, использование отходов раскроя трикотажных полотен в производстве является актуальной задачей.

- *цель и задачи работы*: исследование зависимостей показателей расхода трикотажного полотна от различных факторов, совершенствование технологии проектирования швейно-трикотажных изделий из отходов на предприятиях малой мощности.

- *объект и предмет исследования* отходы производства и технологический процесс подготовки производства новых моделей на малых предприятиях.

- *методы исследования*: методы корреляционно-регрессионного анализа, стандартные методы испытания физико-механических и технологических свойств материалов, математической статистики.

- *научная новизна результатов исследований*: разработка математических зависимостей показателей расхода трикотажного полотна от различных факторов;

- *практическая и теоретическая значимость результатов исследования* разработаны методика по нормированию показателей использования и расхода материалов в швейно-трикотажном производстве, технология проектирования моделей одежды из отходов швейно-трикотажного производства на малых предприятиях;

- *структура диссертации*: Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, библиографии и приложений. Материалы диссертации изложены на ...страницах, содержат ...рисунков, ...таблиц. Список литературы включает ...источников.

-*основные результаты выполненной работы*: определены аналитические зависимости расхода трикотажных полотен от различных факторов.

-*краткое обобщенное изложение выводов и предложений*: разработаны научно-обоснованные рекомендации по совершенствованию технологии проектирования швейно-трикотажных изделий из отходов на предприятиях малой мощности.

Научный руководитель
Ф.У.Нигматова

(подпись)

Студентка магистратуры
С.А.Музафарова

(подпись)

**THE MINISTRY OF HIGHER AND SECONDARY EDUCATION
TASHKENT INSTITUTE OF TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY**

Faculty: Technology of light industry Master`s ___ S.A.Muzafarova

Chair: TLIC

Advisor: ___ F.U.Nigmatova

Academic 2013-2015

Speciality: 5A320902 «Technology of light industry and its construction»

**«IMPROVING THE TECHNOLOGY OF DESIGNING CLOTHES FROM
WASTES OF KNITTING» MANUFACTURING ANNOTATION**

- *culmination of theme*: Generation of mechanism of material usage forecast and resource saving in process of technological preparation of sewing-knitted production, usage of wastes cutting of knitted fabrics in production is essential task.
- *we aim and problem*: Research of dependency of knitted fabrics usage indicators from different factors, improvement of design technology of sewing-knitted garments from wastes in small capacity enterprises.
- *object and subject of research*: wastes of production and technological process of preparation of new models production in small enterprises.
- *method investigations*: Correlation-regression analysis methods, standard methods of testing physics-mechanical and technological properties of materials, mathematical statistics.
- *scientific novelty*: Development of mathematical dependencies of knitted fabrics usage indicators from different factors
- *practical features and approaches of research results*: methodology of norming of usage indicators and material usage in sewing-knitted production, design technology of clothes models from wastes of sewing-knitted production in small enterprises are developed.
- *structure and composition of work*: dissertation work consists of introduction, three chapters, conclusion, bibliography and attachments. Dissertation materials stated on pages, contain drawings, tables. List of literatures include sources.
- *the main results of given work*: analytical dependencies of used knitted fabrics from different factors are defined.
- *conclusion and offers*: scientific recommendations for improvement of design technology of knitted garments from wastes in small capacity enterprises are developed.

Advisor
F.U.Nigmatova

(ПОДПИСЬ)

Master`s
S.A.Muzafarova

(ПОДПИСЬ)

Оглавление

	ВВЕДЕНИЕ	5
Глава 1	АНАЛИЗ МЕТОДОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ШВЕЙНО-ТРИКОТАЖНОГО ИЗДЕЛИЯ С ПОЗИЦИИ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ	10
1.1	Методы использования отходов швейных изделий	10
1.2	Факторы, влияющие на материалоемкость ШТИ	15
1.3	Методы прогнозирования материалоемкости швейных изделий.	17
Глава 2	ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАСХОДА ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА ОТ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ	24
2.1	Описание объекта исследования	24
2.2	Разработка математических зависимостей показателей расхода трикотажного полотна от различных факторов	29
2.2.1	Общее представление о корреляционно-регрессивном анализе	29
2.2.2	Статистическое изучение взаимосвязи факторов экономичности	32
2.3	Разработка рациональных методов технологической обработки верхней одежды из отходов трикотажного полотна	46
2.3.1	Методика эксперимента	50
2.3.2	Обсуждение результатов испытаний	52
Глава 3	РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА НОВУЮ МОДЕЛЬ ТРИКОТАЖНОГО ИЗДЕЛИЯ С УЧЕТОМ РАСХОДА ПОЛОТНА	55
3.1	Разработка конструкции верхней одежды из отходов трикотажного изделия	55
3.2	Разработка лекал на новую модель	55
3.3.	Расчет экономической эффективности	57
	ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ	66
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	68
	ПРИЛОЖЕНИЯ	70

ВВЕДЕНИЕ

В условиях приобретения независимости Республики Узбекистан на высшем уровне было отмечено: «Создание новых перерабатывающих мощностей, особенно малых и средних предприятий даст возможность в широких масштабах развить трудоемкие отрасли – прядильные, ткацкие и отделочные производства, трикотажную швейную промышленность, расширить ассортимент готовых изделий. Мы должны научиться торговать не сырьем, не дешевыми полуфабрикатами, а современной, пользующейся спросом готовой продукцией»[1].

Актуальность работы. Изучение процессов технологической подготовки швейно-трикотажного производства показало, что отходы от раскроя трикотажных полотен, в среднем суммарно составляют около 20-35% от общей площади раскраиваемых материалов, причем наибольшие отходы наблюдаются при настилении – до 30%.

В связи с этим важнейшей задачей для любого швейно-трикотажного производства становится выработка механизма прогнозирования материальных затрат производства изделий, связанных с выпуском новой продукции. Оперативное прогнозирование материалоемкости модели на стадии разработки эскизов позволит определить стоимость проектируемых моделей и экономическую целесообразность их выпуска.

На сегодняшний день установленное современное вязальное оборудование на предприятиях позволяет выпускать один и тот же артикул полотна разной ширины. Хотя этот фактор способствует снижению количества межлекальных отходов при раскрое, однако полностью не решает проблему использования отходов по целевому назначению. В результате затрудняется выбор оптимальной ширины полотна с позиции уменьшения отходов и прогнозирование показателей материалоемкости на ранней стадии проектирования.

Кроме этого, на каждом предприятии остаются концевые остатки полотна в разном количестве, которые обычно включаются в себестоимость изделий. Размер концевого остатка может варьироваться от 30 см до 3-х и 4-х метров. Эти остатки со временем образуют излишки полотна. Поэтому разработка методов, способствующих уменьшению отходов и их рационального использования является актуальной задачей.

Исследования структуры отходов при настилении трикотажного полотна – пике на ЧФ «YU-TEKS» показали, что отходы полотна могут составить до 30%. На предприятие полотно пике поступает с различной шириной (52·2, 100·2, 117·2, 220, 230 см и т.д.). Следовательно, условия раскладки должны меняться в зависимости от ширины полотна. Для проверки такого утверждения были выполнены экспериментальные раскладки лекал мужской сорочки на полотнах с различной шириной с помощью системы CAD/CAM фирмы «GERBER TECHNOLOGI» в диалоговом и автоматическом режимах в программной среде Marker Making.

Наибольший вклад в решение задач снижения материалоемкости трикотажного полотна внесли научные исследования Л.В. Золотцевой, Л.М. Флеровой и др. [2]. Разработанные ими методики позволяют установить зависимости показателей расхода трикотажного полотна и швейных ниток от различных факторов, разработать математические зависимости расхода трикотажного полотна от вида поверхности основного материала. Вместе с тем, в данных исследованиях не рассмотрены вопросы целевого использования отходов раскройного производства, комплексного прогнозирования расхода трикотажного полотна для оценки целесообразности внедрения новых моделей в производство.

Объектом исследования является ассортимент швейно-трикотажных изделий (ШТИ), отходы производства и технологический процесс подготовки производства новых моделей на малых предприятиях.

Предметом исследования является методы проектирования технологических процессов производства ШТИ.

Цель работы: исследование зависимостей показателей расхода трикотажного полотна от различных факторов, совершенствование технологии проектирования швейно-трикотажных изделий из отходов на предприятиях малой мощности.

Задачи исследования:

- анализ методов технологической подготовки производства ШТИ с позиции рационального использования материалов

- разработка этапов технологии проектирования одежды из отходов трикотажного полотна.

- исследование зависимостей показателей расхода трикотажного полотна от различных факторов.

- разработка конструкторско-технической документации на новую модель трикотажного изделия

- расчет экономической эффективности от применения ресурсосберегающей технологии производства.

Научная новизна заключается в следующем:

- разработка математических зависимостей показателей расхода трикотажного полотна от различных факторов;

- исследование показателей качества соединений деталей одежды, комбинированных из различных материалов.

Гипотеза исследования. Выдвинута гипотеза о существовании взаимосвязи показателя расхода материала и факторов раскладки: ширины материала, площади лекал и комплектности раскладки. При статистическом анализе исследуемых пар

факторов раскладки для оценки статистической значимости коэффициентов регрессии и корреляции рассчитываются t-критерий Стьюдента и доверительные интервалы каждого из показателей.

Обзор литературы по теме диссертации.

Анализ литературных источников показал, что огромный вклад в исследования этой области внесли работы Е.Х.Меликова, Б.А.Козлова, В.Н.Попандопуло, Л.В.Золотцевой, И.Л.Найдановой и др. Предложенные методы предусматривают использование регрессионных уравнений, основанных на использовании большого числа факторов, значения которых не всегда возможно оперативно определить на стадии эскиза новой модели. В данных исследованиях не рассмотрены вопросы комплексного использования отходов и принципы организации производства с их использованием.

Методы исследования. В работе применены системный подход к проектированию технологических процессов, классификация и унификации объектов производства, методы корреляционно-регрессионного анализа, стандартные методы испытания физико-механических и технологических свойств материалов, математической статистики. Используются программные продукты Gerber, операционная среда, Windows XP, Microsoft Excel.

Практическая и теоретическая значимость результатов исследования:

- разработана методика по нормированию показателей использования и расхода материалов в швейно-трикотажном производстве, обеспечивающая достижение прогнозных показателей уровня материалоемкости;

- разработана технология проектирования моделей одежды из отходов швейно-трикотажного производства на малых предприятиях, обеспечивающие эффективное использование материалов и оборудование.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения,

трех глав, заключения, библиографии и приложений. Материалы диссертации изложены на 69 страницах, содержат 5 рисунков, 19 таблиц. Список литературы включает 29 источников.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ МЕТОДОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ШТИ С ПОЗИЦИИ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ

1.1. Методы использования отходов в швейном производстве

К текстильным отходам относятся отходы производства:

в виде волокон, пряжи, нитей, лоскутов и обрезков текстильных материалов и отходы потребления в виде бытовых изношенных текстильных изделий. К отходам потребления относятся также отходы производственно-технического назначения в виде изношенной спецодежды, скатертей, покрывал, постельного белья, штор, гардин и т.д., образующиеся на промышленных предприятиях, на транспорте, в сферах общественного питания и здравоохранения, в медицинских учреждениях, предприятиях бытового обслуживания и т.д.

В самом общем виде все текстильные отходы могут быть распределены на четыре основные группы:

К первой группе могут быть отнесены так называемые волокнистые отходы производства, характеризующиеся высоким качеством, и которые, как правило, не выходят за стены тех предприятий, где они образуются, а подлежат переработке в основную или дополнительную продукцию без применения специального оборудования. Например, в хлопчатобумажном производстве к таким видам отходов относятся гребенной и кардный очес, рвань ровницы, колечки и мычка (ОСТ 17-88-86), которые после небольшой дополнительной обработки подлежат переработке в хлопчатобумажную пряжу больших линейных плотностей.

Ко второй группе относят текстильные отходы производства, которые не могут быть переработаны на тех предприятиях, где они образуются, а подлежат отправке на специальные фабрики по переработке вторичного

сырья. На этих фабриках после операций измельчения (резки) и, возможно, разволокнения они перерабатываются в нетканые материалы различного назначения или в более простую по технологии изготовления продукцию в виде пакли, ваты мебельной и технической, обтирочных концов и т.д.

То или иное назначение нетканого материала зависит, в первую очередь, от сырьевого состава отходов, которые используются для его изготовления. Например, традиционные шерстяные или полушерстяные отходы используются чаще всего для выработки утеплителей для швейной промышленности – ватинов и мебельных прокладок, а отходы синтетических волокон чаще всего применяются при изготовлении геотекстильных материалов для транспортного строительства [3].

К третьей группе относятся текстильные отходы производства и потребления, состоящие из химических, хлопковых и смешанных волокон, которые вследствие отсутствия щипального оборудования не могут быть в настоящее время разволокнены и переработаны в продукцию ответственного назначения, а используются чаще всего как обтирочный материал или просто выбрасываются на свалки.

К четвертой группе текстильных материалов относятся низкосортные отходы производства, такие как подметь и пух из пыльных камер и т.п., которые практически непригодны для производства текстильной продукции. К этой же группе могут быть отнесены отслужившие свой срок промышленные фильтры, очистка и восстановление которых экономически нецелесообразны.

При наличии измельчающего оборудования они могут быть использованы, например, для получения композиционных материалов, применяемых, в свою очередь, для изготовления волокнистых строительных плит. В настоящее время отходы этой группы чаще всего подвергаются уничтожению посредством сжигания или выбрасывания на свалки.

При решении проблем утилизации текстильных отходов следует иметь в виду, что в настоящее время на специализированных предприятиях по переработке вторичного сырья в основном имеется оборудование, для переработки отходов второй группы. Поэтому сбору и заготовке этих отходов следует уделять основное внимание.

Для отходов третьей группы требуется щипальное оборудование, часто отсутствующее на отечественных предприятиях. Отходы четвертой группы могут быть после соответствующей подготовки переработаны в плитные материалы строительного назначения, но и здесь в каждом конкретном случае необходимо решить проблемы, связанные с монтажом оборудования, экологической безопасности производства, его рентабельностью и другие.

Текстильные отходы производства представляют собой отходы, получаемые в процессе производства волокон, нитей, тканей и прочих швейных изделий. Текстильные отходы потребления представляют собой вышедшую из употребления одежду, которая, в конечном результате, оказывается на полигонах захоронения и составляет не менее 6% от его общего количества. В зависимости от видов применяемого при производстве сырья, текстильные отходы делятся на три основные группы:

1. Текстильные отходы из натурального сырья: шерсть, хлопок, лен, шелк;
2. Текстильные отходы из химического сырья: искусственные и синтетические волокна, химические нити;
3. Текстильные отходы из смешанного сырья: материалы, созданные на основе смеси натуральных и синтетических волокон.

В зависимости от области дальнейшего применения, отходы текстильной промышленности делятся на следующие:

- прядильные;
- используемые в смеси в качестве компонента в основной смеси для выработки пряжи;

- ватные;
- подлежащие переработке с основным сырьем в вату;
- подлежащие переработке в нетканые текстильные материалы;
- валяльно–войлочные;
- прядильные, применяемые в виде весовых лоскутов ткани.

На большинстве предприятий хлопчатобумажной промышленности, образуемые в процессе переработки хлопка, а также в прядильном, ткацком, отделочном и ватном производстве, хлопчатобумажные отходы в последствии в большей мере используются в собственном технологическом цикле.

Отходы промышленности по производству шерсти образуются в процессе первичной обработки шерсти, а также в результате изготовления шерстяной пряжи, тканей с последующим частичным применением в собственном технологическом цикле или в качестве вторичного сырья.

Отходы трикотажной промышленности образуются в процессе переработки пряжи, а также в процессе производства трикотажного полотна, различной продукции из него и в производстве перчаточных и носочных изделий. Практически все отходы трикотажной промышленности в последствии используются в качестве вторичного сырья.

Отходы швейной промышленности в результате процесса подготовки материалов, а также в процессе раскроя материала на отдельные элементы швейных изделий имеют вид весовых тканевых лоскутов и впоследствии применяются как вторичное сырье для изготовления вторичных текстильных материалов.

Этапы переработки текстильных отходов. В большинстве случаев текстильные отходы потребления сильно загрязнены, имеют смешанный состав, представляют собой весовой лоскут тканей и разделяются по типам волокон. В настоящее время существует переработка тканей,

обеспечивающая переработку путанки и концов пряжи нитей, изготовленных из смешанных и химических волокон для последующего производства нетканых материалов. Кроме этого, существует эффективная отечественная технология переработки трикотажных обрезков и лоскутов полотна для последующего производства нетканых материалов. В дальнейшем изготовленные их отходов нетканые материалы используются в самых различных областях, и в частности:

- в обувной промышленности для производства прокладок и верха домашней обуви;
- в швейной промышленности как утеплитель – ватин;
- при производстве мягкой мебели – в качестве настилочного материала;
- в строительстве – в качестве прокладочного и изоляционного материала;
- во время выполнения других строительных работ.

Текстильные отходы представляют собой одну из составных частей твердых бытовых отходов, также подразделяющихся на отходы потребления и промышленные отходы. Промышленная переработка тканей обеспечивает производство из текстильных отходов вторичных текстильных материалов.

На начальном этапе переработка тканей предусматривает тщательную подготовку, так как в большинстве случаев данного типа отходы сильно загрязнены, неоднородны и состоят из различных типов волокон. Процедура первичной подготовки включает в себя различные технологические операции, в частности: разволокнение текстильных отходов, дезинфекция, удаление пыли, стирка, сортировка, химчистка, резка, повторное разволокнение, производство из разволокненного текстильного материала пряжи.

По завершению данных процедур полученная пряжа используется в качестве исходного сырья для производства нетканых материалов.

Обеспечение максимально эффективной переработки текстильных отходов для дальнейшего производства полезных для общества изделий и материалов является приоритетной задачей научно-технического прогресса в сфере применения вторичных ресурсов. Это поможет не только избежать негативного влияния отходов на окружающую среду и, соответственно, на здоровье человека, но и обеспечит значительную экономию природных ресурсов, а также средств на их разработку.

1.2. Факторы, влияющие на материалоемкость ШТИ

В швейной промышленности действует система норм и нормативов материальных ресурсов, представленных инструкциями по нормированию и рациональному использованию материалов и отходов производства [4]. Обычно при разработке нормативно-технической документации, регламентирующей порядок рационального использования материалов, устанавливаются нормативы на отдельные составляющие отходов: межлекальные, маломерные остатки (мерный и весовой лоскут), по длине и ширине настилов за рамкой раскладки и т. д.

Материалоемкость швейно-трикотажных изделий характеризуется расходом материальных ресурсов, на изготовление единицы изделия:

$$M=f(R_{тр}; R_{вс}; R_{от}; R_{ф}; R_{уп});$$

где: $R_{тр}$ - расход трикотажного полотна, $R_{вс}$ - расход вспомогательных материалов, $R_{от}$ - расход отделочных материалов, $R_{ф}$ -расход фурнитуры и $R_{уп}$. Стоимость материальных затрат определяется как функция зависящая от величины материалоемкости изделия: $C_m=f(M)$. Расход трикотажного полотна зависит от общей площади лекал деталей изделия и величины межлекальных выпадов раскладки $R_{тр}=f(S, \text{см}^2; a, \%)$. Межлекальные выпады в основном возникают в результате нерационального укладывания

лекал деталей сложной конфигурации и вида поверхности применяемого полотна.

В процессе прогнозирования материалоемкости новой модели особое значение имеет правильный выбор основного материала, так как материалы, применяемые для изготовления конкурентоспособной одежды должны иметь заданный уровень эксплуатационных свойств, рационально комплектоваться в изделия для обеспечения необходимых эстетических и потребительских требований. Исходя из этого исследованы основные физико-механические свойства трикотажных полотен таких как поверхностная плотность, устойчивость к истиранию, воздухопроницаемость, разрывные характеристики и структура переплетения.

Межлекальные выпады в основном возникают в результате нерационального укладывания лекал деталей сложной конфигурации и вида поверхности применяемого полотна. Основными факторами, влияющими на изменение величины межлекальных потерь ткани, являются:

- а) количество комплектов лекал в раскладке;
- б) принцип объединения изделий в одной раскладке;
- в) рациональность ширины ткани;
- г) метод настиления тканей в настиле;
- д) вид поверхности ткани;
- е) соотношение между мелкими и крупными деталями в комплекте лекал;
- ж) конфигурация деталей лекал.

Расход ткани при массовом производстве устанавливают на каждую модель, исходя из полезной площади лекал, межлекальных выпадов, потерь ткани по длине при настилении (на слабину полотен, на стыках, на концах настила и немерный лоскут). В качестве объекта исследования выбраны модели швейно-трикотажных изделий и характеристики полотен. В процессе прогнозирования материалоемкости новой модели особое значение имеет

правильный выбор основного материала, потому что материалы, применяемые для изготовления конкурентоспособной одежды должны иметь заданный уровень эксплуатационных свойств, рационально комплектоваться в изделия для обеспечения необходимых эстетических и потребительских требований.

1.3. Методы прогнозирования материалоемкости швейных изделий

Значительные отходы материалов в швейной промышленности, возникающие при раскрое изделий, обуславливают необходимость дальнейшего развития теории и практики нормирования материалов.

В Челябинском филиале ЦНИИШПа разработаны и внедрены три способа сокращения отходов материалов при раскрое изделий различного ассортимента: оптимизация числа комплектов лекал с учетом суммарных отходов; построение плотных многокомплектных раскладок лекал; адаптивное конструирование [5].

В швейной промышленности действует система норм и нормативов материальных ресурсов, представленных инструкциями по нормированию и рациональному использованию материалов и отходов производства. Обычно при разработке нормативно-технической документации, регламентирующей порядок рационального использования материалов, устанавливаются нормативы на отдельные составляющие отходов: межлекальные, маломерные остатки (мерный и весовой лоскут), по длине и ширине настилов за рамкой раскладки и т. д. Однако материалы используются тем рациональнее, чем меньше суммарные отходы.

В конечном итоге важна не структура отходов и величина их составляющих, а достижение максимального процента использования материалов.

Другой проблемой рационального использования материалов можно считать проблему качества текстильных материалов. Наличие текстильных пороков в материалах ведет к увеличению числа разрезов кусков (для размещения дефектов в конце настила или на стыках полотен), увеличению количества маломерных остатков из-за вырезания брака, а также вызывает необходимость индивидуального раскроя полотен.

Затраты швейных предприятий на переработку тканей с текстильными пороками постоянно возрастают и в настоящее время составляют на каждое изделие (платье женское и детское, сорочка мужская и детская, корсетные изделия) в среднем 0,4% его оптовой цены.

В Челябинском филиале ЦНИИШПа был разработан аналитический способ выбора оптимального числа комплектов лекал с учетом суммарных отходов. Сущность этого способа заключается в установлении диапазона оптимального числа комплектов лекал при условии минимизации суммарных отходов межлекальных и маломерных остатков.

Математически поставленную задачу можно сформулировать следующим образом: с увеличением комплектности раскладки N , и следовательно, длины раскладки, количество межлекальных отходов A уменьшается, а количество маломерных остатков B увеличивается. Это означает, что существует оптимальное число комплектов лекал N , для которого количество суммарных отходов C минимальное.

Для аппроксимации процента указанных отходов A , B , C были выбраны следующие трехпараметрические функции [6]:

$$A(N) = A_{\infty} + (A_1 - A_{\infty})e^{-\alpha(N-1)};$$

$$B(N) = B_{\infty} - (B_{\infty} - B_1)e^{-\beta(N-1)}$$

$$C(N) = A(N) + B(N);$$

$$N^0 = \left[2 + \frac{1}{\alpha - \beta} \ln \frac{1 - e^{-\alpha} A_1 - A_\infty}{1 - e^{-\beta} B_\infty - B_1} \right]$$

$A(N), B(N), C(N)$ – процент соответственно межлекальных отходов, маломерных остатков и суммарных отходов в зависимости от числа комплектов лекал N раскладки;

A_∞ и B_∞ - процент соответственно межлекальных отходов и маломерных остатков, который будет получен при неограниченно большом числе комплектов лекал;

A_1 и B_1 - процент соответственно межлекальных отходов и маломерных остатков в однокомплектной раскладке (в случае наличия только однокомплектных раскладок);

α и β – коэффициенты показывающие, насколько быстро функции $A(N)$ и $B(N)$ приближаются к предельному значению A_∞ и B_∞ ;

N - оптимальная комплектность лекал в раскладке, дающая минимальное значение суммарных отходов $C(N)$.

Для определения параметров эмпирических функций зависимости процента межлекальных отходов и маломерных остатков от числа комплектов лекал был использован метод наименьших квадратов. Практически для вычисления процентов межлекальных отходов, маломерных остатков и суммарных отходов в зависимости от числа комплектов лекал корсетных изделий могут быть использованы следующие формулы [7]:

$$A(N) = 18,62 + 4,61e^{-0,23(N-1)};$$

$$B(N) = 0,66 - 0,32e^{-0,09(N-1)};$$

$$C(N) = 19,28 + 4,61e^{-0,23(N-1)} - 0,32e^{-0,09(N-1)}$$

№ = 27.

Для определения оптимального числа комплектов лекал в раскладках с учетом минимального количества суммарных отходов выполнены два

варианта расчетов кусков тканей в настилы. В первом варианте расчеты выполнялись при монотонном возрастании числа комплектов лекал в раскладках, но при сохранении на одном уровне процента малокомплектных раскладок, во втором варианте расчеты выполнялись без указанного ограничения. В обоих случаях суммарные отходы определены в зависимости от изменения показателя среднего числа комплектов лекал. Для первого варианта выигрыш от увеличения числа комплектов лекал в раскладке сводится на нет в результате быстрого увеличения количества маломерных остатков.

Второй вариант расчета, используемый в промышленности, наиболее целесообразен, однако в этом случае диапазон оптимального числа комплектов лекал снижается до 15—19. Реализуемое в настоящее время на практике среднее число комплектов равняется 10—12 (при условии, что все детали изделия раскраиваются из одного вида материала), а это значительно меньше оптимального числа комплектов.

Использование оптимального числа комплектов лекал в раскладках при раскрое, например, корсетных изделий позволяет получить экономию ткани до 0,5—0,8%.

Такой подход к выбору оптимального числа комплектов лекал при раскрое головных уборов на Ташкентской фабрике головных уборов им. Ахунбабаева способствовал уменьшению суммарных отходов на 2,5%. Используемое на этом предприятии среднее число комплектов для выбранной модели составляло 29, а оптимальный диапазон, определенный в результате расчетов, составил 14—19 комплектов.

На трикотажных предприятиях при раскрое трикотажных полотен для уменьшения маломерных остатков в раскладках лекал предусматривают секции. При этом количество секций в раскладках устанавливается

произвольно: 4—6 секций в одной раскладке изделий для взрослых и до 13 секций — в одной раскладке изделий для детей.

Оптимизация числа секций в раскладках лекал при раскрое трикотажных спортивных костюмов позволяет уменьшить суммарные отходы на 0,3—4,8%.

Большинство материалов, используемых в промышленности, поступает на производство в виде стандартных форм. Непосредственное использование таких материалов, как правило, невозможно. Предварительно их разделяют на заготовки необходимых размеров. Это можно сделать, используя различные способы раскроя материала.

Задача оптимального раскроя состоит в том, чтобы выбрать один или несколько способов раскроя материала и определить, какое количество материала следует раскраивать, применяя каждый из выбранных способов. Задачи такого типа возникают в металлургии и машиностроении, лесной, лесообрабатывающей, легкой промышленности.

Выделяют два этапа решения задачи оптимального раскроя. *На первом этапе* определяются рациональные способы раскроя материала. *На втором этапе* решается задача линейного программирования для определения интенсивности использования рациональных способов раскроя.

1. Определение рациональных способов раскроя материала. В задачах оптимального раскроя рассматриваются так называемые рациональные (оптимальные по Парето) способы раскроя. Предположим, что из единицы материала можно изготовить заготовки нескольких видов. Способ раскроя единицы материала называется *рациональным (оптимальным по Парето)*, если увеличение числа заготовок одного вида возможно только за счет сокращения числа заготовок другого вида.

Пусть k — индекс вида заготовки, $k = 1, \dots, q$; i - индекс способа раскроя единицы материала, $i = 1, \dots, q$; a_{ik} — количество (целое число) заготовок

вида k , полученных при раскрое единицы материала i -м способом. Приведенное определение рационального способа раскроя может быть формализовано следующим образом.

Способ раскроя v называется *рациональным (оптимальным по Парето)*, если для любого другого способа раскроя i из соотношений $a_{ik} > a_{vk}$, $k=1, \dots, q$, следуют соотношения $a_{ik} = a_{vk}$, $k=1, \dots, q$.

2. Определение интенсивности использования рациональных способов раскроя.

Обозначения:

j - индекс материала, $j = 1, \dots, n$;

k - индекс вида заготовки, $k = 1, \dots, q$;

i - индекс способа раскроя единицы материала, $i = 1, \dots, p$;

a_{jik} — количество (целое число) заготовок вида k , полученных при раскрое единицы j -го материала i -м способом;

b_k — число заготовок вида k в комплекте, поставляемом заказчику;

d_j - количество материала j -го вида;

x_{ji} - количество единиц j -го материала, раскраиваемых по i -му способу (интенсивность использования способа раскроя);

c_{ji} — величина отхода, полученного при раскрое единицы j -го материала по i -му способу;

y — число комплектов заготовок различного вида, поставляемых заказчику.

Модель A раскроя с минимальным расходом материалов:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^p x_{ji} \rightarrow \min \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^p a_{jka} x_{ji} \geq b_k,$$

где $k = 1, \dots, q$ (2)

$x_{ji} \geq 0$, где $j=1, \dots, n$; $i=1, \dots, p$ (3)

Здесь (1) - целевая функция (минимум количества используемых материалов); (2) - система ограничений, определяющих количество заготовок, необходимое для выполнения заказа; (3) - условия неотрицательности переменных. Специфическими для данной области приложения модели линейного программирования являются ограничения (2).

Модель В раскроя с минимальными отходами:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^p c_{ji} x_{ji} \rightarrow \min \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^p a_{jka} x_{ji} \geq b_k, \text{ где } k = 1, \dots, q \quad (5)$$

$$x_{ji} \geq 0, \text{ где } j=1, \dots, n; i=1, \dots, p \quad (6)$$

Здесь (4) - целевая функция (минимум отходов при раскрое материалов); (5) - система ограничений, определяющих количество заготовок, необходимое для выполнения заказа; (6) - условия неотрицательности переменных.

Модель С раскроя с учетом комплектации:

$$y \rightarrow \max \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ji} \leq d_j, \text{ где } j = 1, \dots, n \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^p a_{jka} x_{ji} \geq b_k, \text{ где } k = 1, \dots, q \quad (9)$$

$$y \geq 0, x_{ji} \geq 0, \text{ где } j=1, \dots, n; i=1, \dots, p \quad (10)$$

Здесь (7) - целевая функция (максимум комплектов, включающих заготовки различных видов); (8) - ограничения по количеству материалов; (9) - система ограничений, определяющих количество заготовок, необходимое для формирования комплектов; (10) - условия неотрицательности переменных. Специфическими для данной области приложения модели линейного программирования являются ограничения (9) [8].

ГЛАВА 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПОКАЗАТЕЛЯ РАСХОДА ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА ОТ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ

2.1. Описание объекта исследования

Изучение процессов технологической подготовки швейно-трикотажного производства показало, что отходы от раскроя трикотажных полотен, в среднем суммарно составляют около 20-35% от общей площади раскраиваемых материалов, наибольшие отходы материалов наблюдаются при настилении трикотажного полотна – до 30%.

Анализ существующих способов раскроя кругловязального трикотажного полотна на швейно-трикотажных предприятиях Узбекистана показал, что с внедрением автоматизированного способа раскроя уменьшаются суммарные отходы за счет повышения точности края при раскрое и возможности маневрирования по ширине полотна. Таким образом, создаются предпосылки для разработки автоматизированной системы управления технологическом процессом подготовки полотна к раскрою и изготовлению (АСУ ТП). Однако, как показали экспериментальные исследования, проведенные в СП «UZ TEKS» и ЧФ «YU-ТЕКС», расход полотна на единицу изделия все равно остается высоким. Очень важно вести учет расхода и отходов полотна на каждом этапе технологического процесса подготовки и раскроя.

Целью данного раздела работы является разработка математических зависимостей показателей расхода трикотажного полотна от различных факторов.

Ранее были сформулированы исходные условия проектирования: виды полотен, факторы, влияющие на количество отходов, разновидности отходов трикотажного производства и др. [9].

Исследования структуры отходов при настилении трикотажного полотна – пике на ЧФ «YU-TEKS» показали, что отходы полотна могут составить до 30%.

Известно, что для экономичности раскладки наибольшее значение имеет определение ее рациональной ширины, при которой величина процента межлекальных отходов не будет превышать 15-20%. Как показал анализ, на предприятие полотно пике поступает с различной шириной (52·2, 100·2, 117·2, 220, 230 см и т.д.). Следовательно, условия раскладки должны меняться в зависимости от ширины полотна. Для проверки такого утверждения были выполнены экспериментальные раскладки лекал мужской сорочки на полотнах с различной шириной с помощью системы CAD/CAM фирмы «GERBER TECHNOLOGI» в диалоговом и автоматическом режимах в программной среде Marker Making.

Вся партия полотна пике в основном используется для изготовления мужских сорочек, размерный ряд которых колеблется в пределах 88-104. В одном настиле одновременно укладываются два или три комплекта лекал одной модели. Как показали результаты исследований, различная ширина полотна без изменения других условий раскладки способствует образованию больших отходов полотна пике (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Количество межлекальных выпадов в зависимости от ширины полотна, в %

Вид изделия	Ширина полотна, см					
	230	220	190	117 · 2	100 · 2	52 · 2
Мужская сорочка	17,82	22,08	24,91	17,09	25,34	11,82

В табл. 2.1 даны результаты сравнительного анализа экспериментальных раскладок лекал, выполненных в автоматизированном и автоматическом режимах. Как видно из табл.1 фактор "ширины"

неоднозначно влияет на экономичность раскладки. Каждая модель имеет свои конструктивные особенности, определяемые количеством, формой и размерами составляющих деталей. Поэтому и понятие "рациональной ширины" для каждой модели будет свое. Влияние конструктивных особенностей моделей на величину отходов объясняется:

- соотношением габаритных размеров наибольших деталей и ширины рамки раскладки;
- количеством деталей и взаимным соотношением размеров деталей внутри одной модели (влияет не столько длина рукава, сколько ее соотношение с длинами основных деталей - полочек и спинки). [10].

В связи с этим в производственных условиях художник обычно решает обратную задачу (рис.2.1), имея полотно конкретной ширины и с определенными свойствами, создает ту или иную модель изделия. Необходимо выявить диапазон наиболее рациональных ширин полотна для группы моделей с определенным конструктивным членением.

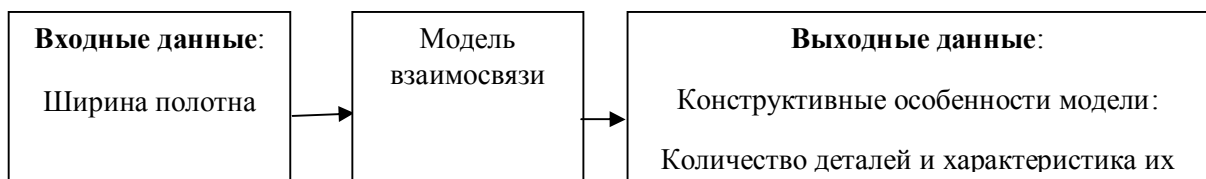


Рис. 2.1. Модель взаимосвязи входных и выходных данных

В настоящем исследовании, пользуясь данной постановкой задачи, предлагается способ проектирования трикотажных изделий, способствующий уменьшению отходов при настилении. В порядке эксперимента выполнены комбинированные раскладки лекал с учетом диапазона изменчивости ширины полотна (52·2, 100·2, 117·2, 220, 230 см). Выбор моделей для комбинирования произведен из условия размещения в каждой раскладке базовой и дополнительных моделей. В нашем эксперименте в качестве

базовой принималась мужская сорочка 88-104 размеров, а дополнительной - любое изделие, пошиваемое из полотна пике. Первоначально разработан каталог комбинируемых моделей с учетом следующих положений:

- возможность запуска и пошива серии моделей в одном потоке;
- максимальное сохранение рабочих мест и схемы размещения оборудования как в случае запуска одной базовой модели, так и дополнительных моделей;
- возможность комбинирования в одной раскладке моделей, различающихся модельными особенностями и размеро-ростом;
- сохранение планового выхода (количества кроя) основной модели с одного настила;
- соответствие внешнего вида и ассортимента потребительскому спросу.

Ниже приведены результаты составления комбинированных раскладок лекал для модельного ряда с мужской сорочкой (табл.2.3.). Количество комплектов изделий в одной раскладке выбиралось в соответствии с производственными условиями предприятия ЧФ «Ю-ТЕКС». В раскладке использованы лекала мужской сорочки 170-100 размера (основная модель) и 128-56 размера (дополнительного ассортимента).

Произведено уточнение и выбор технологической обработки экспериментальных моделей (рис.2.1).

Всего выполнены 198 экспериментальных раскладок лекал, в том числе 168 для полотна пике, 30 для футера, классифицированные по следующим параметрам: 1. Ширина полотна, см : 230, 220, 190, 117 · 2, 100 · 2, 52 · 2;

2. Комплектность раскладок: однокомплектные, двухкомплектные, трехкомплектные, четырехкомплектные;

3. Количество деталей в комплекте. Фрагменты схем раскладок лекал показаны в приложении 2.1.

Основной ассортимент (4.OM001.P)	Дополнительный ассортимент (DM)		
 	 	 	 
	4.DM001.P	4.DM002.P	
	 	 	4.DM005.P
	4.DM003.P	4.DM004.P	

Рис. 2.1. Модельный ряд для комбинированной раскладки (фрагмент)

Таблица 2.2

Величина показателей использования площади раскладки в зависимости от ширины полотна, %. Полотно – пике, комплектность 3:1

Вид комплекта	Ширина полотна, см					
	230	220	190	117 · 2	100 · 2	52 · 2
4.OM001.P	82,18	77,49	75,09	82,09	74,66	88,18
4.DM001.P	73	76,31	77,98	82,84	74,81	88,61
4.DM002.P	82,15	83,13	80,96	83,02	78,07	90,16
4.DM003.P	77,7	81,23	78,9	85,33	78,38	89,53
4.DM004.P	75,62	77,61	80,42	79,19	85,86	88,82
4.DM005.P	81,37	81,85	85,51	86,09	86,73	86,55
В среднем	78,67	79,60	79,81	83,09	79,81	88,63

Примечание: OM – мужская сорочка, DM– дополнительный ассортимент.

2.2. Разработка математических зависимостей показателей расхода трикотажного полотна от различных факторов

2.2.1. Общее представление о корреляционно-регрессивном анализе

Существующие между явлениями формы и виды связей весьма разнообразны по своей классификации. Предметом статистики являются только такие из них, которые имеют количественный характер и изучаются с помощью количественных методов. Рассмотрим метод корреляционно-регрессионного анализа, который является основным в изучении взаимосвязей явлений [11].

Данный метод содержит две свои составляющие части — корреляционный анализ и регрессионный анализ.

Регрессионный анализ является основным методом современной математической статистики для выявления неявных и завуалированных связей между данными наблюдений.

Корреляционный анализ – это проверка гипотез о связях между переменными с использованием коэффициентов корреляции. Коэффициент корреляции – двумерная описательная статистика, количественная мера взаимосвязи (совместной изменчивости) двух переменных. Таким образом, корреляционный анализ это совокупность методов обнаружения корреляционной зависимости между случайными величинами или признаками. Корреляционный анализ для двух случайных величин включает в себе:

- построение корреляционного поля и составление корреляционной таблицы;
- вычисление выборочных коэффициентов корреляции и корреляционных отношений;
- проверка статистической гипотезы значимости связи.

Основное назначение корреляционного анализа – выявление корреляционной связи между двумя или более изучаемыми переменными.

Регрессионный анализ — это количественный метод определения вида математической функции в причинно-следственной зависимости между переменными величинами.

Регрессионный анализ - метод моделирования измеряемых данных и исследования их свойств. Данные состоят из пар значений зависимой переменной (переменной отклика) и независимой переменной (объясняющей переменной). Регрессионная модель есть функция независимой переменной и параметров с добавленной случайной переменной.

Корреляционный анализ и регрессионный анализ являются смежными разделами математической статистики, и предназначаются для изучения по выборочным данным статистической зависимости ряда величин; некоторые из которых являются случайными. При статистической зависимости величины не связаны функционально, но как случайные величины заданы совместным распределением вероятностей [12].

Числовые данные обычно имеют между собой явные (известные) или неявные (скрытые) связи.

Явно связаны показатели, которые получены методами прямого счета, т. е. вычислены по заранее известным формулам. Например, проценты выполнения плана, уровни, удельные веса, отклонения в сумме, отклонения в процентах, темпы роста, темпы прироста, индексы и т. д.

Пользуясь методами корреляционно-регрессионного анализа, аналитики измеряют тесноту связей показателей с помощью коэффициента корреляции. При этом обнаруживаются связи, различные по силе (сильные, слабые, умеренные и др.) и различные по направлению (прямые, обратные). Если связи окажутся существенными, то целесообразно будет найти их математическое выражение в виде регрессионной модели и оценить

статистическую значимость модели [13].

Выбор вида уравнения регрессии задача определения функциональной зависимости, наилучшим образом описывающей данные, связана с преодолением ряда принципиальных трудностей.

В общем случае для стандартизованных данных функциональную зависимость показателя от параметров можно представить в виде:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) + e$$

где f - заранее не известная функция, подлежащая определению;

e - ошибка аппроксимации данных.

Указанное уравнение принято называть выборочным уравнением регрессии. Это уравнение характеризует зависимость между вариацией показателя и вариациями факторов. А мера корреляции измеряет долю вариации показателя, которая связана с вариацией факторов. Иначе говоря, корреляцию показателя и факторов нельзя трактовать как связь их уровней, а регрессионный анализ не объясняет роли факторов в создании показателя.

Еще одна особенность касается оценки степени влияния каждого фактора на показатель. Регрессионное уравнение не обеспечивает оценку отдельного влияния каждого фактора на показатель, такая оценка возможна лишь в случае, когда все другие факторы не связаны с изучаемым. Если изучаемый фактор связан с другими, влияющими на показатель, то будет получена смешанная характеристика влияния фактора. Эта характеристика содержит как непосредственное влияние фактора, так и опосредованное влияние, оказанное через связь с другими факторами и их влиянием на показатель.

В регрессионное уравнение не рекомендуется включать факторы, слабо связанные с показателем, но тесно связанные с другими факторами. Не включают в уравнение и факторы, функционально связанные друг с другом

(для них коэффициент корреляции равен 1). Включение таких факторов приводит к вырождению системы уравнений для оценок коэффициентов регрессии и к неопределенности решения.

Общая классификация корреляционных связей по мнению ученых Ивантера Э.В., Коросова А.В [14].

- 1) сильная, или тесная при коэффициенте корреляции $r > 0,70$;
- 2) средняя при $0,50 < r < 0,69$;
- 3) умеренная при $0,30 < r < 0,49$;
- 4) слабая при $0,20 < r < 0,29$;
- 5) очень слабая при $r < 0,19$.

В настоящее время разработано множество различных коэффициентов корреляции. Самыми важными являются: r -Пирсона, r_s -Спирмена и τ -Кендалла [15].

Условия применения коэффициентов корреляции:

- переменные, измеренные в количественной (ранговой, метрической) шкале на одной и той же выборке объектов;
- связь между переменными является монотонной.

2.2.2. Статистическое изучение взаимосвязи факторов экономичности

Для выявления факторов, влияющих на материалоемкость швейно-трикотажных изделий в процессе раскроя проведена статистическая обработка результатов экспериментальных раскладок.

Выбраны результирующие (Y) и управляемые (X_i) факторы: Y - показатель межлекальных выпадов, %; X_1 - количество деталей в комплекте, шт.; X_2 - комплектность (3/0 – 1, 3/1 – 2); X_3 - длина раскладки, см; X_4 - ширина полотна, см.

Все данные экспериментальных раскладок изложены в Приложении 1.

Всеми перечисленными факторами можно управлять и контролировать для достижения наилучших результатов [16,17].

Решение поставленной задачи осуществлено с помощью регрессионного анализа, который выполнялся на основе построения математических моделей регрессии для всех факторов, влияющих на критерий оптимизации.

Для проведения регрессионного анализа составлены матрица экспериментальных данных, в которых указываются значения всех факторов и соответствующие им значения критерия оптимизации (Y). Факторы представлены полным диапазоном своих значений (табл. 2.2). Значения факторов X_1, X_3, X_4 в матрице представлены в натуральных величинах, X_2 – закодировано.

Таблица 2.3

Результаты экспериментальных раскладок

№ раскладки (количество наблюдений), n	Y	X_1	X_2	X_3	X_4
1	11,82	16,00	1	322,44	52
2	11,39	18,00	2	363,19	52
3	9,84	24,00	2	368,95	52
4	10,47	20,00	2	358,26	52
5	11,18	26,00	2	363,26	52
6	13,45	28,00	2	275,92	52
7	25,34	9,00	1	240	100
8	25,19	13,00	2	223,71	100
9	21,93	18,00	2	231	100
10	21,62	14,00	2	220	100
11	14,14	22,00	2	232	100
12	13,27	35,00	2	221,02	100
13	17,91	8,00	1	240,8	117
14	17,16	18,00	2	242,5	117

Продолжение таблицы 2.3					
15	16,98	19,00	2	226,7	117
16	14,67	19,00	2	235,4	117
17	20,81	18,00	2	234,26	117
18	13,91	25,00	2	231	117
19	19,04	15,00	1	207,26	190
20	24,91	22,00	2	225,17	190
21	19,04	30,00	2	224,28	190
22	21,10	24,00	2	222,53	190
23	19,58	28,00	2	219,61	190
24	14,49	40,00	2	208,25	190
25	22,08	15,00	1	172,49	220
26	23,69	22,00	2	198,7	220
27	16,87	36,00	2	188,65	220
28	18,77	24,00	2	186,66	220
29	22,39	28,00	2	196,5	220
30	18,15	37,00	2	187,91	220
31	17,82	15,00	1	180	230
32	27,00	22,00	2	198,7	230
33	17,85	34,00	2	182,6	230
34	22,30	24,00	2	186,66	230
35	24,38	27,00	2	192,91	230
36	18,63	43,00	2	180,37	230
Σ	659,17	836,00	66	8389,66	5454
Сред. знач.	18,31	23,22	1,83	233,0461	151,5

Для определения математической зависимости между факторами, составлена корреляционная матрица. Она имеет следующий вид:

$$r(y, x_1, x_2, x_3, x_4) = \begin{pmatrix} 1 & & & & \\ r(y, x_1) & 1 & & & \\ r(y, x_2) & r(x_1, x_2) & 1 & & \\ r(y, x_3) & r(x_1, x_3) & r(x_2, x_3) & 1 & \\ r(y, x_4) & r(x_1, x_4) & r(x_2, x_4) & r(x_3, x_4) & 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

где

$$r(y, x_i) = \frac{\overline{yx_i} - \overline{y}\overline{x_i}}{\sigma_y \sigma_{x_i}}, \quad \overline{x_i} = \frac{1}{36} \sum_{k=1}^{36} X_{ik}, \quad \sigma_{x_i}^2 = \frac{1}{36} \sum_{k=1}^{36} (X_{ik} - \overline{x_i})^2, \quad \sigma_{x_i} = \sqrt{\sigma_{x_i}^2}, \quad i = 1, 2, 3, 4.$$

$$r(y, x_1, x_2, x_3, x_4) = \begin{pmatrix} 1 & & & & \\ -0,2084 & 1 & & & \\ -0,0672 & 0,5528 & 1 & & \\ -0,6671 & -0,2222 & 0,0485 & 1 & \\ 0,5858 & 0,3887 & 0 & -0,8359 & 1 \end{pmatrix}$$

Линейный коэффициент корреляции принимает значения от -1 до $+1$.

Теснота связи между признаками оценивалась по шкале Чеддока [18]:

$0,1 < r(x, y) < 0,3$: слабая;

$0,3 < r(x, y) < 0,5$: умеренная;

$0,5 < r(x, y) < 0,7$: заметная;

$0,7 < r(x, y) < 0,9$: высокая;

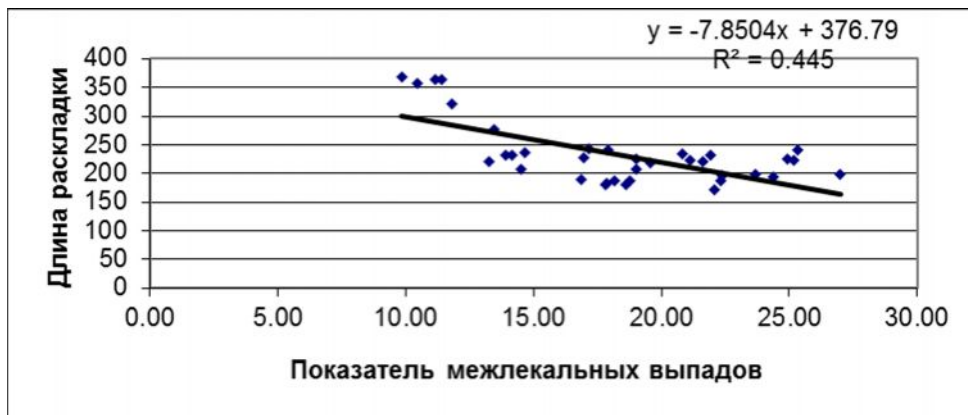
$0,9 < r(x, y) < 1$: весьма высокая.

По данным корреляционной матрицы (1) можно сказать, что математическая зависимость наиболее существенна между факторами (Y, X_3) , (Y, X_4) и (X_3, X_4) . Соответственно полученным результатам в дальнейшем будут исследованы вышеуказанные пары.

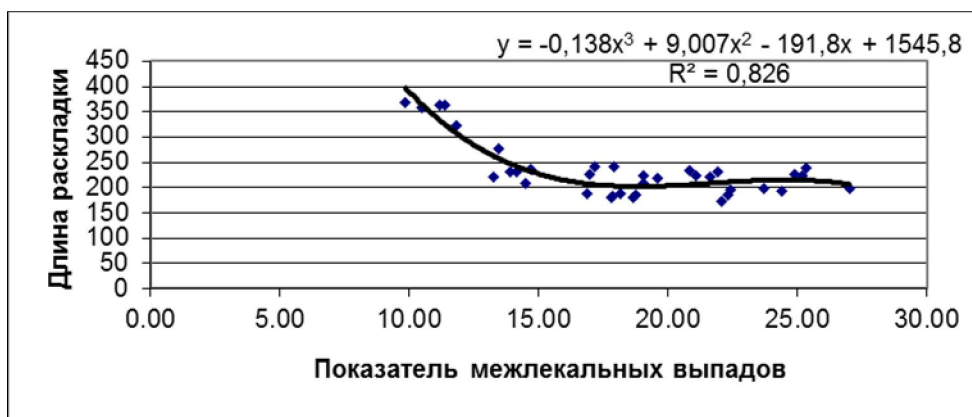
Составление уравнений зависимостей. Графический метод позволяет наглядно показать форму связи между изучаемыми показателями и вид зависимости между исследуемыми парами.

Построены графики и рассмотрены несколько вариантов возможных зависимостей. При наибольшей величине коэффициента детерминации

R^2 зависимость будет выше и соответственно, этот результат будет принят достоверным.



а) Линейная



б) Полиномиальная



в) степенная

Рис. 2.2 Зависимость величины межлекальных выпадов раскладки (Y) от длины раскладки (X_3)

Из графиков на рис. 2 видно, что уравнение регрессии в полиномиальном виде более достоверно ($R^2=0,826$). Следовательно, можно выдвигать гипотезу о том, что факторы имеют зависимость в виде $y = -0,1385x^3 + 9,0079x^2 - 191,88x + 1545,8$

Для оценки статистической значимости коэффициентов регрессии и корреляции рассчитывался t- критерий Стьюдента и доверительные интервалы каждого из показателей [19,20]. Выдвинута гипотеза H_0 о случайной природе показателей, т.е. о незначимом их отличии от нуля. Проверим гипотезу H_0 о равенстве отдельных коэффициентов регрессии нулю (при альтернативе H_1 не равно) на уровне значимости $\alpha= 0,05$.

$$H_0 = r(y, x_3) = 0 \text{ (между факторами } y \text{ и } x_3 \text{ не существует связи),}$$

$$H_1 = r(y, x_3) \neq 0 \text{ (между факторами } y \text{ и } x_3 \text{ существует связь),}$$

При $\alpha=0,05$ (95% вероятности достоверности)

$$T_n = \frac{|r(y, x_3)|\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2(y, x_3)}} = \frac{0,67\sqrt{34}}{\sqrt{1-0,67^2}} = \frac{3,9}{\sqrt{0,5511}} = 5,25 \quad (2)$$

Где T_n является доверительным интервалом. Доверительный интервал показывает, что фактическая реализация прогноза будет заключена в данном интервале с заданной вероятностью.

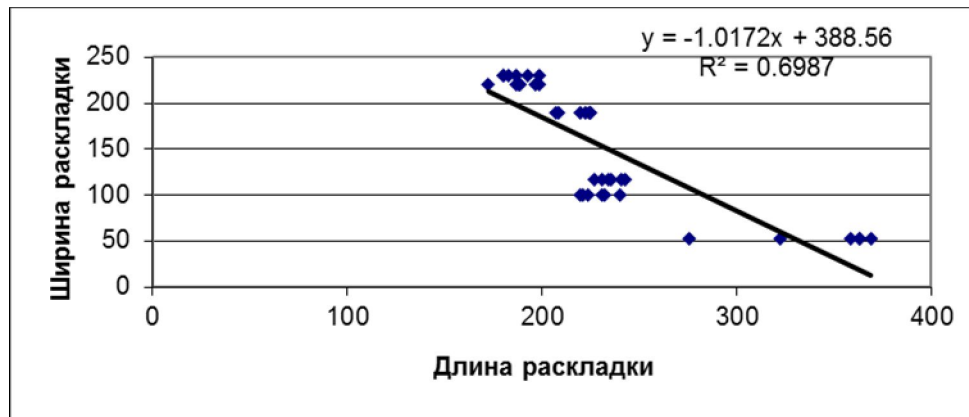
При $\alpha=0,05$ степень свободы критической точки распределения Стьюдента [21] равна $k = n-2 = 34$, в таком случае:

$$t_{kr} = (0,05; 34) = 1,69$$

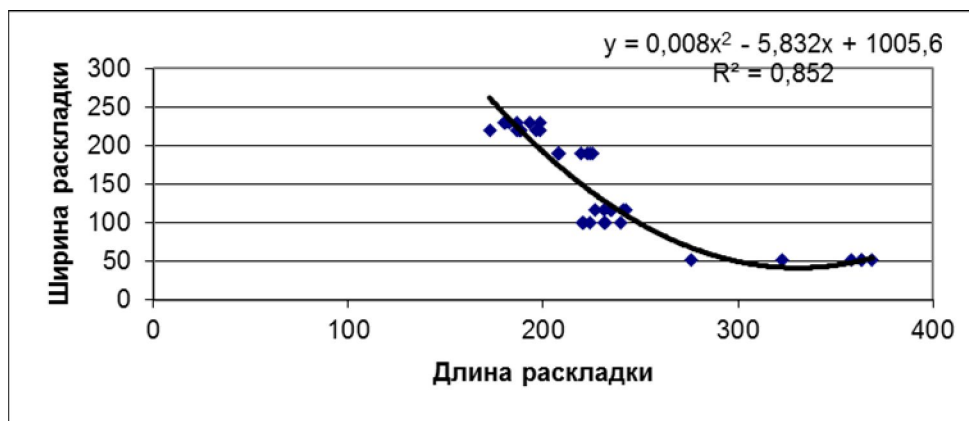
$$T_n = 5,25 > 1,69 = t_{kr}(0,05; 34)$$

Значит, гипотеза H_0 отвергается и принимается гипотеза H_1 . Между факторами y и x_3 существует связь.

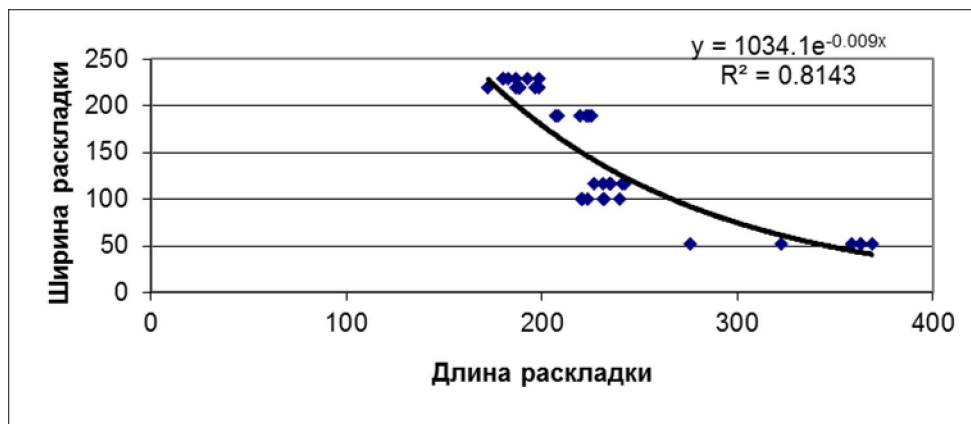
Также проверялась степень взаимосвязи между X_3 , X_4 и Y , X_4 . Построен график зависимостей X_3 и X_4 (рис.3).



а) линейная



б) полиномиальная



в) экспоненциальная

Рис. 2.3. Графики зависимостей величины длины раскладки (X_3) от ширины полотна (X_4)

Из графиков видно, что уравнение регрессии в полиномиальном виде более достоверно и можно выдвигать гипотезу о том, что факторы имеют зависимость в виде:

$$\hat{y} = 0,0088x^2 - 5,8322x + 1005,6 \quad (R^2 = 0,852) \quad (3)$$

Аналогично проверяется гипотеза о существовании взаимосвязи между факторами X_3 и X_4 :

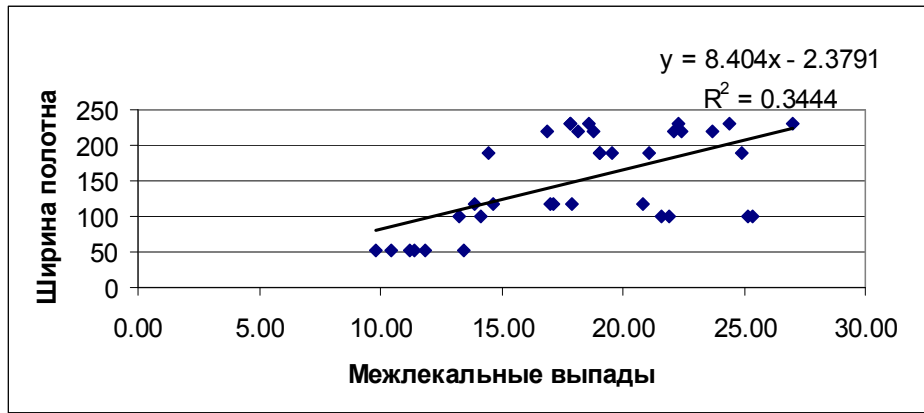
$$T_n = \frac{|r(y, x_3)|\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2(y, x_3)}} = \frac{0,83\sqrt{34}}{\sqrt{1-0,83^2}} = \frac{4,84}{\sqrt{0,3111}} = 8,69$$

При $\alpha=0,05$ степень свободы критической точки распределения Стьюдента равна $k = n-2 = 34$ (n =количество наблюдений), в таком случае:

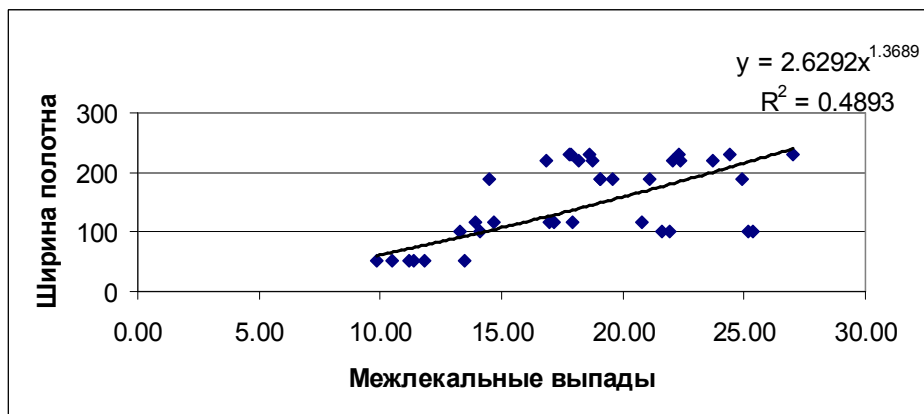
$$t_{kr} = (0,05; 34) = 1,69$$

$$T_n = 8,69 > 1,69 = t_{kr}(0,05; 34)$$

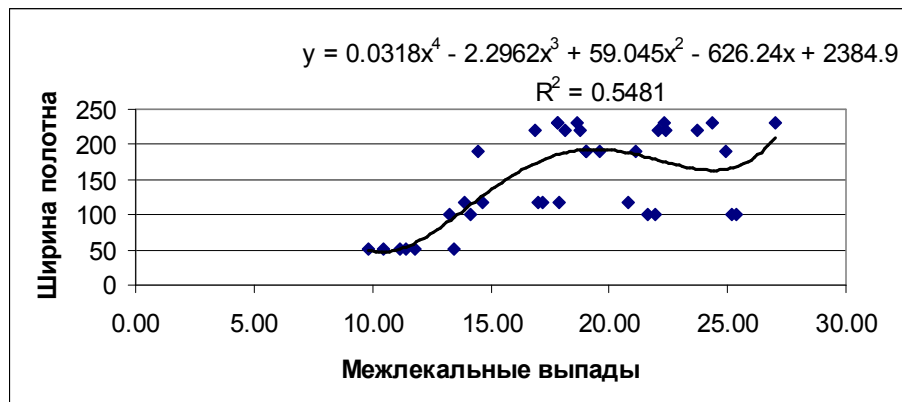
В этом случае, также как и в предыдущем случае, гипотеза H_0 отвергается и принимается гипотеза H_1 .



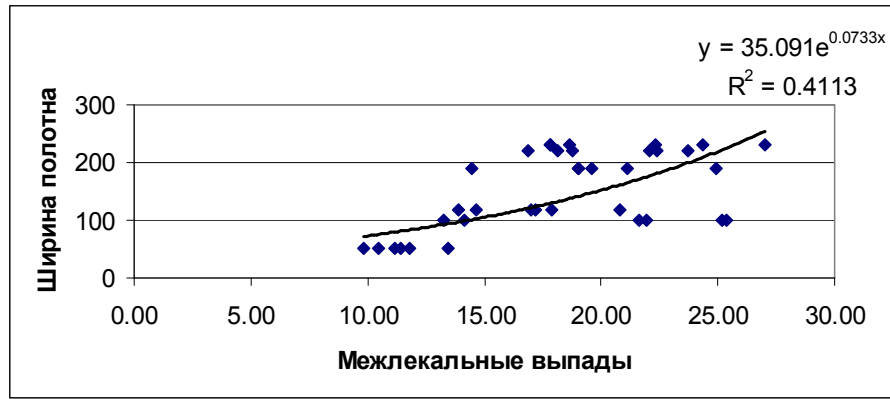
а) линейная



а) степенная



в) полиномиальная



г) экспоненциальная

Рис. 2.4. Зависимость величины межлекальных выпадов раскладки (Y) от ширины полотна (X_4)

Из графиков видно, что уравнения регрессии рассмотренных видов не имеют высокого коэффициента детерминации, и поэтому гипотеза достоверности взаимосвязи факторов Y , X_4 не выдвигалась.

Далее исследована взаимосвязь между факторами X_3 , X_4 . С целью удобства фактор X_4 обозначен y , а фактор X_3 через x .

Проверка гипотезы о значимости. С использованием полученного уравнения регрессии, рассчитана ошибка аппроксимации по следующей формуле:

$$E = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| 100\% = 9\% \quad (4)$$

Проверка адекватности линейной модели уравнении регрессии:

$\hat{y} = 0,0088x^2 - 5,8322x + 1005,6$ значимо. Для проверки этой гипотезы используем критерий Фишера [22].

Проверка адекватности модели. Вычисляем дисперсию неадекватности по формуле (5) и сравниваем с критическим значением распределения Фишера:

$$F_{\text{факт}} = \frac{\Sigma(\hat{y} - \bar{y})^2 / 2}{\Sigma(y - \hat{y})^2 / (n - 3)} \quad (5)$$

$F_{\text{табл}}$ – это максимально возможное значение критерия, которое могло сформироваться под влиянием случайных факторов при данных степенях свободы и уровне значимости α . Уровень значимости α – вероятность отвергнуть правильную гипотезу при условии, что она верна. По таблицам критических (табличных) значений найдено значение F-критерия: $F(\alpha; k_1; k_2)$, где $k_1 = m$, $k_2 = n - m - 1$. Для линейного уравнения парной регрессии с уровнем значимости $\alpha = 0,05$ необходимо в таблице значений найти значение $F(0,05; 1; n - 2)$ [23].

n – число единиц совокупности;

m – число параметров при переменных x .

При $F_{\text{табл}} < F_{\text{факт}}$, гипотеза H_0 о случайной природе оцениваемых характеристик отклоняется и признается их статистическая значимость и надежность.

При уровне значимости $\alpha = 0,05$ критерий Фишера:

$$F_{\text{кр}} = (0,05; 2,33) = 3,28$$

$$F_{\text{факт}} = 32,69 \geq 3,28 \Rightarrow \text{уравнение регрессии значимо.}$$

Далее проверим гипотезу о значимости коэффициентов регрессии. Известно, что связь между факторами X_3, X_4 имеет следующий вид:

$$y = cx^2 + bx + a, \text{ где } c = 0,0088; b = -5,8322; a = 1005,0.$$

Обозначим $x = x_1, x^2 = x_2$, то получается уравнение $y = a + bx_1 + cx_2$.

Для оценки статистической значимости коэффициентов регрессии и коэффициента корреляции также был рассчитан t-критерий Стьюдента. Выдвинута гипотеза H_0 о случайной природе показателей, т.е. о незначимом их отличии от нуля. Наблюдаемые значения t-критерия рассчитаны по

формулам (6) и (7). Для проверки статистической значимости коэффициентов уравнения регрессии и коэффициента корреляции используются следующие критерии Стьюдента:

$$t_b = \frac{b}{m_b}, \quad t_c = \frac{c}{m_c}, \quad (6,7)$$

где: m_b, m_a – случайные ошибки параметров линейной регрессии и коэффициента корреляции; t_b, t_c ,- берутся из таблицы.

$$m_b = \frac{\sigma_y = \sqrt{1 - R_{y,x_1,x_2}^2}}{\sigma_{x_2} = \sqrt{1 - R_{x_1,x_1,x_1}^2}} * \frac{1}{\sqrt{n-3}}, m_c = \frac{\sigma_y = \sqrt{1 - R_{y,x_1,x_2}^2}}{\sigma_{x_2} = \sqrt{1 - R_{x_1,x_1,x_1}^2}} * \frac{1}{\sqrt{n-3}}$$

(8,9)

Величина R^2 показывает связь между 3-мя факторами. Здесь R_{x_1,x_1,x_1}^2 коэффициент многомерной детерминации.

Рассчитываем коэффициенты уравнения регрессии. Для этого рассчитываются корреляционные коэффициенты между y, x_1, x_2 :

$$r(y, x_1, x_2) = \begin{pmatrix} 1 \\ -0,85586 & 1 \\ -0,77163 & 0,9885 & 1 \end{pmatrix}$$

$$r(x_1, x_2) = \begin{pmatrix} 1 \\ 0,9885 & 1 \end{pmatrix},$$

и детерминанты матриц:

$$\Delta r_{(y,x_1,x_2)} = 1 + 2 * 0,83586 * 0,7716 - (0,7716)^2 - (0,83586)^2 - (0,9885)^2 = 0,004$$

$$\Delta r_{(x_1,x_2)} = 1 - (0,9885)^2 = 0,023$$

$$R^2_{yx_1x_2} = \sqrt{1 - \frac{\Delta r(y, x_1, x_2)}{\Delta r(x_1, x_2)}} = \sqrt{1 - \frac{0,04}{0,023}} = 0,91$$

$$R^2_{x_1x_2} = 0,83,$$

точно

также

$$R^2_{yx_1x_2} \approx 0,99 m_b = \frac{\sqrt{2956,36}}{\sqrt{4346,58}} * \frac{\sqrt{1-0,83}}{\sqrt{1-0,99}} * \frac{1}{\sqrt{36-3}} = 0,6$$

$$t_b = \frac{5,8322}{0,6} \approx 9,72$$

При значении $t_{\alpha, n-2}$ берется из таблицы: $t_{\alpha, n-2} = 2,03$.

$$t_b = 9,72 > 2,03 = t_{\alpha, n-2},$$

т.е. коэффициент b является значимым [24]. Аналогично можно проверить значимость коэффициента c .

Полученные все виды зависимостей исследованных факторов представлены в табличном виде (табл. 2.3 и 2.4).

Таблица 2.4

Линейный коэффициент корреляции между факторами раскладок $r(y, x_1, x_2, x_3, x_4)$	Y	X_1	X_2	X_3	X_4
Y	1				
X_1	-0,2084 (слабая)	1			
X_2	-0,0672 (слабая)	0,5528 (заметная)	1		
X_3	-0,6671 (заметная)	-0,222 (слабая)	0,0485 (слабая)	1	
X_4	0,5858 (заметная)	0,3887 (умеренная)	0 -	-0,8359 (высокая)	1

Таблица 2.5

Факторы	Вид связи между факторами	Коэффициент детерминации (R^2)	Уравнение зависимости
Y, X ₃	Линейная зависимость	0,445	$y = -7,8504x + 376,79$
	Полиномиальная зависимость	0,826	$y = -0,1385x^3 + 9,0079x^2 - 191,88x + 1545,8$
	Степенная зависимость	0,521	$y = 1123,9x^{-0,556}$
Y, X ₄	Линейная зависимость	0,3444	$y = 8,404x + 2,3791$
	Полиномиальная зависимость	0,548	$y = 0,0318x^4 - 2,2962x^3 + 59,045x^2 + 626,24x + 2384,9$
	Степенная зависимость	0,4893	$y = 2,6292x^{1,3689}$
	Экспоненциальная зависимость	0,4113	$y = 35,091e^{0,0733x}$
X ₃ , X ₄	Линейная зависимость	0,6987	$y = -1,0172x + 388,56$
	Полиномиальная зависимость	0,852	$y = 0,0088x^2 - 5,8322x + 1005,6$
	Экспоненциальная зависимость	0,8143	$y = 1034,1e^{-0,009x}$

2.3. Разработка рациональных методов технологической обработки верхней одежды из отходов трикотажного полотна

Перспективным направлением рационального использования отходов в швейно-трикотажной промышленности является организация производства трикотажных изделий путем комбинирования их из различных материалов (кожа, мех, нетканое полотно, ткань).

Изделия из комбинированных материалов всегда в тренде и имеют повышенный спрос. Особенно, такие изделия актуальны для детской, верхней женской и мужской одежды. Однако волокнистый состав, способ выработки, физико-механические и структурные характеристики, применяемое оборудование, и методы технологической обработки комбинируемых материалов отличаются друг от друга, из-за чего имеются трудности в организации процесса пошива в одном потоке. Производство готовых изделий из комбинированных материалов требует изучения режимов их обработки, подбора параметров технологического оборудования, прикладных и соединительных материалов. Следовательно, исследование способов технологической обработки комбинируемых материалов при изготовлении изделий из отходов трикотажного полотна является актуальным.

Для прогнозирования свойств ниточных соединений из различных материалов и обоснованного выбора методов обработки деталей и узлов изделия проведено экспериментальное исследование [25].

В качестве исследования в данном разделе работы выбраны отходы трикотажного полотна-футер, искусственная кожа, искусственный мех, из которых было в дальнейшем разработано изделие. Эскизы предложения, технический рисунок и разрезы узлов разработанного изделия даны в Приложении 2. Характеристика исследуемых образцов и конфекционная карта даны в табл. 2.5 и 2.6.

Задачей исследования явилось определение прочностных характеристик швов и влияние усилия лапки на деформацию материала при стачивании. Экспериментальные исследования проведены в швейной лаборатории кафедры КТШИ и сертификационном центре ТИТЛП.

Таблица 2.6

Характеристика комбинируемых материалов

Вид материала и пакета	Волокнистый состав	Толщина, мм	Поверхностная плотность, (гр./м ²)	Назначение
Трикотажное полотно футер	100% хлопок	1,5	379,7	Детали верха
Искусственная кожа	100% синтетическое волокно	0,7	302,4	Детали верха
Искусственный мех	100% синтетическое волокно, (ворс ПАН)	3	710,3	Детали верха
Прокладочный пакет: Трикотаж + дублирин	Трикотаж-100% хлопок, дублирин-100% полиэфир	1,2	463,9	Детали верха

Таблица 2.7

Рекомендуемые режимы влажно-тепловой обработки женских жакетов

Волокнистый состав и др. характеристика основного материала	Качество пара	Температура воздействия, °С	Характеристика подошвы	Давление пара, бар
полушерстяные	сухой	160-170	Тройная предохранительная	5-6
шерстяные	влажный	160-170	Тройная предохранительная	5-6
Шерстяные типа	сухой	180-190	Тефлон	5-6

джерси				
льняные	влажны й	215-230	Тройная предохранительная	5-6
хлопчатобумажны е	влажны й (мало влаги)	160-180	Тройная предохранительная	5-6
Из химических волокон (синтетические- полиэфир)	очень сухой	160-200	Тефлон	5-6
Из химических волокон (синтетические- полиамид)	сухой	150-160	Тефлон	4-5

Таблица 2.8

Рекомендации по выбору оборудования и приспособлений малой механизации

Характеристика рекомендуемого оборудования				Марка ППМ
Назначение	Класс, марка технологического оборудования, предприятие-, фирма-, страна-, изготовитель	Тип стежка	Группа обработки материалов	
Стачив-обметочная	МО-3716 NF-FF6-300/ТО39 JUKI, Япония	401x504	Средние	-
Подшивочная	45-223 STROBEL, Германия	103	Средние	1-44 мозм ЦНИИШП 3-135 мозм ЦНИИШП
Петельный п/а	МЕВ-3200 SSMM JUKI, Япония	404	Средние	-
Пуговичный п/а	АМВ-289 JUKI, Япония	107	Средние	-

Таблица 2.9. Рекомендуемые режимы дублирования

Волокнистый состав материалов	Давление, бар	Время воздействия, с	Температура дублирования, °С
Полушерстяные	2-4	до 20	120-132
Чистошерстяные	0 или близкое к 0	16-17	
Льняные	5-6	до 20	
Из химических волокон (синтетические)	2-3	10-12	
Из химических волокон (синтетические) ворсовые	0 или близкое к 0	10-12	

2.3.1. Методика эксперимента

Ниточный способ соединения деталей является классическим и имеет наибольший удельный вес при изготовлении швейных изделий. Этот способ соединения деталей одежды сравнительно прост и максимально обеспечен технологическим оборудованием. Он позволяет соединять практически все виды материалов.

На прочность ниточных соединений большое внимание оказывает качество и прочность швейных ниток. Ассортимент ниток в швейном производстве в настоящее время значительно расширился за счет искусственных и синтетических волокон, что позволяет более тщательно и обоснованно подбирать нитки а соответствии со свойствами материала и назначением одежды

Определение прочностных характеристик швов. При изготовлении одежды одного и того же вида используют различные швы и ниточные строчки, выбор которых предопределяется сшиваемыми материалами, назначением одежды и характером воздействий (физических, химических, биологических). Стойкость ниточных соединений к различным воздействиям составляет важнейший качественный показатель, определяющий функциональную надежность и долговечность одежды. [26].

Прочность ниточных соединений оценивается разрывной нагрузкой, вызывающей разрушение ниток строчки, т.е. ниточного соединения. Большое влияние на прочность ниточных соединений оказывает частота стежков в строчке, т.е. количество ниточных звеньев, воспринимающих растягивающее усилие. Необходимо иметь ввиду, что ниточные соединения считаются разрушенными даже при разрыве нескольких стежков.

Прочность швов характеризуется разрывной нагрузкой при растяжении в поперечном направлении шва, разрывной нагрузкой и удлинением в

продольном направлении и выносливостью шва при многократном растяжении.

Испытания швов выполнены в соответствии с ОСТ 17739-78 «Изделия швейные. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения ниточных швов». Направления приложения растягивающих усилий приняты вдоль и поперек шва [27].

Направление выкраивания полосок трикотажа размером 160x50мм установлено в зависимости от характера исследуемого шва в изделии: по петельному столбику, по петельному ряду и по диагонали (под углом 45° относительно петельных столбиков).

Направление выкраивания полосок кожи и искусственного меха размером 160x50мм установлено только по основе. Таким образом при постоянной частоте вращения главного вала, среднем давлении лапки, частоте строчки 3 стежка на 10мм и нитками одной толщины обработаны 9 образцов:

- 3 со стачным швом (дублированный трикотаж + искусственная кожа);
- 3 со с настрочным швом с открытым срезом (дублированный трикотаж + искусственная кожа);
- 3 со стачным швом (дублированный трикотаж + искусственный мех).

Образцы пошиты на универсальной машине прямой строчки ЖК-8900. Шов располагают вдоль образца, на расстоянии 10 мм от края. Экспериментальные исследования образцов проведены на автоматической разрывной машине марки «СТАТИМАТ С».

Определение влияния давления лапки на деформацию материалов при стачивании деталей. Для определения влияния этого фактора заготовлено 6 образцов (3-трикотаж и кожа; 3-трикотаж и мех) размером 20x240. Частота строчки при проведении эксперимента принимается равной 4 стежкам на 10мм. Образцы пошиты на универсальной машине прямой

строчки JK-8900. Шов располагают вдоль образца, на расстоянии 10 мм от края.

Результаты экспериментальных исследований приведены в 2.9 и 2.10.

2.3.2. Обсуждение результатов испытаний

Проведен сравнительный анализ прочности швов в зависимости от вида шва, вида материала, угла раскраивания образца. Результаты эксперимента показали, что прочность шва у образца №1, выкроенного по петельному столбику и обработанному настрочным швом с открытым срезом выше всех (343,218 N). Еще один фактор который повлиял на это - растягиваемость искусственной кожи. Именно поэтому показатели прочности швов в образцах из кожи выше чем в образцах из меха, в среднем на 24,6 % выше. Так как наглядно видно на диаграмме, образцы, выкроенные по петельному столбику имеют результат выше по сравнению с выкроенными по диагонали и по петельному ряду, например, образец №1 выше на 51,4 % чем образцы №2 и на 58,6 % чем №3.

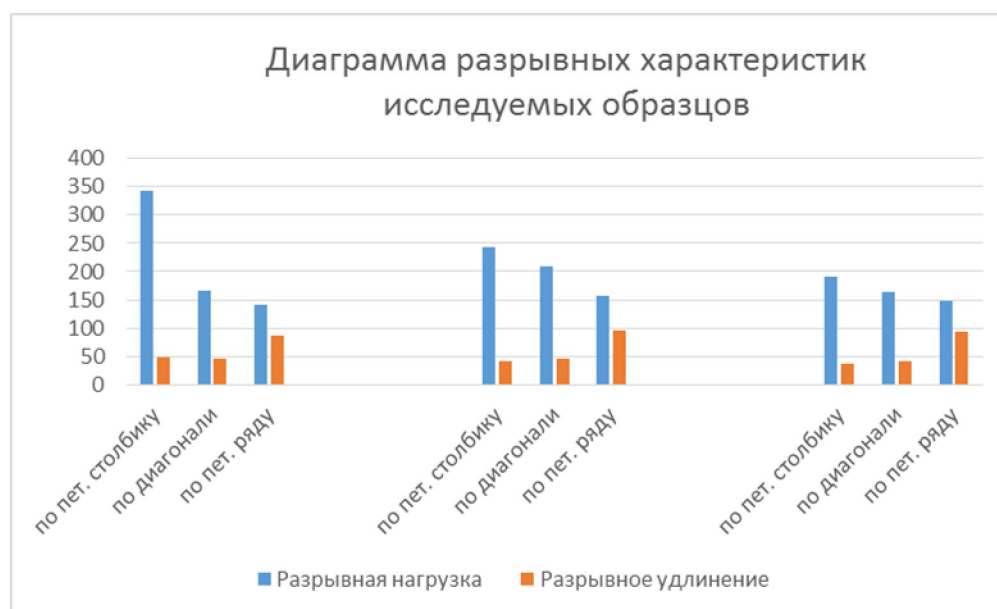


Рис 5. Сравнительная диаграмма разрывных характеристик исследуемых образцов.

Таблица 2.9

Показатели прочностных характеристик швов

Комбинируемые материалы	Вид шва	№ образца	Направление выкраивания полосок трикотажа	Разрывная нагрузка, (N)	Разрывное удлинение, (%)
Трикотаж + кожа	Настрочной шов открытым срезом	1	по петельному столбику	343,218	48,13
		2	по диагонали	166,768	46,61
		3	по петельному ряду	142,043	86,93
	Стачной шов	4	по петельному столбику	234,828	41,15
		5	по диагонали	209,984	45,32
		6	по петельному ряду	157,937	94,95
Трикотаж мех	Стачной шов	7	по петельному столбику	191,906	36,30
		8	по диагонали	163,981	41,78
		9	по петельному ряду	147,750	92,73

Исследование влияния усилия лапки на деформацию материала.

Одним из показателей качества ниточных соединений является посадка материала при стачивании деталей. Посадка может образоваться по различным причинам: прижимное усилие лапки, несоответствие разрывного удлинения нитки с аналогичным показателем материала, частота вращения главного вала и др.

Влияние усилия лапки на деформацию материала при стачивании определяется на образцах материала, выкроенной по долевой нити (ткань) или по направлению петельного столбика (трикотаж) при максимальном, среднем и минимальном давлении лапки. Частота вращения главного вала машины при всех экспериментах постоянная.

Результаты измерения длины образцов до и после стачивания, а также расчет величин посадки и стягивания записаны в таблицу 2.8.

Таблица 2.10

Результаты экспериментальных исследований влияния усилия лапки на деформацию комбинированных соединений

Давление лапки	Комбинируемые материалы	Длина верхнего слоя (трикотаж), мм		Длина нижнего слоя (кожа или мех), мм		Величина деформации			
		До стачивания	После стачивания	До стачивания	После стачивания	Стачивание		Посадка	
						мм	%	мм	%
Слабое	Кожа + трикотаж	240	242	240	242	240	100	0	0
Среднее		240	242	240	238	238	99	4	1,6
Сильное		240	248	240	240	240	100	8	3,33
Слабое	Мех + трикотаж	240	240	240	236	236	98	4	1,6
Среднее		240	240	240	240	240	100	0	0
Сильное		240	240	240	248	240	100	8	3,33

Проанализированы свойства швов и давления лапки для изготовления женской куртки. По результатам испытаний при сильном и слабом видах давления в образцах с кожей особых изменений нет, а сильное давление увеличило верхний слой образца на 8 мм, посадка равна 3,33 %. Почти та же картина наблюдается в образцах с мехом, при сильном давлении посадка составила 3,33 %, при среднем давлении никаких изменений нет, а вот при слабом давлении длина нижнего слоя приравнялась 236 мм, это и позволяет сделать вывод что посадка пропорциональна давлению лапки, чем выше давление, тем больше посадка материала. Поэтому, целесообразно выбрать средний режим для давления лапки.

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА НОВУЮ МОДЕЛЬ ТРИКОТАЖНОГО ИЗДЕЛИЯ С УЧЕТОМ РАСХОДА ПОЛОТНА

3.1. Разработка конструкции верхней одежды из отходов трикотажного изделия

В качестве базовой основы для построения конструкции женского жакета из комбинированных материалов использована ТБК женского жакета 164-88- 92 размера, разработанная в ЧФ «Уста ширин». Предварительно были изготовлены макеты женской куртки, в которых проверялась посадка на типовой фигуре [27]. При изготовлении макетов куртки прибавка по линии груди составляла 6 см. В ходе примерки были устранены дефекты БК. Основные габаритные размеры БК куртки, чертеж БК, МК представлены на рисунке в Приложении 3.

3.2. Разработка лекал на новую модель

Основные лекала верха женской куртки, разработанные по чертежу МК изложены в Приложении 4.

Таблица 3.1. Конфекционная карта

№	Наименование	Образец
1	Трикотажное полотно «Футер»	
2	Искусственная кожа	
2	Искусственный мех	
3	Подкладочная ткань	
4	Прокладочная ткань	
5	Швейные нитки (№40)	
6	Замок молния	

3.3. Расчет экономической эффективности

Расчет себестоимости продукции. В соответствии с «Положением о составе затрат по производству и реализации продукции» от 2004 года все затраты группируются на затраты, включаемые в производственную себестоимость продукции и затраты не включаемые в себестоимость, но включаемые в расходы периода, которые учитываются в прибыли от основной деятельности (исключаются из налогооблагаемой базы) [28,29].

В связи с этим группировка статей затрат выглядит следующим образом:

- I. Производственные материальные затраты.
- II. Затраты на оплату труда производственного характера.
- III. Затраты на социальные отчисления.
- IV. Амортизация основных производственных фондов.
- V. Прочие затраты производственного характера.
- VI. Итого производственная себестоимость продукции.
- VII. Расходы периода

I. Производственные материальные затраты включают:

- 1.1 сырье и основные материалы;
- 1.2 материалы для упаковки продукции;
- 1.3 топливо и пар на технологические нужды;
- 1.4 износ малоценного инвентаря;
- 1.5 расходы на отопление зданий, материалы на содержание зданий производственного назначения;
- 1.6 материалы на содержание и текущих ремонт производственных зданий и оборудования;
- 1.7 затраты на все виды электроэнергии.

Расшифровка материальных затрат

Таблица

№ п/п	Материалы	Ед. изм.	Норма расхода	Вариант 1		Вариант 2	
				Цена за единицу (Сум)	Затраты на единицу (Сум)	Цена за единицу (Сум)	Затраты на единицу (Сум)
1	Трикотажное полотно	кг.	0,33	20 000,00	6 680,00	5 000,00	1 670,00
2	Подкладочная ткань	м.	1,50	6 00,00	9 000,00	6 00,00	9 000,00
3	Приклад	м.	1,40	6 00,00	8 400,00	6 00,00	8 400,00
4	Кожа	м.	0,98	40 000,00	39 000,00	12 000,00	11 700,00
5	Мех	м.	0,35	90 000,00	31 500,00	30 000,00	10 500,00
6	Замок длинный	шт.	1,00	4 500,00	4 500,00	4 500,00	4 500,00
7	Нитки	кат.	1,00	800,00	800,00	800,00	800,00
8	Ярлык	шт.	1,00	100,00	100,00	100,00	100,00
9	Фирменный знак	шт.	1,00	150,00	150,00	150,00	150,00
	I. ИТОГО: (С _м)				100 130,00		46 820,00
	II. Реализ. весовые отходы Ор				784,00		533,50
	II. Транспортные загот. Расходы Тзр				2 002,60		936,40
	ВСЕГО затрат по 1 статье З₁				101 348,60		47 222,90

Сырьё и основные материалы.

В данном разделе учитаны ткани верха, подкладочная ткань, прокладочная ткань, нитки, и замок молния. В 1-варианте расчета такие материалы как трикотаж, искусственная кожа и искусственный мех куплены по обычным ценам, во 2-варианте по цене маломерных остатков.

Затраты определяются умножением нормы расхода материала на калькуляционную единицу на цену единицы измерения и сводятся в следующую таблицу.

Сводная таблица производственных материальных затрат.

Таблица 3.3

Статьи производственных затрат	Расчет затрат	Вариант 1		Вариант 2	
		Общая сумма (тыс. сум)	в %	Общая сумма (тыс. сум)	в %
I. Прямые материальные затраты					
1. Сырье и материалы	$Z_{1.1} = B_r * 311$	2 842 828,23	97,45	1 324 602,35	95,73
2. Материалы для упаковки	$Z_{1.2} = Z_{1.1} * (1 \div 2\%)$	28 428,28	0,97	13 246,02	0,96
3. Топливо и пар на технологические нужды	$Z_{1.3} = B_r * C_{квт}$	19 635,00	0,67	19 635,00	1,42
II. Косвенные материальные затраты					
4. Износ малоценного инвентаря	$Z_{1.4} = K_{тех.об.} * (1 \div 3\%)$	707,10	0,02	707,10	0,05
5. Расходы на отопление зданий произв. назначения	$Z_{1.5} = S_{ц} * C_{отоп.1м2.}$	7 063,20	0,24	7 063,20	0,51
6. Материалы на содержание и текущий ремонт производственных зданий.	$Z_{1.6} = S_{ц} * C_{рем.1м2.}$	7 614,00	0,55	7 614,00	0,55
7. Затраты на все виды электроэнергии	$Z_{1.7} = Z_{дв.} + Z_{осв.} + Z_{деж.} + Z_{оув.} + PН$	10 847,37	0,78	10 847,37	0,78
Всего материальные затраты	$Z_1 = Z_{1.1} + Z_{1.2} + Z_{1.3} + Z_{1.4} + Z_{1.5} + Z_{1.6} + Z_{1.7}$	2 917 123,18	100	1 383 715,04	100

■ Затраты на все виды электроэнергии:

а) затраты на двигательную электроэнергию;

Затраты на двигательную электроэнергию ($Z_{дв.}$) могут быть определены

прямым счетом: $Z_{дв} = \mathcal{E}_M * C_{дв.кВт}$

где: \mathcal{E}_M – годовое количество потребляемой двигательной энергии, кВт. час;

$C_{дв.кВт}$ – цена 1 кВт. час.

$$\mathcal{E}_M = (\sum MЭД * T_{см.} * D_{р.д} * n_{см.}) / K_{ц} = (65 * 8 * 255 * 1) / 1,1 = \mathbf{29\ 672,73\ кВт}$$

$$Z_{дв} = \mathcal{E}_M * C_{дв.кВт} = 120\ 545,45 * 180,00 = \mathbf{5\ 341,09\ тыс. сум}$$

где $\sum MЭД$ - мощность установленного оборудования (технологического и силового) из табл. (Состав технологического оборудования), D_p – число рабочих дней в году, n – число смен, $T_{см}$ – продолжительность смены, $K_{ц}$ – коэффициенты использования энергии для оборудования.

б) затраты на осветительную электроэнергию;

• Затраты на освещение производственных зданий:

$$Z_{осв.пр.зд.} = (S_{пр.зд.} * D_{р.д.} * T_{см} * n_{см.} * N_{осв.}) / K_c * C_{дв.кВт} =$$

$$= (432 * 255 * 8 * 1 * 0,023) / 0,95 * 180,00 = \mathbf{2\ 880,39} \text{ тыс. сум}$$

где, $N_{осв.} = 0,023$ кВт.ч.

• Затраты на освещение административных зданий:

$$Z_{осв.ад.зд.} = (S_{ад.зд.} * D_{р.д.} * T_{см} * n_{см.} * N_{осв.}) / K_c * C_{дв.кВт} =$$

$$= (86 * 255 * 8 * 1 * 0,015) / 0,95 * 180,00 = \mathbf{375,70} \text{ тыс. сум}$$

где, $N_{осв.} = 0,015$ кВт.ч. Итого: $Z_{осв.} = Z_{осв.пр.зд.} + Z_{осв.ад.зд.} = \mathbf{3\ 256,10}$ тыс. сум.

Административно-бытовые помещения составляют 18-20% от производственных.

в) дежурное освещение: дежурное освещение 10% от осветительной э/энергии $Z_{деж.} = Z_{осв.} * 10\% = 4\ 341,46 * 10\% = \mathbf{325,61}$ тыс. сум.

г) (ОУВ) отопление, увлажнение, вентиляция;

Потребность в э/энергии на ОУВ составляет 20% от двигательной э/энергии.

$$Z_{ОУВ} = Э_m * 20\% * C_{ос.кВт} = 120\ 545,45 * 20\% * 144,30 = \mathbf{856,35}$$
 тыс. сум.

д) накладные расходы: $P_n = Z_{дв.} * 20\% = 21\ 698,18 * 20\% = \mathbf{1\ 068,22}$ тыс. сум.

I. Затраты на оплату труда производственного характера.

Таблица 3.4

№	Состав зарплат	Основная з/п	Дополнительная з/п	Общая з/п
1	Основных производственных рабочих	60 837,75	57 152,58	117 990,33
2	Вспомогательных рабочих	5 899,11	4 129,38	10 028,48
3	Рабочих по содержанию производственных зданий.	3 902,26	3 315,01	7 217,27
4	Цехового персонала	42 025,42	22 310,41	64 335,83
	ИТОГО:	112 664,53	86 907,38	199 571,91

Расчет годового фонда оплаты труда производственных рабочих.

Таблица 3.5

Состав фонда оплаты труда	Расчет	Сумма (тыс. сум)
I. Прямой фонд оплаты труда		
	$\Phi_{\text{пр.}} = \Phi_{\text{сд.}} + \Phi_{\text{пов.}}$	60 837,75
1. Фонд оплаты труда сдельщиков	$\Phi_{\text{сд.}} = \sum \rho * B_{\text{год}}$	57 050,34
2. Фонд оплаты труда повременщиков	$\Phi_{\text{пов.}} = C_{\text{пов.}}^0 * TK_{\text{пов.}} * Я_{\text{пов.}} * \Phi_{\text{РВ}}$	3 787,41
II. Доплаты, входящие в часовой фонд оплаты труда		44 143,32
а) премия;	$П_{\text{р.}} = П_{\text{р.сд.}} + П_{\text{р.повр.}}$	42 586,42
в) доплата резервным рабочим;	$Д_{\text{рез.}} = 0,15 * C_{\text{сд.}}^0 * TK_{\text{рез.}} * Д_{\text{р.н.}} * T_{\text{см}} * N_{\text{рез.}}$	514,26
г) доплата не освобожденным бригадирам	$Д_{\text{бр.}} = 0,1 * C_{\text{сд.}}^0 * TK_{\text{бр.}} * Д_{\text{р.н.}} * T_{\text{см}} * N_{\text{бр.}}$	434,26
д) прочие доплаты	$Д_{\text{пр.}} = 0,01 * \Phi_{\text{пр.}}$	608,38
А) Часовой фонд оплаты труда	$\Phi_{\text{час}} = \Phi_{\text{пр}} + П_{\text{р.}} + Д_{\text{н.в.}} + Д_{\text{бр.}} + Д_{\text{рез.}} + Д_{\text{пр.}}$	104 981,07
III. Доплаты, входящие в дневной фонд оплаты труда		
а) доплата подросткам, за льготные часы	$Д_{\text{под.}} = (0,6 \div 0,8) * \Phi_{\text{час}} / 100$	839,85
Дневной фонд оплаты труда	$\Phi_{\text{дн.}} = \Phi_{\text{час.}} + Д_{\text{под.}}$	105 820,92
III. Доплаты, входящие в месячный фонд оплаты труда		
а) доплата очередных отпусков	$Д_{\text{отп.}} = \Phi_{\text{дн.}} * 10 / 100$	10 582,09
б) доплата за ученические отпусков	$Д_{\text{уч.отп.}} = \Phi_{\text{дн.}} * 1,3 / 100$	1 375,67
в) доплата за выполнение гособязанностей	$Д_{\text{гос.об.}} = \Phi_{\text{дн.}} * 0,2 / 100$	211,64
Б) Месячный фонд оплаты труда	$\Phi_{\text{мес.}} = \Phi_{\text{дн.}} + Д_{\text{отп.}} + Д_{\text{уч.отп.}} + Д_{\text{гос.об.}}$	117 990,33
IV. Расчет процента доплат:		
а) доплата за выпуск продукции	$Д_1 = (\Phi_{\text{час.}} - \Phi_{\text{пр.}}) * 100 / \Phi_{\text{пр.}}$	72,56%
б) доплата к заработной плате	$Д_2 = (\Phi_{\text{мес.}} - \Phi_{\text{час.}}) * 100 / \Phi_{\text{час.}}$	12,39%
Фонд заработной платы вспомогательных рабочих	$\Phi_{\text{всп.}} = C_{\text{всп.}}^0 * N_{\text{всп.}} * \Phi_{\text{РВ}}$	5 899,11
Заработная плата рабочих по содержанию производственных зданий	$\Phi_{\text{раб}} = KB_{\text{зд.}} * 4\% * (Д_1 + Д_2) / 100$	3 315,01
Среднемесячная заработная плата	$ЗП_{\text{ср.ч/м}} = \Phi_{\text{мес.}} / (C * 12)$	622,73

III. Единый социальный платеж

Затраты на единый социальный платеж состоят из отчисления в социальный страховой фонд в размере 25% от общего фонда заработной платы, т.е. от ОбФЗП.

$$З_{\text{ед.}} = \sum \text{ФЗП}_{\text{об.пр.р}} * 25\% = 361\,065,54 * 25\% = \mathbf{49\,892,98} \text{ тыс. сум}$$

IV. Амортизация основных производственных фондов

Амортизация зданий и сооружений берется 2,5% от стоимости зданий и сооружений

$$A_{\text{зд и соор.}} = \text{КВ}_{\text{зд}} * 5,0\% = 130\,075,20 * 2,5\% = \mathbf{2\,438,91} \text{ тыс. сум}$$

Амортизация производственного оборудования, рассчитывается в размере 20% от стоимости оборудования.

$$A_{\text{об.}} = \text{К}_{\text{тех.об.}} * 20\% = 104\,060,16 * 20\% = \mathbf{4\,714,00} \text{ тыс. сум}$$

Амортизация транспорта производственного назначения: берется укрупнено 2,5÷3% стоимости амортизации оборудования.

$$A_{\text{тр.}} = A_{\text{об.}} * 3,0\% = 20\,812,0 * 3,0\% = \mathbf{141,42} \text{ тыс. сум}$$

Всего затраты на амортизацию:

$$З_{\text{ам.}} = A_{\text{зд и соор.}} + A_{\text{об.}} + A_{\text{тр.}} = 6503,76 + 20\,812,03 + 624,36 = \mathbf{7\,294,33}$$

тыс. сум

V. Прочие затраты производственного назначения

1. Затраты по поддержанию основных производственных фондов в рабочем состоянии

$$З_{\text{опф.}} = \text{ЗП}_{\text{всп. раб}} / 60\% = 8\,095,52 / 60\% = \mathbf{16\,714,14} \text{ тыс. сум}$$

2. Текущий ремонт, содержание и эксплуатация фондов предназначена для охраны окружающей среды (эти затраты берутся 10% от расходов периода)/

$$З_{\text{опр.}} = \text{РП} * 10\% = 40\,829,01 * 10\% = \mathbf{1\,887,85} \text{ тыс. сум}$$

3. Затраты по технике безопасности и охране труда

$$З_{\text{тех.без.}} = \text{С} * \text{Ц}_{\text{опр.о.с.}} = 42 * 11\,800,0 = \mathbf{186,32} \text{ тыс. сум}$$

4. Расходы на изыскание, проектирование в производственных цехах, принимаются в размере 10% от стоимости оборудования

$$З_{\text{рац.}} = \text{К}_{\text{тех.об.}} * 10\% = 104\,060,16 * 10\% = \mathbf{2\,357,00} \text{ тыс. сум}$$

Итого прочие затраты:

$$З_{пр} = З_{оф.} + З_{охр.} + З_{тех.без.} + З_{рац.} =$$

$$= 13\,492,54 + 4\,082,90 + 496,84 + 10\,406,02 = \mathbf{21\,145,30} \text{ тыс. сум.}$$

Производственная себестоимость годового выпуска продукции

Таблица 3.6

№	Стать затрат	Вариант 1			Вариант 2		
		Сумма с/б (тыс. сум)	Затраты на ед. прод. (сум)	% к итогу	Сумма с/б (тыс. сум)	Затраты на ед. прод. (сум)	% к итогу
1	Производственные и материальные затраты	2 917 123,18	103 997,26	91,30	1 383715,04	49 330,30	83,28
2	Затраты на оплату труда производственного характера	199 571,91	7 114,86	6,25	199 571,91	7 114,86	6,25
3	Единый социальный налог	49 892,98	1 778,72	1,56	49 892,98	1 778,72	1,56
4	Амортизация основных фондов	7 294,33	260,05	0,23	7 294,33	260,05	0,23
5	Прочие затраты производственного характера	21 145,30	753,84	0,66	21 145,30	753,84	0,66
Итого производственная себестоимость		3 195 027,70	113 904,73	100	1 661 619,56	59 237,77	100

Расходы периода рассчитываются укрупнено **4%** от ЗП производственных рабочих:

$$РП = ФЗП_{м.} * 4\% * 100/25 = 255\,181,30 * 4\% * 100/25 = \mathbf{18\,878,45} \text{ тыс.}$$

Плановая калькуляция на проектируемое изделие.

Таблица 3.7

Наименование затрат	Вариант 1		Вариант 2	
	На годовой выпуск	На единицу изделия	На годовой выпуск	На единицу изделия
1. Материальные затраты.	2 917 123,18	103 997,26	1 383 715,04	49 330,30
2. Затраты на оплату труда	199 571,91	7 114,86	199 571,91	7 114,86
3. Единый социальный платеж	49 892,98	1 778,72	49 892,98	1 778,72
4. Амортизация основных фондов.	7 294,33	260,05	7 294,33	260,05
5. Прочие затраты производственного характера.	21 145,30	753,84	21 145,30	753,84
ИТОГО: себестоимость продукции	3 195 027,70	113 904,73	1 661 619,56	59 237,77
Рентабельность.	20%	20%	20%	20%
Прибыль.	639 005,54	22 780,95	332 323,91	11 847,55
Оптовая цена.	3 834 033,2	136 685,68	1 993 943,47	71 085,33
Налог на добавленную стоимость. (НДС - 20%)	639 005,54	22 780,95	332 323,91	11 847,55
Договорная оптовая цена.	4 473 038,78	159 466,62	2 326 267,38	82 932,88
Торговая скидка.	447 303,88	15 96,66	232 626,74	8 293,29
Договорная розничная цена.	4 920 342,66	175 413,29	2 558 894,12	91 226,17

Технико-экономические показатели бизнес-плана

Таблица 3.8

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Вариант 1	Вариант 2
			Сумма	Сумма
1	Трудоемкость изделия	час.	1,167	1,167
2	Производительность труда одного рабочего	шт./день	7,33	7,33
3	Среднемесячная зарплата одного рабочего	сум	622 726,74	622 726,74
4	Стоимость пошива одного изделия	сум	2 033,88	2 033,88
5	Себестоимость единицы изделия	сум	113 904,73	59 237,77
6	Рентабельность продукции	%	20%	20%
7	Оптовая цена	сум	136 685,68	71 085,33
8	Прибыль единицы изделия	сум	22 780,95	11 847,55
9	Затраты на 1 сум товарной продукции	сум	0,83	0,83
10	Расходы периода	тыс. сум	96 383,90	68 782,56

Расчет себестоимости продукции по договорной розничной цене показал в 1-варианте 175 413,29 сум, во 2-варианте 91 226,17 сум; т.е. разницу в 84187,12 сум.

ВЫВОДЫ

1. Анализ технологических процессов подготовки, раскроя и изготовления швейно-трикотажных полотен с позиций ресурсосбережения показал, что большие возможности эффективного использования материалов в настоящее время имеются в использовании отходов трикотажных полотен при раскрое и внедрении систем автоматизированного проектирования раскладок.

2. Выявлены наиболее значимые факторы, влияние которых следует учитывать при разработке прогнозов на материалы и материалоемкости изделия швейно-трикотажных изделий. Это ширина полотна, комплектность раскладки, уровень сложности конфигурации деталей.

3. Определена эффективность комбинированных раскладок лекал, в которых комбинируются детали базовой модели и дополнительной модели.

4. Исследована зависимость расхода трикотажного полотна от различных факторов, влияющих на материалоемкость швейно-трикотажных изделий в процессе раскроя.

5. Разработаны математические зависимости расхода полотна от ширины, длины и комплектности раскладки. Применение полученных уравнений регрессий позволит заранее прогнозировать материалоемкость полотна.

6. Предложена методика использования отходов швейно-трикотажного полотна в производстве.

7. Разработана методика определения расхода полотен в швейно-трикотажном производстве в условиях автоматизированного раскроя, которая может быть использована для расчета прогнозных показателей уровня материалоемкости любых видов материалов.

8. Определены с позиции ресурсосбережения наиболее рациональные ширины полотен, вид комплектности, соотношение лекал основной и дополнительных моделей для таких групп изделий, как мужская сорочка и спортивный костюм, пути уменьшения межлекальных выпадов.

9. Исследованы показатели качества соединений деталей одежды, комбинированных из различных материалов, разработаны рекомендации по технологической обработке ниточных соединений, комбинированных из различных материалов.

10. Разработана конструкторско-техническая документация на новую модель трикотажного изделия из комбинированных материалов.

11. Рассчитана экономическая эффективность использования маломерных остатков которая составила по сравнению с использованием обычных материалов положительную разницу в 84187,12 сум.

Список использованной литературы

1. Постановление Президента Республики Узбекистан О государственной программе «Год малого бизнеса и частного предпринимательства» // Народное слово. – 2011. - №29. – С.1.
2. Флерова Л.М., Золотцева Л.В. Рациональные способы раскрыя трикотажного полотна для верхней одежды. М.1984. с-104.
3. <http://www.dissercat.com/>
4. <http://tekhnosfera.com/razrabotka-metoda-operativnogo-prognozirovaniya-materialoemkosti-shveyno-trikotazhnyh-izdeliy#ixzz2wQj15bN><http://www.dissercat.com/>
5. Статья из архива журнала «Швейная промышленность» 01/1988 автор Герасимова Н.И.
6. <http://recyclers.ru/modules/section/item.php?itemid=190>
7. <http://www.statsoft.ru/>
8. <http://gendocs.ru/>
9. А.Н.Соловьев, А.Н.Кирюхин. Оценка и прогнозирование качества текстильных материалов.-М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.- 215с.
10. Базарбаева Г.Г. Разработка метода оперативного прогнозирования материалоемкости швейно-трикотажных изделий: Дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. – М., 2008. - 230с. . <https://lib.nspu.ru/>
11. Статистика. Методы анализа распределений. Выборочное наблюдение. Пособие. /Куприенко Н.В., Пономарева О.А., Тихомиров Д.В.- М: Политех.унв, 2009.
12. <http://math.semestr.ru/simplex/optimal-cutting.php>
13. Айвазян С.А. Прикладная статистика. Основы эконометрики : учебник для вузов. В 2 т. / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. – 2-е изд., испр. – М. : ЮНИТИ, 2001. – Т. 1: Теория вероятностей и прикладная статистика. – 656 с.
14. Ивантера Э.В., Коросова А.В. Основы биометрии: Введение в статистический анализ биологических явлений и процессов. Учебное пособие. Петрозаводск, Издательство ПетрГУ, 1992. 168с.

15. [www. datuapstrade/lv.com](http://www.datuapstrade.lv.com)
16. Мореходов Г.А. Пути повышения показателей использования площади материалов//Кожевенно-обувная промышленности
17. Фролова О.А., Солоднина Л.А. Схемы плотного размещения деталей в раскладке// В мире оборудования. – 2002, - №1. – С.20-21.
18. Эконометрика: Учебник / Под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 576 с.
19. Курс социально-экономической статистики: учеб. Для студентов вузов, обучающихся по специальности Статистика / под ред. М.Г. Назарова. 6-е изд., исправл. и доп. М.: Омега-Л, 2007 г. - С. 561
20. Статистика: учебник / [И. И. Елисеева и др.]. – Москва: Проспект, 2011. – С. 356
21. Социальная статистика: учеб.-метод. комплекс / Е. С. Нечаева, В. И. Нечаев ; ТулГУ .— Тула : Изд-во ТулГУ, 2010 .— С.41
22. Годин, А. М. Статистика: учебник / А. М. Годин. – Москва: Дашков 2012. – С. 100
23. Статистика / под ред. И.И. Елисеевой. М.: изд-во ЮРАЙТ. 2010. – С. 407
24. Экономическая статистика: учебник / [А. Р. Алексеев и др.]. – Москва: Инфра–М, 2011. – С. 256
25. Кокеткин П.П. Одежда: технология-техника, процессы-качество. -М.:ИИЦ МГУДТ, 2001.-560с.
26. Золотцева Л.В. Разработка методологических основ проектирования технологии и процессов производства швейно-трикотажных изделий: Дис. на соиск. уч. степ. доктора техн. наук. – М., 2007. - 423с.
27. Меликов Е.Х. Лабораторный практикум по технологии швейных изделий. Учебное пособие для вузов: Легпромбытиздат. 1977 г.
28. Попандопуло В.Н. Анализ экономичности моделей одежды. – М., 1989.
29. А.И.Афанасьева, С.И. Овчинников, Л.Н., Л.Н.Смирнова «Управление швейными предприятиями. Организация и планирование производства» - М: «Легпромиздат», 1998 г.