

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 07.11.2023 20:41:29
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра дизайна и индустрии моды

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

« 3 » 11 2023 г.



МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Методические указания
по выполнению лабораторных работ
для студентов направления подготовки 29.04.05

Курск 2023

УДК 687.02

Составитель: Т.А. Добровольская

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *Т.М. Ноздрачева*

Моделирование и оптимизация технологических процессов:
методические указания по выполнению лабораторных работ /
Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Т.А. Добровольская. - Курск, 2023. - 23 с. -
Библиогр.: с. 23.

Излагается порядок оформления лабораторных работ.
Приводятся конкретные примеры выполнения отдельных этапов.

Предназначены для студентов направления подготовки
29.04.05 «Конструирование изделий легкой промышленности»
дневной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60×84 1/16.
Усл.печ.л. . Уч.-изд.л. . Тираж 25 экз. Заказ. Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

Лабораторная работа №1

Моделирование системы проектирования технологических процессов изготовления швейных изделий

Цель: изучение основных понятий теории моделирования технологических процессов; приобретение навыков в описании систем швейной промышленности.

Задание: составить описание заданной модели швейного изделия, представить эскиз

Теоретические сведения

Моделирование – это замещение исследуемого объекта (оригинала) его условным образом или другим объектом (моделью) и изучение свойств оригинала путем исследования свойств модели.

Метод моделирования можно применять только при соблюдении двух условий:

- 1) модель обеспечивает корректное (адекватное) отображение свойств оригинала, существенных с точки зрения исследуемой операции;
- 2) модель позволяет устранить проблемы, присущие проведению измерений на реальных объектах.

Понятие и виды моделей. Модель – приближенное (идеализированное, абстрагированное, упрощенное) представление каких-либо свойств или отношений системы-оригинала, сохраняющее лишь те особенности оригинала, которые существенны для круга рассматриваемых вопросов. Именно построение и исследование моделей, а не только применение готовых моделей, составляет процесс моделирования. В зависимости от содержания задач рассматриваются модели внешней формы и геометрических параметров, структуры, функционирования (действия, изменения, состояния, поведения, движения) и т. д.

Различают модели:

- *натурные* (например, действующий макет станка);
- *наглядные* (например, модель внешней формы станка в уменьшен-

ном масштабе);

- *физические* (например, электрические или электронные аналоги механических систем);
- *информационные* (в виде конечных последовательностей математических объектов: чисел, букв и специальных символов, изображающих предметы, их свойства и отношения);
- *имитационные* (для моделирования систем-оригиналов на ЭВМ);
- *графические* (например, чертежи, схемы, графики, таблицы, циклограммы);
- *математические модели*, представляющие собой формализованное описание системы (или операции) с помощью некоторого абстрактного языка, например, в виде совокупности математических отношений или схемы алгоритма .

Характеристика объектов швейной промышленности.

Специалист, создающий новые виды одежды, обуви, разрабатывающий и совершенствующий различные объекты техники и технологии, имеет дело с так называемыми техническими объектами. Технических объектов много, и они очень разнообразны, но нечто общее присуще им всем: любой объект состоит из совокупности отдельных элементов; элементы могут обладать не только разной формой, но и различными свойствами, параметрами и т. д. Эти элементы определенным образом взаимосвязаны. Эти общие характеристики и определяют объект как систему.

Система – это совокупность элементов, обладающих различными свойствами, параметрами и пространственной структурой, которая обеспечивает выполнение какой-либо единой цели или функции. Защитный костюм, раскройная установка, швейная машина, утюг, пресс, технологический процесс, поток и т. д. – все это системы легкой промышленности.

Таким образом, система – это не просто совокупность элементов, а совокупность элементов, связанных технологически, конструктивно, функционально.

Эффективное решение инженерной задачи возможно лишь на основе всестороннего целостного рассмотрения разрабатываемой системы и её развития в процессе взаимодействия с окружающей средой. Лишь такой системный подход способен привести к

подлинно творческим, новаторским решениям, вплоть до изобретений и научных открытий.

Конструкция изделия как объект для моделирования технологических процессов. Моделирование ТПШИ основывается на информации о внешнем виде и конструкции изделия. Эти данные являются исходной информацией системы моделирования и определяют, какой технологический процесс необходим для создания заданной модели изделия.

Конструкция в широком смысле этого понятия обозначает состав и взаимное расположение частей какого-либо устройства или объекта, а также само устройство или этот объект.

Создание конструкции состоит в сборке отдельных её частей посредством определенных технологических воздействий, т. е. способов обработки или соединения. Целевой функцией процессов обработки и соединения при этом является получение завершеного композиционного решения конструкции изделия, определяющего заданную модель

Методические указания

В настоящее время информация о внешнем виде и конструкции модели швейного изделия представляется, в виде описания. Форма описания стандартна и включает:

- делается зарисовка (чертеж) модели в фас со стороны переда и спины. Устанавливается наименование изделия, его составных частей. Например, *костюм, состоящий из жакета и юбки.*

- указывается назначение изделия: общее целевое, сезонное, половозрастное и др. Например, костюм деловой для повседневной носки в помещении и на улице в весенне-осенний период и зимой для женщин различных возрастных и типоразмероростовочных групп (кроме богатырей).

- приводится характеристика материалов модели с указанием волокнистого состава, наименования материала и признаков основных свойств: жесткости, гигиеничности, пошивочных и др. Например, *костюм выполняется из шерстяных мягких тканей типа букле, ткань достаточно гигиенична, термопластична, не осыпается и не прорубается.*

- приводится общая и подробная характеристика формы. В общей характеристике приводится обобщенная характеристика очертания, объема и состава по структуре формы. Например, *форма костюма небольшого объема, полуприлегающая по линии талии, уплощенная в области груди, с втачными рукавами и втачным воротником. В области груди имеет накладные карманы.* Другой вариант описания может выглядеть следующим образом: *компактное женское пальто небольшого объема, по форме, слегка расширяющейся книзу, с овальными очертаниями. Рукав среднего объема, спрямленный по форме.* Детальная или подробная характеристика заключается в подробном описании уровня положения и прилегания по каждому конструктивному поясу или точкам, а именно:

- линия плеч по ширине и высоте (плечевой пояс наклонный, естественной ширины с плавным переходом в линию рукава);
- линия груди по уровню положения, степени прилегания, пластики формы в области груди и др. (*форма в области груди смягчена и уплощена*); уровень и ширина линии проймы (пройма по глубине и ширине умеренная с характерным оформлением линии проймы, зрительно расширяющей плечевой пояс);
- линия талии по уровню положения, наличия членений, степени прилегания, пластики поверхности (*форма с четко выделенной линией талии, участок плотного прилегания находится выше естественного уровня*); линия бедер по уровню положения, степени прилегания и наличия членений; линия низа по уровню положения и ширине;
- рельефы и пластика поверхности по наличию складок, сборок, драпировок и т.п.

В рукаве характеризуют: длину рукава; линию оката по ширине, высоте и ее пластике; ширину рукава по линии локтя и низу, рельеф и пластику его поверхности.

При характеристике воротника особое внимание следует обратить, на наличие и размеры составных частей воротника (стойки и отлета) и соотношение размеров воротника и шеи.

При анализе брюк обращают внимание на их длину и ширину по линии бедер, колена и низа.

Описание внешнего вида и конструктивных признаков модели дается в логическом изложении. Образец такого изложения приводится ниже для модели, предложенной специалистами Дома моделей «Кузнецкий мост».

Пример описания модели

Костюм деловой для повседневной носки в весенне-осенний и зимний период, состоящий из жакета и юбки, предназначен для женщин различных возрастных и типоразмероростовочных групп (кроме богатырей). Костюм выполняется из шерстяной фланели, обладающей высокими гигиеническими и эксплуатационными свойствами, термопластична.

Форма костюма небольшого объема, уплощена в области груди, с четко выделенной линией талии. Участок притягивания находится выше естественного уровня. Длина укороченная, выше линии бедер. Линия плеча прямая, слегка расширена и завышена. Конструктивно форма жакета решена посредством среднего шва спинки, подрезного бочка и рельефных швов на полочке. Рельефы в верхней части смещены от центра в сторону бока. Пройма по глубине и ширине умеренная, оформлена с наклоном в верхней части, что способствует зрительному расширению плеч и подчеркивает контраст между шириной модели по линии плеч и по линии талии. Рукав длинный, втачной, среднего объема, спрямленный и трубообразный по форме. Окат рукава наполненный, со слегка приподнятым «валиком». Воротник стояче-отложной на невысокой стойке. Застежка двубортная, низкая на две пуговицы в два ряда. На полочке два верхних накладных кармана.

Юбка прямая по форме с легким заужением книзу, с очень плотным прилеганием в области бедер. Линия талии слегка занижена. Длина юбки до колен.

Лабораторная работа №2

Формирование информации о внешнем виде и конструкции модели швейного изделия

Цель: освоение методов формализации исходной информации о внешнем виде и конструкции швейного изделия

Задание:

1. Провести анализ существующих способов задания и формализации исходной информации о внешнем виде и конструкции швейного изделия для целей моделирования технологической системы
2. Определить идентификационные коды изделия и материалов
3. Представить информацию о конструкции изделия
4. Составить матрицу контуров деталей изделия
5. Представить параметрическую информацию о конструктивных элементах изделия

Методические указания

Информация о модели в виде текстового описания и эскизного представления не является достаточной для моделирования технологического процесса (ТП) изготовления швейного изделия.

Для того чтобы в дальнейшем можно было смоделировать технологический процесс изготовления заданной модели швейного изделия, необходимо:

- сформировать информацию, о модели изделия, используя признаки проектных ситуаций;

Таблица 1

Информация об изделии

Вид изделия	Половозрастной признак	Силуэт	Покрой рукава	Вид застежки, наличие утеплителя	Обработка низа изделия

- выявить элементы конструкции. Цепочка элементов конструкции швейного изделия представлена ниже:

***ГИ* → *ЧИЗ(узел)* → *ДК* → *КЭ* →**

где: *ГИ* - готовое изделие; *ЧИЗ* - часть изделия, прошедшая полную технологическую обработку на этапе заготовки, и готовая к сборке (перечень возможных частей изделия представлен ниже);

узел - сборочная единица изделия, которая может принадлежать любой части изделия (перечень возможных узлов также представлен ниже); *ДК* - деталь кроя; *КЭ* - конструктивный элемент на детали кроя, подвергающийся обработке или соединению с другими конструктивными элементами. Такими элементами могут быть: поверхность - И срез -С. Перечень возможных частей и узлов, которые могут быть выделены в изделии:

Части изделия:

перед (полочка)

спинка

воротник

отделочный съемный воротник

рукав

манжета

Узлы:

карман

застежка

шлица

разрез

Технологический процесс изготовления -швейного изделия можно разбить на следующие *этапы*:

- начальная обработка - операции по подрезке деталей; нарезанию фирменных знаков или мягкой маркировки на тканевой ленте; намелке мест расположения вытачек, карманов, складок и т.д.;
- заготовка частей изделия (узлов);
- монтаж *ЧИЗов*;
- окончательная отделка и влажно-тепловая обработка (ВТО).

Необходимо очень внимательно подойти к процессу выявления частей изделия, поскольку от этого в дальнейшем будет зависеть последовательность сборки *ЧИЗ* в готовое изделие.

- представить информацию о выявленных элементах конструкции в табличной форме (см. таблицу 2).

Таблица заполняется последовательно:

- сначала для одной из рассматриваемых *ЧИЗ (или узлов)* - нумерация частей и узлов сквозная по всему изделию, начиная с 01;

Таблица 2

Элементы конструкции

№ п/п	Наименование элемента конструкции модели	Эскиз детали с указанием № конструктивного элемента
1	2	3

- затем для первой детали края, входящей состав *ЧИЗ1 (узла)* нумерации деталей края также сквозная по всему изделию, начиная с 01; далее приводятся все конструктивные элементы (*КЭ*) - сначала выделяется поверхность, далее по часовой стрелке выделяются все срезы и элементы на поверхности. Номер *КЭ* представляется 3-х значным числом: XXX
- переход к следующей *ДК* осуществляется после выделения всех *КЭ* в рассматриваемой детали.

Параметрическая информация об элементах конструкции представляется в табличной форме. Формирование информации осуществляется с помощью таблицы признаков проектных ситуаций и классификатора конструктивных элементов.

Часть таблицы (этап заготовки) студент заполняет для выбранных частей изделия. Этапы монтажа выявленных частей, окончательной отделки и ВТО изделия должны быть индивидуальными для каждого студента. Блоки операций по окончательной отделке и ВТО выбираются из классификатора конструктивных элементов.

Таким образом, для каждого выявленного конструктивного элемента изделия будет определен этап обработки и соединения. Параметрическая информация представляется в виде блоков: перечень выбранных частей (узлов) изделия (гр. 1,2) и деталей края (гр. 3,4), образующих *ЧИЗ (узел)*; информация о детали края (гр. 5-11); перечень *КЭ* (гр. 12,13); информация о *КЭ* (гр. 14-23).

Типы конструктивных элементов и их *подтипы* (разновидности) определяются по классификатору *КЭ*:

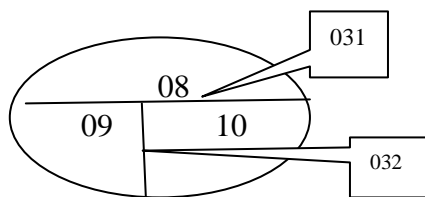
- поверхность - может быть необрабатываемой, обрабатываемой (декатируемой, формуемой и т.д.), соединяемой с другой поверхностью по всей плоскости детали, соединяемой со срезом

или- другой поверхностью по намеченной линии; соединяемой с готовым отделочным элементом (ГОЭ),

- срез - может быть необрабатываемым, обрабатываемым различными соединениями, соединяемым с ГОЭ; готовый отделочный элемент - это различного вида текстильная галантерея и фурнитура;

- изделие (И) - изделие, не прошедшее блока операций окончательной отделки и ВТО.

Понятие «смежность» вводится в случае, если по рассматриваемому КЗ имеется членение. При этом несколько деталей имеют конструктивный элемент с одним номером:



Для детали края 08 конструктивный элемент 031 является «несмежным», а для деталей 09 и 10 конструктивные элементы 031 являются «смежными». Это значит, что соединение деталей по элементу 031 возможно только после соединения деталей 09 и 10 по конструктивному элементу 032. При этом конструктивный элемент 031 становится для этих деталей единым и преобразуется из «смежной» в «несмежный».

Из этого следует, что детали соединяются по «несмежным» срезам. Следовательно, наличие смежности определяет очередность соединения деталей. Понятие «растяжимость» вводится:

для среза горловины в плечевых изделиях с втачными рукавами для того, чтобы отдать предпочтение обработке горловины по сравнению с проймой;

для среза проймы в плечевых изделиях с рукавами покроя реглан для того, чтобы отдать предпочтение обработке проймы по сравнению с горловиной.

Информация, полученная об изделии и его элементах, будет использоваться, на последующих этапах моделирования технологического процесса изготовления заданной модели.

Таблица 3

Часть изделия (ЧИЗ), узел		Деталь кроя (ДК)		Информация о ДК						Конструктивный элемент (КЭ)	Информация о КЭ												
№	Наименование	№	Наименование	Назначение материала	Вид материала	Волокнистый состав материала	Осыпаемость	Характеристика поверхности материала	Толщина материала	Размер детали	№	Наименование	Тип изделия	Этап обработки	Способ обработки	Смежность	Растяжимость	Конфигурация	Расположение ДК (узлов, ЧИЗ)	Расположение припусков соединения	Количество строчек на лицевой стороне детали	Наличие посадки	

Лабораторная работа №3

Моделирование внешней структуры технологического процесса изготовления швейного изделия

Цель: освоение методов преобразования информации о конструкции и внешнем виде изделия в технологическую информацию

Задание:

1. Выполнить моделирование конструктивного графа сборки швейного изделия
2. Представить результаты преобразования конструктивного графа сборки швейного изделия в технологический граф внешней структуры

Методические указания

Построению графа сборки конструкции предшествует построение матриц смежности деталей кроя, формирующих рассматриваемые части изделия и матрицы смежности выявленных частей заданной модели изделия.

Таблица 4

Матрица смежности деталей кроя ЧИЗ- _____
(наименование части изделия)

№ДК	1	2	i	Σ
1	0	1	0	1	2
2	1	0	1	1	3
....					
i	1	1	0	0	2

Таблица 5

Матрица смежности ЧИЗов- _____
(наименование изделия)

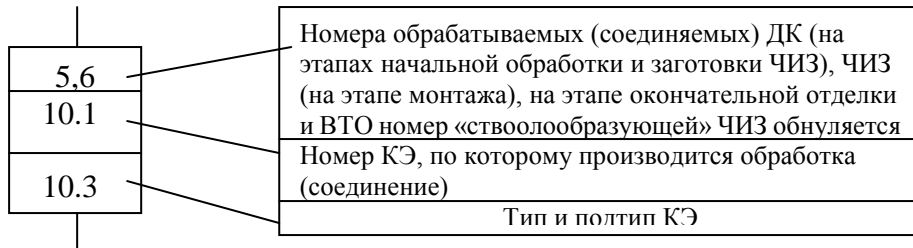
№ДК	1	2	i	Σ
1	0	1	0	1	2
2	1	0	1	1	3
....					
J	1	1	0	0	2

Матрицы являются симметричными. При построении матрицы в первой строке и в первом столбце представляется перечень деталей кроя, принадлежащих рассматриваемой ЧИЗ, либо перечень выявленных в изделии частей. Если детали кроя или ЧИЗы соединяются между собой, на пересечении строки и столбца ставится «1», если не соединяются, ставится «0». По максимальному количеству связей выявляется:

- деталь, которая будет являться «стволом» микрографа для заданной ЧИЗ,
- ЧИЗ, которая будет являться «стволом» графа сборки конструкции заданной модели изделия.

2. Граф сборки конструкции изделия является промежуточным звеном при переходе от конструкции изделия к моделированию технологии его изготовления. Это графическая модель, отображающая порядок перехода конструкции изделия из одного состояния в другое, более крупное, по всем выявленным конструктивным элементам.

Элементом (вершиной) графа является *конструктивное состояние* (взаимное расположение элементов конструкции), содержащее информацию об обрабатываемых или соединяемых ДК по какому-либо КЭ:



Построение графа сборки конструкции начинается с выписывания массива деталей кроя, сгруппированных по *ЧИЗ-ом*, с указанием номеров *ЦК* и *ЧИЗ-ов*. При этом необходимо ориентироваться на «стволообразующие» детали кроя и «стволообразующую» *ЧИЗ*, выявленные при построении матриц смежности. очередность обработки и соединения конструктивных элементов определяется на основании информации о модели, деталях кроя и конструктивных элементах изделия. После того, как граф сборки конструкции изделия построен, у каждого конструктивного состояния проставляется номер. Сначала последовательно нумеруются все конструктивные состояния по каждой части изделия, далее нумеруются конструктивные состояния на этапе монтажа и окончательной отделки изделия. *Граф внешней структуры* отражает грубую структуру технологического процесса (ТП) изготовления швейного изделия и определяет очередность обработки и соединения деталей кроя (на этапе заготовки частей) и соединения частей изделия (на этапе монтажа изделия) по всем выявленным конструктивным элементам.

Элементом графа внешней структуры ТП является конструктивно-технологический модуль.

Конструктивно-технологический модуль (КТМ) представляет собой совокупность технологических операций, функция которых заключается в обеспечении конструктивного перехода предметов труда из предыдущего, относительно завершенного состояния, в последующее, более крупное, и характеризует функционально завершенную в технологическом отношении элементарную часть ТП по обработке и сборке элементарной части конструкции изделия.

При построении графа внешней структуры также выписывается сгруппированный массив *ДК*. Далее каждое конструктивное состояние заменяется на конструктивно-технологический модуль с номером, соответствующим номеру конструктивного состояния.

При выполнении курсовой работы каждый студент составляет матрицы смежности деталей кроя для заданных частей изделия.

Затем студент разрабатывает микрографы сборки конструкции для рассматриваемых частей изделия. Далее: строится граф сборки конструкции всего изделия, граф сборки конструкции преобразуется в граф внешней структуры технологического процесса изготовления заданной модели швейного изделия.

Лабораторная работа №4

Моделирование конструктивных и технологических решений элементов внешней структуры технологического процесса изготовления швейного изделия

Цель: освоение методов синтеза конструктивных и технологических решений элементов внешней структуры технологического процесса

Задание: представить сведения о результатах моделирования конструктивных и технологических решений модулей внешней структуры технологического процесса на заданную модель

Методические указания

Следующим этапом проектирования технологического процесса является моделирование элементов внешней структуры процесса изготовления швейного изделия – конструктивно - технологических модулей.

Моделирование АТМ заключается в формировании: конструктивных решений модуля; вариантов технологических решений для каждого конструктивного решения модуля.

Конструктивное и технологическое решения КТМ описываются совокупностью следующих характеристик: информацией о КТМ:

- номерами деталей кроя (частей изделия), участвующих в образовании **КТМ**;
- *m* номером **КЗ**, по которому производится обработка (соединение) **ДК, узла, ЧИЗ**, типом и подтипом АЭ;
- набором признаков проектных ситуаций:
 - видом изделия;
 - обработкой низа изделия;
 - назначением материала;
 - видом материала;
 - осыпаемостью материала;
 - характеристикой поверхности материала,
 - размером детали;
 - способом обработки КЭ;
 - конфигурацией КЭ;
 - расположением **ДК (узлов, ЧИЗ)** относительно линии соединения;
 - расположением припусков соединения (швов, складок) относительно линии соединения;
 - количеством строчек на лицевой стороне детали (изделия);
 - наличием посадки.

Конструктивное решение КТМ представляется:

- модульной картой с указанием технических условий (ТУ);
- набором терминов действия по выполнению функции АТЛ.

Модульная карта - это графическое представление конструктивного состояния, отражающего взаимное расположение деталей кроя и припусков швов относительно линии соединения, а также наличие строчек в готовом изделии. На схеме соединения деталей указываются технические условия выполнения строчек:

Каждый студент получает задание на моделирование двух конструктивно-технологических модулей (в рамках рассматриваемых частей изделия). Конструктивному решению модуля может соответствовать несколько вариантов технологических решений в зависимости от варибельности применяемого оборудования. Каждый вариант *технологического решения АТМ* описывается множеством *терминов действий*. Множество действий можно разделить на:

- *действия, выполняемые до основного* - их наличие определяется необходимостью выполнения *Дополнительных (предварительных)* действий, без которых невозможно выполнить основное действие. Как правило, это операции по на мелке мест расположения мелких деталей, петель, пуговиц и др.; *действия основные* - определяют функцию модуля;

- *действия, выполняемые после основного* - их наличие определяется необходимостью приведения обрабатываемых (соединяемых) деталей (*узлов, ЧИЗов*) в тот вид, который они имеют в готовом изделии. В основном эти операции связаны с подрезкой срезов, высеканием углов в деталях, выворачиванием деталей и их приутюживанием и др. Термин действия в технологическом решении преобразуется в *технологическую операцию* с набором присущих ей характеристик: номер - определяет порядок ее выполнения в множестве; наименование - начинается с термина и определяет место приложения действия (указание на то, что и где необходимо выполнить); специальность и разряд исполнителя - специальность определяется видом применяемого на операции оборудования (М, С, А, У, Р) разряд устанавливается по тарифно-квалификационному справочнику работ и профессий рабочих; затрата времени - определяется расчетным путем.

Таким образом, *технологическая операция* - это функционально завершенная часть технологического процесса, содержащая ряд заранее определенных воздействий на предмет труда с целью изменения его свойств, и выполняемая специальным исполнителем с помощью соответствующих средств труда.

Студент должен для каждого сформированного конструктивного решения разработать для сравнения два варианта технологических решений, различающихся применяемым оборудованием.

При этом каждому варианту технологического решения может соответствовать свое множество операций. Либо два варианта могут иметь одинаковое множество операций (одни и те же наименования), но они будут различаться специальностью, разрядом, затратой времени.

В зависимости от применяемого оборудования множество может быть представлено одной или несколькими технологическими операциями.

С целью последующего моделирования технологического процесса, студент получает задание на заполнение таблицы, в которой приводятся технические характеристики оборудования для выполнения нормируемых технологических операции.

Характеристики сгруппированы отдельно для швейного оборудования (универсального, специального, полуавтоматического) и для оборудования, предназначенного для влажно-тепловой обработки (прессового, утюжильного).

Лабораторная работа №5

Разработка математических моделей оптимизационных задач линейного программирования швейного производства. Решение задач симплекс – методом на ЭВМ

Цель: освоение метода линейного программирования для решения оптимизационных задач легкой промышленности

Задание: представит решение оптимизационной задачи швейного производства согласно выданному заданию.

Методические указания

Первый вариант производственной ситуации: предприятие с мощностью 156624 единиц в год выпускает 5 моделей женских жакетов. Модели изготавливают из трех видов основной ткани. На складе имеется ограниченное количество основной ткани второго вида - 100500м и третьего вида - 53000м. На первую и вторую модели расходуется по 1,1м на пятую 0,5м ткани второго вида; на третью модель - 1,2м, на четвертую - 0,5 м ткани третьего вида. На производство первой, третьей и пятой модели используется по одной отделочно-декоративной пуговице, предприятие закупило их в объеме 94000 штук. На изготовление второй и четвертой модели необходимо по три пуговицы со стразами, их на складе имеется в количестве 190100 штук. Известно, что общие затраты на первую модель составляют 1750 рублей, а на третью - 1670 рублей. Бюджетом предприятия запланировано, что расходы по годовому выпуску первой и третьей модели не превысят 107100000 рублей. Необходимо

определить оптимальное соотношение выпуска пяти моделей с наибольшей прибылью предприятия, если рентабельность первой модели составляет 175р, второй - 171р, третьей -168р, четвертой - 164р, пятой - 170р.

Второй вариант производственной ситуации: предприятие с мощностью 156624 единиц в год выпускает 5 моделей женских жакетов. Модели изготавливают из трех видов основной ткани, имеющейся в ограниченном количестве: ткань первого вида - 116000м, второго вида -100500м, третьего вида - 53000м. Для изготовления первой модели

используется 0,6м ткани первого вида, 1,1м ткани второго вида; для второй модели - 0,5м ткани первого вида, 1,1 ткани второго вида; для третьей - 0,3м ткани первого вида, 1,2 ткани третьего вида; для четвертой модели - 1 Дм ткани первого вида, 0,5м ткани третьего вида; для пятой - 1,2м ткани первого вида, 0,5и ткани второго вида. На складе имеются также пуговицы двух видов - 94000 штук и 190100шт. Для первой, третьей и пятой моделей необходимо по одной декоративной пуговице; для второй и четвертой - по три. Бюджетом предприятия запланировано 6400000 рублей на общехозяйственные расходы, известно, что на изготовление первой модели выделяется 40,3 рублей, на вторую и четвертую по 35,6 рублей, на третью и пятую по 33,3 рублей. Предприятие заключило договор с торговой организацией на выпуск первой и третьей моделей в объеме 6000 и 5300 изделий соответственно. Известно, что расходы по содержанию и эксплуатации оборудования на первую и третью модели составляет 0,75 и 0,7 рублей соответственно. Чтобы выполнить обязательства по договору предприятие планирует затратить дополнительно 45500 рублей на содержание оборудования. Известно также, что общие затраты на изготовление первой и третьей моделей составляют 1750 и 1680 рублей, предприятие выделило на выполнение заказа 114000000 рублей. Сырьевые затраты на изготовление первой модели составляют 689рублей, на вторую -666, на третью — 632,5, на четвертую - 500, на пятую - 590,5. Определить оптимальное соотношение выпуска пяти моделей с наименьшими затратами для предприятия и одновременным выполнением заказа для торговой организации.

Третий вариант производственной ситуации: предприятие с мощностью 156624 единиц в год выпускает 5 моделей женских жакетов. Модели изготавливают из трех видов основной ткани, имеющейся в ограниченном количестве: ткань первого вида - 116000м, второго вида

-100500м, третьего вида - 53000м. Для изготовления первой модели используется 0,6м ткани первого вида, 1,1м ткани второго вида; для второй модели - 0,5м ткани первого вида, 1,1 ткани второго вида; для третьей - 0,3м ткани первого вида, 1,2 ткани третьего вида; для четвертой модели - 1,1м ткани первого вида, 0,5м ткани третьего вида; для пятой - 1,2м ткани первого вида, 0,5и ткани второго вида. Предприятие закупило два вида подкладочной ткани - 90000м и 130000м. На изготовление первой модели необходимо 1,5м подкладочной ткани первого вида, на вторую и четвертую по 1,4м подкладочной ткани второго вида, на третью — 1,35м первого вида, на пятую -1,35м второго вида. На складе имеются также пуговицы двух видов - 94000 штук и 190100шт. Для первой, третьей и пятой моделей необходимо по одной декоративной пуговице; для второй и четвертой - по три. Общие сырьевые расходы на первую модель составляют 689 рублей, на вторую - 666 рублей, на третью - 632,5 рублей, на четвертую 500 рублей, на пятую - 590,5 рублей. Бюджетом предприятия выделено 216000000 рублей на закупку сырья. Предприятие заключило договор с торговой организацией на

изготовление первой, третьей и пятой моделей в количестве 20000,14000, 25000 изделий. Известно, что общие затраты на первую модель составляют 1750 рублей, на третью - 1680 рублей, на пятую - 1670 рублей, предприятие выделило на выполнение заказа 160000000 рублей. Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования на первую, третью и пятую модели составляет 0,75, 0,7 и 0,7 рублей соответственно. Чтобы выполнить обязательства по договору предприятие планирует затратить дополнительно 67500 рублей на содержание оборудования. Затраты на электроэнергию составляют 0,66 рублей на первую модель; по 0,64 рублей на вторую и четвертую; по 0,6 рублей на третью и пятую модели. Запланирован расход электроэнергии на сумму не более 102800 рублей. Общехозяйственные расходы на первую модель составляют 0,75 рублей, на вторую и четвертую - по 0,74 рублей, на третью и пятую - по 0,7 рублей. Бюджет предприятия выделяет на общехозяйственные расходы не более 6310000 рублей ежегодно. Необходимо определить оптимальный выпуск всех моделей с наибольшей прибылью предприятия и выполнением обязательств по договору, если рентабельность первой модели составляет 175 рублей, второй - 171 рублей, третьей - 168 рублей, четвертой - 164 рублей, пятой - 170 рублей.

Разработка математической модели оптимизационной задачи

Целевая функция для решения первой производственной ситуации имеет вид:

$$Y(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) = 175x_1 + 171x_2 + 168x_3 + 164x_4 + 170x_5 \rightarrow \max$$

По условию задачи предприятию необходимо выпустить все пять моделей, поэтому: $x_1 > 0$, $x_2 > 0$, $x_3 > 0$, $x_4 > 0$, $x_5 > 0$.

Выпуск всех моделей должен составлять 156624:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 156624.$$

Ограничения по второму и третьему виду основной ткани имеют вид:

$$1.1x_1 + 1.1x_2 + 0.5x_5 < 100500;$$

$$1.2x_3 + 0.5x_4 < 53000.$$

Ограничения по видам используемой фурнитуры:

$$x_1 + x_3 + x_5 \leq 94000;$$

$$3x_2 + 3x_4 \leq 190100.$$

Ограничения на общие расходы:

$$1750x_1 + 1670x_5 < 107100000.$$

Целевая функция для второй производственной ситуации имеет вид:

$$Y(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) = 689x_1 + 666x_2 + 632.5x_3 + 500x_4 + 590.5x_5 \rightarrow \min$$

По условию задачи предприятию необходимо выпустить все пять моделей, поэтому: $x_1 \geq 0$, $x_2 \geq 0$, $x_3 \geq 0$, $x_4 \geq 0$, $x_5 \geq 0$.

Выпуск всех моделей должен составлять 156624:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 156624.$$

Ограничения по видам ткани и фурнитуры имеют вид:

$$0.6x_1 + 0.5x_2 + 0.3x_3 + 1.1x_4 + 1.2x_5 < 116000$$

$$1.1x_1 + 1.1x_2 + 0.5x_5 < 100500$$

$$1.2x_3 + 0.5x_4 < 53000$$

$$x_1 + x_3 + x_5 < 94000$$

$$3x_2 + 3x_4 < 190100$$

Ограничение на общехозяйственные расходы:

$$40.3x_1 + 35.6x_2 + 33.3x_3 + 35.6x_4 + 33.3x_5 < 6400000$$

Ограничение на расходы по содержанию и эксплуатации оборудования для изготовления первой и третьей моделей:

$$0.75x_1 + 0.7x_3 < 45500.$$

Ограничение по общим расходам на первую и третью модели:

$$1750x_1 + 1680x_3 < 114000000.$$

Для того чтобы предприятие выполнило заказ, ему необходимо изготовить не менее 6000 изделий первой модели и не менее 5300 изделий третьей, то есть:

$$x_1 \geq 6000, x_3 \geq 5300.$$

Целевая функция для решения третьей производственной ситуации имеет вид:

$$Y(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) = 175x_1 + 171x_2 + 168x_3 + 164x_4 + 170x_5 \rightarrow \max$$

По условию задачи предприятию необходимо выпустить все пять моделей, поэтому: $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0, x_5 \geq 0$.

Выпуск всех моделей должен составлять $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 156624$.

Ограничения по видам основной, подкладочной ткани и фурнитуры:

$$0.6x_1 + 0.5x_2 + 0.3x_3 + 1.1x_4 + 1.2x_5 < 115901.8$$

$$1.1x_1 + 1.1x_2 + 0.5x_5 < 100500$$

$$1.2x_3 + 0.5x_4 < 53000$$

$$1.5x_1 + 1.35x_3 < 90000$$

$$1.4x_2 + 1.4x_4 + 1.35x_5 < 130000$$

$$x_1 + x_3 + x_5 < 94000$$

$$3x_2 + 3x_4 < 190100$$

Ограничения по сырьевым затратам, затратам на электроэнергию и общехозяйственным расходам на весь выпуск имеют вид:

$$689x_1 + 666x_2 + 632.5x_3 + 500x_4 + 590.5x_5 < 216000000$$

$$0.66x_1 + 0.64x_2 + 0.6x_3 + 0.64x_4 + 0.6x_5 < 102800$$

$$40.3x_1 + 35.6x_2 + 33.3x_3 + 35.6x_4 + 33.3x_5 < 6310000$$

Ограничение по общим расходам на первую, третью и пятую модели имеет вид:

$$1750x_1 + 1680x_3 + 1670x_5 < 160000000$$

Ограничение на расходы по содержанию и эксплуатации оборудования для изготовления первой, третьей и пятой модели:

$$0.75x_1 + 0.7x_3 + 0.7x_5 < 67500$$

Для того чтобы предприятие выполнило заказ, ему необходимо изготовить не менее 20000 изделий первой модели, 25000 единиц третьей модели, 14000 -пятой, то есть:

$$x_1 \geq 20000, x_3 \geq 25000, x_5 \geq 14000.$$

Библиографический список

1. Мурыгин В.Е. Моделирование и оптимизация технологических процессов. Швейное производство – Том 1 [Текст]: учебник/ В.Е. Мурыгин, Н.В. Мурашова, З.В. Прошутинская Н.С. Рослик, Е.А. Чаленко. М.: Компания Спутник+, 2003. 227 с.

2. Мурыгин В.Е. Моделирование и оптимизация технологических процессов. Швейное производство – Том 2 [Текст]: лабораторный практикум/ В.Е. Мурыгин, Н.В. Мурашова, З.В. Прошутинская, Н.И. Сергеева.: Компания Спутник+, 2004. 359 с.

3. Данилов, Н. Н. Математическое моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Н. Данилов. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2014. - 98 с. - Режим доступа - <http://biblioclub.ru/>

4. Андросова, Г. М. Моделирование и оптимизация процессов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г. М. Андросова, Е. В. Косова. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2017. - 107 с. - Режим доступа - <http://biblioclub.ru/>

5. Сухарев, А. Г. Методы оптимизации [Текст]: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. М: Юрайт, 2015. - 367 с.

6. Введение в математическое моделирование [Текст] : учебное пособие / В. Н. Ашихмин [и др.] ; под ред. П. В. Трусова. - Москва : Логос : Университетская книга, 2015. - 440 с.

7. Мухутдинов А. Р. Основы моделирования и оптимизации материалов и процессов в Microsoft Excel [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Р. Мухутдинов, З. Р. Вахидова, М. Р. Файзуллина– Казань : Изд-во КНИТУ, 2017. – 172 с.- Режим доступа - <http://biblioclub.ru/>

8. Леонтьева Т.И. Оптимизация технологических процессов легкой промышленности [Текст]: учебное пособие (рекомендовано УМО)/Т.И. Леонтьева, Т.А. Добровольская. Курск. гос. техн. ун-т. Курск, 2009. 90с.

9. Стельмашенко В.И. Материалы для одежды и конфекционирование [Текст]: учебник/ В.И. Стельмашенко, Т.В. Розарёнова. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 320 с