

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 практических занятий
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 к выполнению практических занятий / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Т.А. Добровольская. - Курск, 2023. - 21 с. - Библиогр.: с. 21.

Излагаются основные сведения, необходимые для выполнения практических работ, представлены требования к отчету.

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.

Практическое занятие №1

Построение графа технологического процесса изготовления изделия

Цель работы: ознакомиться с назначением графов, изучить методику построения графа ТПШИ на одной модели.

Порядок выполнения

1. Ознакомиться с последовательностью обработки заданных моделей. Зарисовать их внешний вид, детали кроя и схемы конструкции узлов.
2. Провести анализ и группировку деталей кроя трех моделей. Пронумеровать детали кроя.
3. Построить схемы сборки моделей.
4. Построить графы технологических процессов изготовления моделей.

Методические указания

1. Зарисовать модель швейного изделия согласно выданному заданию, детали кроя и конструкции узлов. Составить последовательность ее изготовления по справочнику операций, выписав номера операций из справочника в порядке их выполнения в таблице 1.

Таблица 1 - Последовательность изготовления модели

Узел обработки	Номера операций в порядке их выполнения
Подборт	1, 2
Воротник	5, 6, 11, 7, 9, 16, 17
и т.д.	

2. Провести анализ конструкции и технологии обработки деталей всех моделей и провести общую нумерацию деталей.
 - Деталям и частям деталей, имеющим одинаковую технологию обработки и сходную конструкцию, присваивают один номер.
 - Частям деталей, имеющим одинаковую технологию обработки, но различное конструктивное решение, присваивают разные номера,

если эти части могут присутствовать в одном изделии, в противном случае - одинаковые.

-Части деталей, которые соединяют без их предварительной обработки, нумеруют одним номером (подборт и надставка, полочка и боковая деталь и т.д.), но накладной карман и обтачка, полочка и отрезной бочок, имеющие обработку до их соединения, нумеруют отдельно.

Осуществив сквозную нумерацию деталей и элементов конструкции трех моделей, каждый член подгруппы переносит присвоенные номера на детали и элементы конструкции своей модели.

Укрупненные схемы обработки и сборки деталей и узлов изделий строят для облегчения нахождения взаимосвязей групп операций. Для построения схемы необходимо выписать названия (номера) всех деталей изделия в горизонтальную строку.

Номер детали, имеющей, согласно последовательности, начальную обработку до соединения с другой деталью, заключают в прямоугольник. Детали, не подвергающиеся начальной обработке, направляют непосредственно к элементу сборки технологического процесса (ТП). Соединение деталей в какой-либо узел оформляют элементом ТП с указанием номеров соединяемых деталей. Для облегчения построения и восприятия схемы сборки в центре помещают деталь, выбранную в качестве условной сборочной единицы изделия, т.е. такую деталь, которая имеет наибольшее количество конструктивно-технологических связей с другими деталями. Остальные детали располагают равномерно по обе стороны от нее с указанием номера, в зависимости от последовательности поступления на сборку (рисунок 1).

3. После построения схемы сборки ее элементы заполняют группами операций, согласно последовательности обработки изделия. Наполненная операциями, схема сборки деталей и узлов изделия представляет собой граф ТПШИ. Граф состоит из множества вершин, каждой из которых соответствует технологическая операция, и множества дуг, соответствующих связям между операциями ТПШИ. При этом для каждого номера операции N_i задают параметры: S_i -специальность исполнителя работ; R_i –разряд исполнителя; t_i –время выполнения операции (рисунок 2).

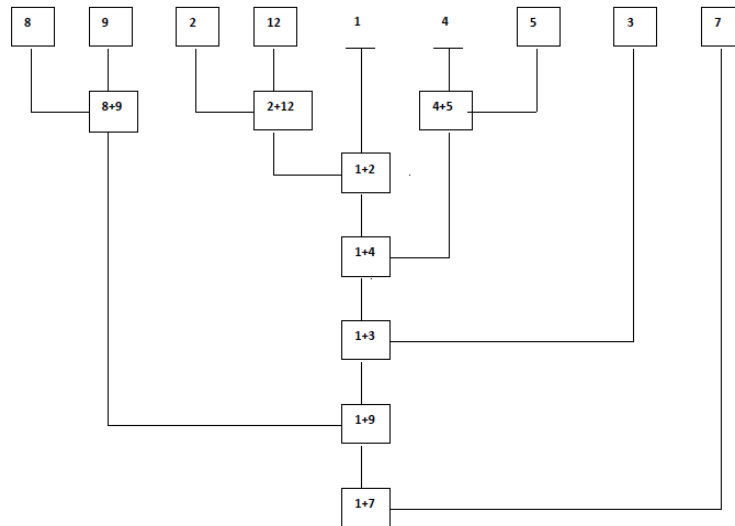


Рисунок 1 - Схема сборки модели

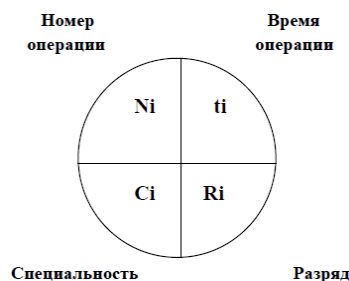


Рисунок 2 - Условные обозначения в вершине графа

Каждая технологическая операция в графе расположена на определенном операционном уровне. Определенный уровень обуславливает очередность выполнения операций ТП и исключает ошибки при его построении. Указание порядкового номера в вершине графа не является отражением порядка выполнения операций, а служит для нахождения места данной операции в справочнике технологических операций. Параллельная обработка деталей изделия на графе обозначается параллельными цепочками (a' , a'' , a''' и т.д.) (рисунок 3). Последовательная обработка и сборка деталей изображаются на графе ТПШИ последовательной цепочкой работ. Возможный одинаковый приоритет в обработке при сборке деталей или сборочных единиц изделия на графе указывают одинаковым

уровнем начала их сборки. Это образует на графе процесса своеобразные ромбики из цепочек операций (в).

Ромбики в обработке изделия характеризуют ситуацию «или-или»: или первой будет участвовать в обработке эта цепочка операций, или другая. В итоговом варианте после составления схемы разделения труда все цепочки будут выполняться последовательно, так как операции этих цепочек принадлежат одной детали и выполнять их параллельно нельзя.

В графе находят отражение операции, условно называемые «плавающими» (с). Эти операции могут быть выполнены в любой момент на протяжении определенного периода обработки изделия.

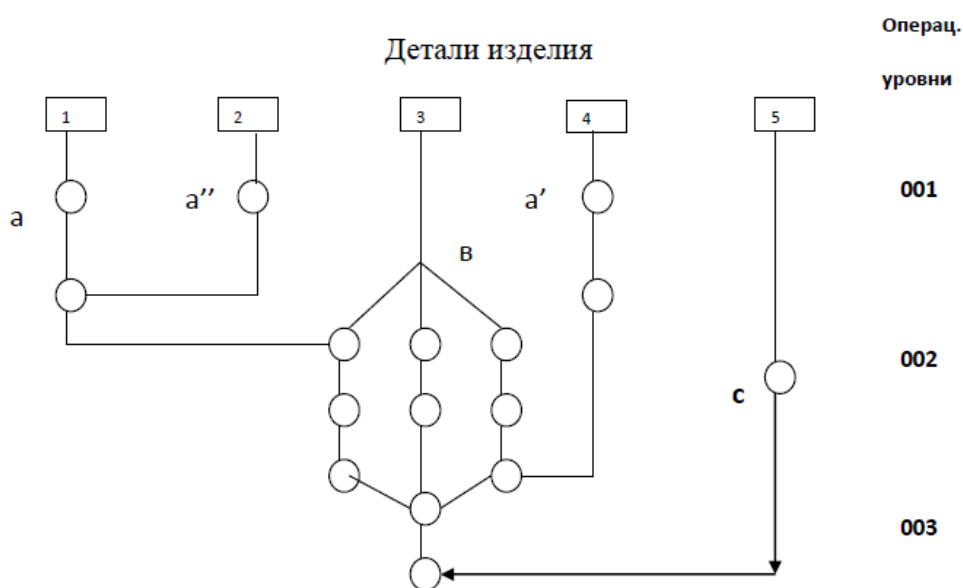


Рисунок 3 - Структура графа ТПШИ

На рисунке 4 представлен граф процесса обработки модели. Прямоугольниками выделены операции начальной обработки деталей, а также операции по сборке деталей в узлы. На остальных элементах графа обозначены лишь границы различных этапов обработки. Аналогичную работу должен выполнить каждый член подгруппы для своей модели.

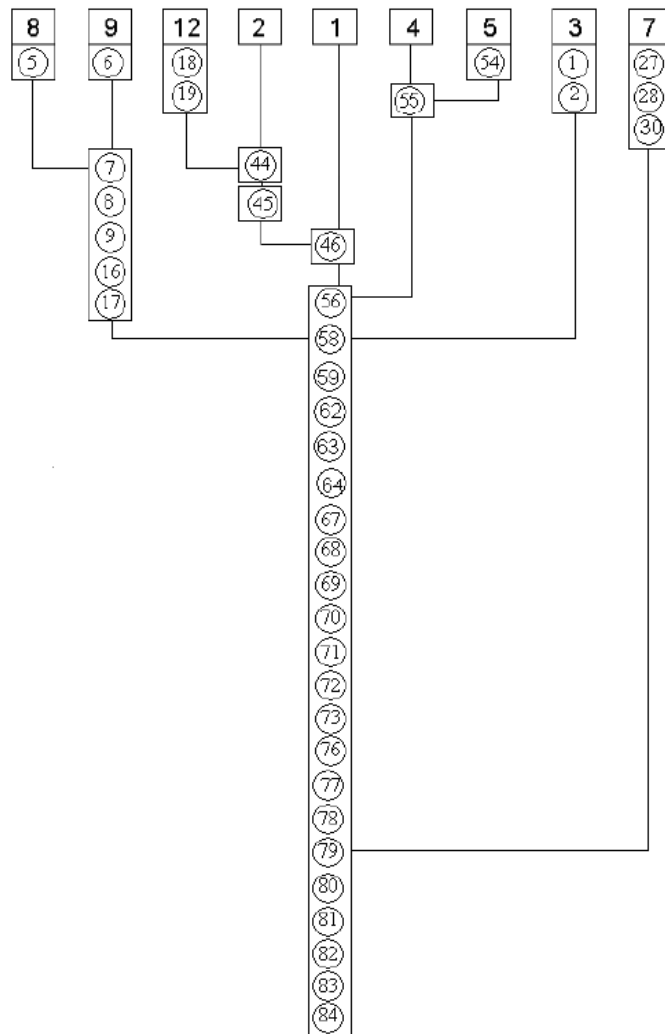


Рисунок 4 - Граф ТПШИ модели

Вопросы для самопроверки

1. Почему нужно нумеровать общее проектное поле всех деталей изготавливаемых изделий?
2. В чем отличие схемы ТПШИ от графа ТПШИ?
3. С какой целью составляют граф ТПШИ?
4. В чем преимущество графического изображения ТПШИ?
5. Каким образом графическая модель отражает последовательность обработки, параллельность выполнения операций, их взаимосвязь, структурное деление на группы и секции?

Практическое занятие №2

Построение обобщенного графа технологического процесса изготовления изделия

Цель работы: научиться в сжатой форме представлять полную информацию о технологии изготовления изделия с учетом возможных модельно-конструктивных решений деталей и узлов

Порядок выполнения

1. Разработать обобщенную схему сборки изделий.
2. Выделить конструктивно-технологические модули (КТМ), блоки, этапы обработки.
3. Построить обобщенный граф ТПШИ на уровне КТМ.

Методические указания

1. Обобщенную схему сборки строят на основании частных схем сборки отдельных моделей. При этом используют метод наложения схем. Одну из схем сборки принимают за базовую и сравнивают со схемами других моделей. В качестве базовой целесообразно принимать схему модели с наибольшим количеством деталей. В обобщенной схеме должны быть отражены особенности сборки всех моделей. Так же, как и в частных схемах, в обобщенной схеме элементы сборки должны быть заключены в прямоугольник с обозначением соединяемых деталей. Например, знаком плюс обозначают сборку деталей (1+2). Запись (1+2,12) обозначает, что с деталью 1 могут соединять детали 1 или 12. Начинать построение обобщенной схемы нужно с выстраивания всех деталей около условной сборочной единицы. Формирование сборочных модулей должно проводиться в пределах выявленных ранее этапов обработки. Примерный вид обобщенной схемы представлен на рисунке 5.

2. После построения обобщенной схемы сборки ТПШИ проводят ее анализ с целью выявления элементов уровней детализации: этапов, блоков и конструктивно-технологических модулей (КТМ) и их кодирование.

Сведения об изделии представляют собой совокупность кодов КТМ, состоящих из трех букв и трех цифр. Буквы кодов КТМ оп-

ределяют его положение в структуре ТПШИ, а цифры - его содержание. Первая буква кода соответствует этапу ТПШИ, вторая – блоку, третья – КТМ. Три цифры определяют разновидность КТМ (рисунок 6).

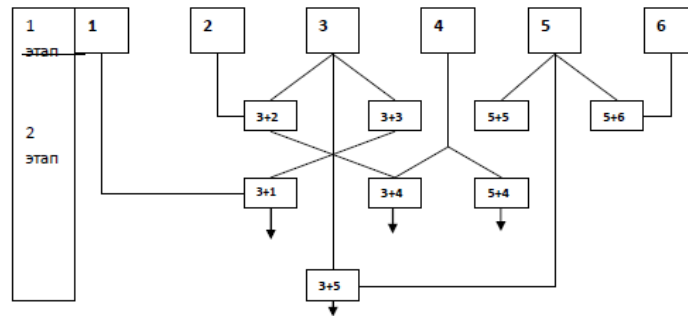


Рисунок 5 - Вид обобщенной схемы сборки

	X	X	X	XXX
				Разновидность КТМ
			КТМ	
ЭТАП	БЛОК			

Рисунок 6 - Схема кодирования сведений об изделии

Этап характеризуется технологической завершенностью обработки и сборки основных сборочных единиц изделия. Например, этапами являются начальная обработка деталей, сборка деталей, монтаж изделия. На предыдущих стадиях работы уже были выделены такие этапы обработки, а здесь нужно зафиксировать их и присвоить код (таблица 2).

Таблица 2 - Кодирование этапов ТПШИ

Наименование этапа	Код этапа
Начальная обработка деталей	А
Сборка деталей	Б
И т.д.	

Блок ТП соответствует обработке отдельных частей основных сборочных единиц. Они хорошо выявляются на обобщенной схеме сборки, т.к. каждый элемент сборки, обозначенный прямоугольником, является блоком. Кодирование блоков зафиксировано в таблице 3.

Таблица 3 — Кодирование блоков ТПШИ

Этап обработки	Обозначение блока на обобщенной схеме сборки	Код блока
А	1	А
	2	Б
	3	В
	И т.д.	
Б	3+2	А
	3+3	Б

Конструктивно-технологический модуль представляет собой завершённую и технологическом отношении часть ТПШИ, определяющую способ изготовления относительно самостоятельной части конструкции изделия (например, обработку клапана, выточки, соединительных швов, отделочных элементов, соединение боковых швов, втачивание рукава и т.д.). КТМ могут иметь несколько разновидностей в зависимости от вида материала, пакета деталей, конструкции шва, способа соединения, применяемого оборудования и т.д. Например, КТМ “стачивание деталей” может иметь две разновидности: стачивание деталей с обметыванием срезов и стачивание деталей без обметывания срезов, отличающиеся используемым оборудованием. КТМ “отделка деталей” имеет в нашем случае две разновидности: настрачивание отделочной строчки и окантовывание деталей.

Таблица 4 – Кодирование КТМ

Код КТМ	Наименование КТМ	Наименование разновидностей КТМ	Код разновидностей КТМ	Номера операций, входящих в КТМ
А	Стачивание деталей	С обметыванием	001	34, 45, 54
		Без обметывания	002	1, 3, 5, 7, 27
		В разутюжку	003	6, 11
Б	Обметывание срезов деталей		004	2, 4, 19
В	Отделка деталей	Отделочной	005	8, 10, 12, 22, 23, 47, 49, 51, 52, 53
		Окантовкой		006

КТМ “обработка низа рукавов” имеет разновидности: обработка низа с притачиванием манжеты и застрачивание припуска на подгибку низа рукава. Этот этап работы наиболее сложен и требует тщательного анализа обработки всех моделей по справочнику технологических операций. Заполняя таблицу 4, проследите, чтобы все операции вошли в один из КТМ.

3. Построение обобщенного графа ТП заключается в заполнении структурных элементов обобщенной схемы сборки соответствующей информацией. Обычно обобщенный граф процесса строят на уровне КТМ, следовательно, блоки нужно заполнить кодами КТМ и их разновидности могут повторяться в разных блоках. Блок может включать один КТМ или несколько. Например, блок начальной обработки рукава состоит из одного модуля “стачивание деталей с обметыванием” А 001 (рисунок 7 а).

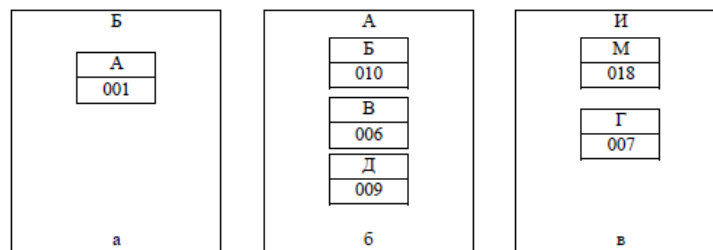


Рисунок 7 - Варианты заполнения блоков КТМ

Блок обработки манжеты состоит из трех модулей: “обработка манжеты” Е-010, “приутюживание деталей с отделочным элементом” В-006 и “подрезание деталей” Д-009 (рисунок 7б). Кроме того, могут быть альтернативные варианты обработки. Например, в начальной обработке полочки могут стачиваться складки – КТМ “стачивание плечевых складок” М-018 или притачиваться боковая деталь с отделкой – КТМ “отделка деталей настрачиванием полоски ткани” Г -007. В этом случае КТМ располагается на одном уровне (рисунок 7в).

Перед построением графа процесса целесообразно заполнить блоки, т.к. может возникнуть необходимость во введении новых блоков, не нашедших отражение в сборочной схеме. Например, блок “стачивание боковых швов” или “обработка низа изделия“. При заполнении блоков нужно следить за тем, чтобы в них были

использованы все КТМ и их разновидности, иначе при определении обработки изделия выпадет часть операций.

Заполнив блоки конструктивно-технологическими модулями, нужно повторить обобщенную схему сборки, поставив на место сборочных единиц заполненные блоки с указанием кодов этапов, блоков, КТМ и их разновидностей.

4. При анализе графа ТПШИ следует дать обоснованные ответы на следующие вопросы:

- Правильно ли проведена группировка деталей кроя?
- Соответствуют ли индивидуальные схемы сборки моделей реальным процессам?
- Правильно ли построены индивидуальные графы процессов. Верно ли обозначены границы этапов обработки?
- Отражает ли обобщенная схема сборки все возможные взаимосвязи деталей при обработке?
- Достаточно ли обосновано выделение КТМ?
- Правильно ли проведено заполнение блоков?
- Правильно ли отражены взаимосвязи блоков и КТМ в графе ТПШИ?

Практическое занятие №3

Разработка исходных данных для проектирования технологического процесса изготовления изделия

Цель работы: освоить методику составления исходных данных для автоматизированного проектирования ТПШИ, систему кодирования исходных данных

Порядок выполнения

1. Провести кодирование сведений об изделии, оборудовании, приспособлениях.
2. Составить справочники данных:
 - 2.1. О конструктивно-технологических модулях.
 - 2.2. Об оборудовании.
 - 2.3. О приспособлениях.
3. Составить матрицу возможных сочетаний оборудования.

Методические указания

1. Наиболее важным моментом в подготовке исходной информации для проектирования технологических процессов является представление сведений об изделии и методах его обработки в виде совокупности кодов.

Исходными данными для проектирования ТПШИ являются:

1. Сведения об изделии.
2. Сведения об оборудовании.
3. Сведения о приспособлениях.
4. Сведения о вспомогательных материалах.
5. Планируемый выпуск изделий в смену (М) или показатель количества рабочих в потоке (К).

Сведения об изделии представляют собой совокупность кодов КТМ, соответствующих изделию. Коды КТМ выбирают из таблицы кодирования сведений об изделии (ТКС). Для получения полного представления о ТКС необходимо, используя граф ТПШИ, составить ТКС на 1 этап - начальную обработку деталей.

Таблица 5 - Фрагмент таблицы кодирования сведений об изделии

Наименование и код этапа	Начальная обработка деталей А			
Наименование и код блока	Обработка манжет АА			Обработка рукава АБ
Наименование КТМ	Обработка манжет	Приютю-живание детали	Подре-зание детали	Стачивание деталей
Код КТМ	ААЕ	ААВ	ААД	АБА
Разновидность КТМ				
Код разновидности	001	006	009	0013

Кодирование сведений об оборудовании проводят с помощью таблицы кодирования оборудования. Код оборудования состоит из 5 знаков. Первая цифра соответствует специальности исполнителя, работающего на данном оборудовании (таблица 5).

Таблица 6 - Кодирование специальностей исполнителей работ на оборудовании

Операции	Условное обозначение спец. исполнителя	Код специальности
На стачивающих машинах	М (мотористка)	1
На специальных машинах	С (спецмотористка)	2
На полуавтоматах	А (автоматчица)	3
Ручные	Р (ручница)	4
Утюжильные	У (утюжилщица)	5
Прессовые	П (прессовщица)	6
Ручные с иглой	И (ручница с иглой)	7

Вторая и третья цифры соответствуют коду оборудования. Четвертую и пятую цифры заполняют только для оборудования влажно-тепловой обработки как сведения о подушках прессов и утюгов к утюжильным столам. Причем цифры от 0 до 69 применяют для обозначения подушек прессов, от 70 до 99 – для обозначения подушек для утюгов.

Сведения о средствах малой механизации кодируют с помощью таблицы приспособлений к швейным машинам.

Таблица 7 - Кодирование приспособлений к швейным машинам

Марка приспособлений	Наименование приспособлений	Код приспособлений
1-54	Откидная линейка	01
1-9	Лапка с навесной линейкой	02
И т.д.		

2.Используя сведения ТКС, графа ТПШИ и данные таблицы 4, составить справочник сведений об изделии (на одну из моделей).

Таблица 8 - Сведения об изделии

Код КТМ	Коды технологических операций
ААЕ010	035,036
ААВ066	038
АБД009	037
АБА034	034
И т.д.	

Таблица 9 - Сведения об оборудовании

Код оборудования	Число единиц
10100	13
20200	4
50170	5
И т.д.	

Таблица 10 - Сведения о приспособлениях

Код приспособления	Число единиц
01	7
02	4
И т.д.	

Из курса технологии швейных изделий известны условия комплектования неделимых операций в организационные при составлении схемы разделения труда. Одним из требований является соблюдение специализации технологических операций.

Для принятых условий формирования организационных операций по видам применяемого оборудования в ЭВМ вводится информация о его возможных сочетаниях на одном рабочем месте. Эту информацию представляют в виде матрицы. Каждая строка и столбец матрицы должны соответствовать только одному виду оборудования. Если какой-либо вид работ или оборудования могут быть объединены на одном рабочем месте, то в графе на их пересечении ставится 1, если по условиям комплектования организационных операций их нельзя объединить, то ставится 0.

Лучшие показатели работы достигаются в потоках с высоким уровнем специализации операций, однако, в силу объективных причин, часто приходится объединять на одном рабочем месте неделимые операции разных специальностей. В этом случае допускается объединение машин полуавтоматов, утюжильных и прессовых операций, ручных операций с машинными, прессовыми и утюжильными.

Не допускается объединение операций, выполняемых сидя и стоя.

Руководствуясь вышеизложенным, следует составить матрицу возможного объединения оборудования, используемого в лабораторной работе.

Таблица 11 - Матрица возможного объединения оборудования

Код оборудо- вания	10100	10200	20200	50170	40000
10100	1	0	0	0	1
10200					
20200					
50170					
40000					

Практическое занятие №4

Оптимизация технологического процесса изготовления изделий

Цель работы: освоить методику выбора оптимальной мощности потока, научиться выбирать критерий оптимизации и записывать условия оптимальности.

Порядок выполнения

1. Определение границ и интервалов варьирования мощности.
2. Распределение времени неделимых операций по интервалам варьирования.
3. Выбор оптимального интервала мощности.
4. Постановка задачи проектирования и запись условия оптимальности.

Методические указания

1. К исходной информации для проектирования ТПШИ относят заданную мощность потока. Процесс проектирования будет значительно эффективнее, если сразу будет задана мощность, близкая к оптимальной.

Оптимальной называется мощность, при которой на определенном уровне развития техники и технологии достигаются максимальная производительность труда, использование рабочего времени, оборудования и производственной площади.

Для определения оптимальной мощности используют способы: компоновок, графический, табличный, математический и ЭВМ.

Поскольку на данной стадии разработки процесса можно говорить лишь о предварительном (ориентировочном) выявлении границ мощностей, то наиболее целесообразно использование табличного способа.

Условно принято считать поток рациональным, а мощность оптимальной, если при разработке технологической схемы удастся получить более чем на половине рабочих мест специализированную работу. Таким образом, за критерий оптимальности потока на данном этапе может быть принята сумма времени специализированных операций, приходящихся на определенный интервал мощности. Оптимальным считается интервал, в пределах которого находятся операции с суммой времени, составляющей более 60% общей трудоемкости изделия. Определение граничных значений исследуемых мощностей проводят путем анализа. Средний уровень наиболее часто встречающихся малых значений времени неделимых операций определяет верхнюю границу, а средний уровень больших значений времени неделимых операций – нижнюю границу подлежащего исследованию предела мощности. Например, наименьшие значения времени неделимых операций составляют в мин.: 0,26, 0,28, 0,40, 0,3, 0,33. Принимая за среднее значение 0,3 мин., определяем верхнюю границу исследуемого диапазона мощностей $480/0.3 = 1600$ ед. Аналогично, только с большими значениями времени, определяют нижнюю границу. Установленные пределы мощностей разбивают на интервалы, величина которых $\Delta M = 100 - 150$ ед.

2. После определения границ и интервалов мощностей составляют таблицу 11.

Таблица 11 – Определение оптимальной мощности

Номера неделимых операций	Оборудование на соответствующей операции		Время выполнения неделимых операций		Интервалы мощностей
M1-M2	M2-M3	M3-M4	M4-M5	M5-M6	
Интервалы тактов, соответствующих мощностей					
$\tau_1-\tau_2$	$\tau_2-\tau_3$	$\tau_3-\tau_4$	$\tau_4-\tau_5$	$\tau_5-\tau_6$	
T	Σt_1	Σt_2	Σt_3	Σt_4	Σt_5
100%	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5

T – трудоемкость изделия, мин.;

$\Sigma t_1 \div \Sigma t_5$ – сумма времени неделимых операций, попавших в данный интервал, мин.;

$\lambda_1 \div \lambda_5$ – удельные веса, которые составляют суммы времени операций в интервале от общей трудоемкости изделия, %.

Самые большие операции, не вошедшие ни в один интервал, проверяют на кратность. Например, операция с длительностью $t = 2,7$ мин. не попадает в интервалы. При двукратной операции ее время составляет $t = 1,35$ мин., она войдет во второй интервал, причем время ее заносят полностью (2,7). Целесообразно проверить ее и на возможность организации 3-х кратной операции ($t = 0,9$). Если это время соответствует какому-либо интервалу, то оно вписывается и в тот интервал полностью.

Самые маленькие операции komponуют с другими операциями при строгом соблюдении условий компоновки (специализации и последовательности).

3. Время операций по каждому интервалу мощностей суммируют и определяют удельный вес суммы от общей трудоемкости обработки. Интервал с наибольшим процентом можно принять за оптимальный, а значение мощности в середине интервала принять за исходное при проектировании ТПШИ. Перед принятием окончательного решения следует проверить корректность полученных результатов. Для этого строят график зависимости удельного веса времени операций от мощности, (рисунок 8.)

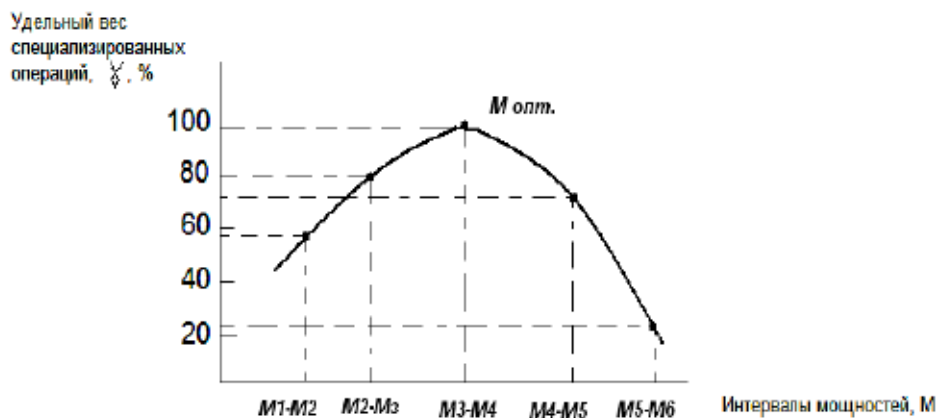


Рисунок 11 - Зависимость уровня специализированных операций от мощности

Задача проектирования технологического потока (технологической схемы) может быть сформулирована следующим образом. Задано конечное множество технологически неделимых операций $E(j)$, каждой из которых присвоен индекс из множества j (1,2,...N). Для каждой технологически неделимой операции известны: t_j – продолжительность выполнения, r_j – разряд работы, μ_j – вид оборудования, а также условия предшествования выполнения операций, заданных в виде ориентированного графа.

Необходимо наилучшим образом объединить все технологически неделимые операции в организационные, соблюдая требования и ограничения. Суть организационных требований к компоновке операций состоит в следующем:

1. Организационная операция должна содержать, по крайней мере, одну неделимую.
2. Неделимая операция не может быть включена в разные организационные.
3. Все неделимые операции должны войти в организационные.

Ограничения, накладываемые на процесс комплектования операций, представлен в таблице 12.

На этом этапе работы должен быть также установлен критерий оптимальности решения задачи. Оптимальным вариантом схемы разделения труда считается такой, в котором максимально соблюдены технологические и организационные требования.

Часто в качестве критерия оптимальности разделения труда принимают минимум суммарного отклонения длительности организационных операций от такта потока, т.е. условие ритмичной работы потока. Студентам предлагается вывести формулу, соответствующую этому критерию оптимальности технологической схемы.

Таблица 12 - Требования к организационным операциям

Технологические требования	Оптимальные параметры орг. операций	Допускаемые отклонения от технологических требований для потоков	Примечания		
Конвейерного	Агрег. группов.	Малых серий			
1. Согласование времени о.о. с тактом потока	$t = k \tau$ k – кратность операции	$0,95k \tau \sim 1,05k \tau$	$0,9k \tau \sim 1,15k \tau$	$0,9k \tau \sim 1,1k \tau$	Знак ~ означает, что величина отклонения от τ может превышать установленные пределы
2. Соблюдение технологической последовательности обработки изделия	Обработка изделия выполняется в соответствии с технологической последовательностью	Соблюдение строго обязательно	Допускаются изменения порядка обработки изделия внутри группы	Допускаются возвраты в потоке за счет неоднократного подхода коробки с изделиями	Последовательность обработки задается графической моделью ТПШИ
3. Соблюдение специализации организационных операций	Максимальная однородность работ по используемому оборудованию	Допускаются отклонения в соответствии с графическим изображением этого требования	Допускаются некоторые отклонения, но должна соблюдаться специализация	Строгая специализация рабочих мест	Требование задается в виде перечня возможных совмещений кодов оборудования в одной организационной операции
4. Использование квалификации исполнителя	Объединяемые неделимые операции одинаковы по разряду	Допускается объединение неделимых операций смежных или разных разрядов, если операции низшего разряда составляют не более 25% от времени организационной операции	О.о. присваивается разряд н.о. более высокой квалификации или средний разряд		
5. Кратность орган. операц.	Минимальная K=1	$K \leq 2 \div 3$	$K \leq 6$	$K \leq 2$	
6. Колич. обрабатываемых деталей	Минимальное d=1	$d \leq 4 \div 5$	$d \leq 2 \div 3$	$d \leq 6$	

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите исходные сведения, необходимые для проектирования ТПШИ.
2. Зачем нужно кодирование сведений.
3. С какой целью составляется матрица возможного объединения оборудования?
4. Что служит критерием оптимальности при выборе мощности?
5. Какие параметры могут служить критериями оптимальности технологической схемы?

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.