

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОДЕЖДЫ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ ЛИЦЕЯ

DEVELOPMENT OF CLOTHING MANUFACTURING TECHNOLOGY FOR LYCEUM STUDENTS

Х.Ф. МАМЕДОВА¹, С.Ш. ТАШПУЛАТОВ², Ф.А. МАМЕДОВ³, В.А. ИСМАИЛОВ³

KH.F. MAMEDOVA, S. SH. TASHPULATOV, F.A. MAMEDOV, V.A. ISMAYILOV

(Гянджинский государственный университет Азербайджана, Республика Азербайджан,
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан,
Азербайджанский технологический университет, Республика Азербайджан)

(Ganja State University of Azerbaijan, Republic of Azerbaijan,
Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan,
Azerbaijan Technological University, Republic of Azerbaijan)

E-mail: ssht61@mail.ru

В статье представлены результаты исследования по оптимизации конфекционирования компонентов материалов пакета и технологии изготовления изделия на основе постановки задачи по разработке одежды стабильного ассортимента для учащихся лицея при требуемом уровне качества, производительности и рентабельности. Изложена методика выбора оптимального пакета материалов и технологии изготовления одежды. По итогам работы получены следующие результаты: предложены варианты рационального пакета материалов требуемой устойчивости формы и уровня качества, а также наиболее эффективный вариант технологического процесса изделия и запланированной производительности труда для данной категории ассортимента одежды.

The article presents the results of a study on optimizing the packaging of the components of the package materials and the manufacturing technology of the product based on the formulation of the problem of developing clothes of a stable assortment for lyceum students at the required level of quality, productivity and profitability. A technique for choosing the optimal package of materials and technology for making clothes is outlined. As a result of the work, the following results were obtained: options for a rational package of materials of the required form stability and quality level, as well as the most efficient version of the technological process of the product and the planned labor productivity for this category of clothing assortment were proposed.

Ключевые слова: оптимальная технологическая последовательность, операция, изготовление одежды, динамическое программирование, дискретная нелинейная зависимость, оптимизационная задача, суммарная стоимость, технологическая обработка, производительность, затраты времени.

Keywords: optimal technological sequence, operation, clothing manufacturing, dynamic programming, discrete non-linear dependence, optimization problem, total cost, technological processing, productivity, time consumption.

Одним из источников повышения эффективности производства является применение научно обоснованных методов проектирования изделий и технологических процессов их изготовления, предусматривающее рациональное решение конструкции изделия, используемых материалов, методов технологической обработки, оборудования [1...3].

С развитием научно-технического прогресса в швейной промышленности значительно расширился ассортимент применяемых материалов, увеличилась номенклатура оборудования, средств механизации и автоматизации [4...6].

Это привело к расширению вариативности принятия решения и выбору наиболее рациональных способов и методов изготовления заданного ассортимента. При этом с учетом множества возможных вариантов изготовления для выбора эффективных из них целесообразно использование специальных математических методов на основе комплексного подхода к решению задачи по разработке изделий и технологических процессов их изготовления.

В данной статье рассматривается Методика решения задачи выбора рациональной технологии изготовления одежды для учащихся лицея на основе применения математических оптимизационных моделей [7].

Качество одежды для учащихся лицея, согласно требованиям, наряду с другими может быть улучшено по следующим показателям:

- эстетическим, отвечающим требованиям потребителя к внешнему виду изделия в период его жизненного цикла;

- показателям устойчивости к внешним воздействиям (стиранию, светотепловому старению), определяющим стабильность приданной формы (обеспечивается за счет рационального формирования компонентов пакета материалов) в процессе эксплуатации, уходу (химической чистки и влажно-тепловой обработки), а также жесткости пакета;

- эргономическим, характеризующим удобство в носке и прочность, а также обеспечение комфорта.

Реализация требований потребителя тре-

буемого уровня качества изделия должна быть осуществлена с учетом обеспечения необходимого уровня производительности труда. Практически на предприятиях нет одинаковых технологических процессов, изготавливающих один и тот же ассортимент одежды. Такое положение приводит к различным затратам труда и материалов [6], [8].

При проектировании технологического процесса производства такой одежды необходимо обеспечить выполнение следующих технико-экономических показателей (1):

$$P_n = O - C_n \geq [P_0] > P_c \quad (1)$$

или

$$P_n = \frac{P_n}{C_n} \cdot 100 > P_c,$$

где P_n – прибыль после внедрения после мероприятий; $[P_0]$ – средний размер прибыли, который намечено получить в результате реализации мероприятий; P_c – прибыль до осуществления проектируемых мероприятий; O – оптовая цена изделия; C_n – себестоимость изделий при проектируемой технологии; P_c – рентабельность до осуществления проектируемых мероприятий; P_n – рентабельность после внедрения мероприятий.

Вместе с тем, затраты времени на изготовление изделия не должны превышать устанавливаемого (нормируемого) показателя, например, среднеотраслевого значения для рассматриваемого вида изделий или значения, устанавливаемого плановым заданием для конкретного предприятия:

$$T_n \leq [T_0], \quad (2)$$

где T_n – затрата времени при проектируемой технологии; $[T_0]$ – нормируемый уровень затраты времени при изготовлении изделий.

Выполнение требований потребителя производства в части улучшения качества при запланированной производительности труда швейных изделий приводит к необходимости:

- совершенствования состава пакета материалов изделия для обеспечения требуемых параметров и формоустойчивости этой одежды;

- использования рационального конструктивного решения и технологии изготовления одежды для учащихся лицея.

Таким образом, задача выбора оптимального значения стоимости и трудоемкости в указанных интервалах в общем случае может быть сведена к компромиссу между значениями C и T . Оптимизационная задача

$$\sum_{i=1}^n A_{ij}C_{ij} \rightarrow \text{тип при ограничении } \sum_{i=1}^n A_{ij}T_{ij} < [T_0], \quad (3)$$

где C_{ij} – стоимость изготовления i -го варианта j -й операции;

$$A_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если выбран } i - \text{й вариант} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

$$\sum_{i=1}^n A_{ij}T_{ij} \rightarrow \text{тип при ограничении } \sum_{i=1}^n A_{ij}C_{ij} \leq [C_0], \quad (4)$$

где T_{ij} – затрата времени на изготовление i -го варианта j -й операции.

Выбор критерия определяется конкретными условиями предприятия. Например, для предприятия, где острая нехватка рабочей силы, оптимизационную задачу целесообразнее решить, исходя из условия (4), с учетом технических средств. Очевидно, что оптимизация изготовления всего изделия достигается при условиях соответствующего (оптимального) подбора значений себестоимости и трудоемкости обработки на каждой операции технологического процесса производства изделия. В частности, оптимизационная задача для Бакинской швейной фабрики может быть сведена к нахождению затрат времени, не превышающих требуемого, т.е. 1,62 ч, а себестоимости – минимальная задача решена методом динамического программирования [2], [6...8]. Для реализации этого метода было составлено функциональное рекуррентное уравнение:

$$f_k(t) = \min [C_{ik}(t_{ik}) + f_{k-1}(T_{\delta_{\text{оп}}} - t_k)], \quad (5)$$

$$T_{\delta_{\text{оп}}} = \sum_{j=1}^k t_{ij},$$

синтеза технологического процесса изготовления изделия в целом из допустимых вариантов обработки может быть записана в двух вариантах (текстовых). Если оптимизировать технологию изготовления изделия в условиях массового производства по критерию затрат C , то условие оптимизации можно записать в виде:

Если в качестве критерия оптимальности принимается затрата времени на изготовление изделия, то условие оптимизации переписывается в виде:

где $i = f(k)$ $k = 2, 3, \dots, N$; N – номер выбранного варианта в каждой операции; k – количество технологических операций; j – номер операции; t_{ij} – время i варианта j -й операции; $T_{\delta_{\text{оп}}}$ – ограничения по времени технологического процесса; $f_1(k)$ – зависимость стоимости от времени в первой операции.

Уравнение (5) является функциональным уравнением метода динамического программирования. Эта зависимость рекуррентна, т.к., зная $f_1(t)$, из (5) получаем $f_2(t)$.

Затем из этого же соотношения $f_3(t)$ и т.д. до последней операции $f_k(t)$. Распределение $f_k(t)$ является искомой зависимостью $C = f_k(t)$, по которой можно построить оптимальную технологическую последовательность операций при любой из двух поставленных задач.

Рассмотрим для примера задачу выбора оптимальной технологии изготовления одежды для учащихся лицея. Примеры технологической последовательности, размытые варианты исполнения и обработки деталей швейных изделий представлены в табл. 1 (выбор оптимальной технологии изготовления одежды для учащихся лицея) [3].

Таблица 1

| Номер операции | Наименование технологической операции | Варианты | Стоимость, руб | Затраты времени |
|----------------|--|----------|----------------|-----------------|
| 1 | Дублирование полочки клеевой прокладки | 1 | 97,701 | 30 |
| | | 2 | 85,948 | 32 |
| | | 3 | 79,737 | 36 |
| 2 | Выстегивание бортовой прокладки | 1 | 39,255 | 28 |
| | | 2 | 50,174 | 30 |
| | | 3 | 31,105 | 32 |
| 3 | Сутюживание бортовой прокладки | 1 | 1,398 | 70 |
| | | 2 | 2,471 | 40 |

$$N=3 \cdot 3 \cdot 2=18,$$

где N – общее количество вариантов перебора.

Прямой ход

Таблица 2

Шаг 1

| | | | |
|----------|--------|--------|--------|
| $F_1(T)$ | 97,701 | 85,948 | 79,797 |
| T | 30 | 32 | 36 |

Все комбинации вариантов

Таблица 3

Шаг 2

| | | | | | | | |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| $F_2(T)$ | 136,956 | 125,203 | 118,992 | 147,875 | 136,122 | 129,911 | 128,806 |
| T | 58 | 60 | 64 | 60 | 62 | 66 | 62 |
| $f_2(T)$ | 117,053 | | | 110,842 | | | |
| T | 64 | | | 68 | | | |

(Целесообразные варианты)

| | | | | |
|----------|---------|---------|---------|---------|
| $f_2(T)$ | 136,956 | 125,203 | 117,053 | 110,842 |
| T | 58 | 60 | 64 | 68 |

Таблица 4

| | | | | | | | |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| $F_3(T)$ | 138,354 | 126,601 | 118,451 | 112,240 | 139,427 | 127,674 | 119,494 |
| T | 128 | 130 | 134 | 128 | 98 | 100 | 104 |
| $F_3(T)$ | 113,313 | | | | | | |
| T | 108 | | | | | | |

(Целесообразные варианты)

Таблица 5

| | | | | | |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| $F_3(T)$ | 139,427 | 127,674 | 119,494 | 113,313 | 112,240 |
| T | 98 | 100 | 104 | 108 | 138 |

Обратный ход оптимальной цепочки вариантов

Таблица 6

| Номер цепочки вариантов | T_{ij} | C_{ij} | Номер вариантов операции | | |
|-------------------------|----------|----------|--------------------------|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 98 | 139,427 | 1 | 1 | 2 |
| 2 | 100 | 127,674 | 2 | 1 | 2 |
| 3 | 104 | 119,494 | 3 | 1 | 2 |
| 4 | 108 | 113,313 | 3 | 3 | 2 |
| 5 | 138 | 112,240 | 3 | 3 | 1 |

Для выявления оптимальной технологической последовательности $f(T)$ формируем табл. 2...5, в которые внесены суммы затрат времени на выполнение всех операций по обработке деталей.

В соответствии с уравнением (5) цифрами показан обратный ход оптимальный цепочки вариантов (табл. 6).

Графически эта зависимость показана на рис. 1, где для каждого из пяти членов оптимальной последовательности (табл. 6) отложены значения t и C . Полученный график показывает дискретную нелинейную зависимость между стоимостью и временем обработки детали.

По зависимости (t) может быть определена оптимальная технология и выбраны соответствующие материалы, конструкции, методы их обработки и оборудование.

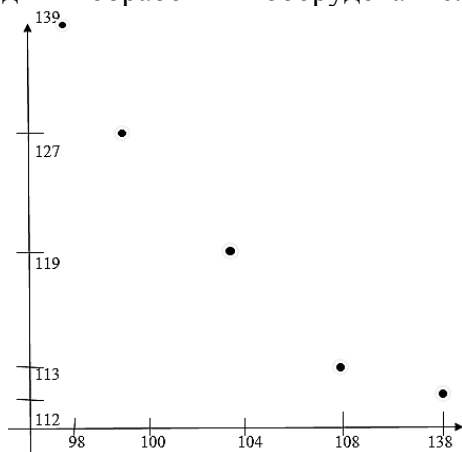


Рис. 1

При заданном числе технологических операций и вариантах изготовления на каждой операции расчет рациональной технологической последовательности состоит из сотен тысяч арифметических и логических действий. Поэтому для решения этой задачи необходимо использование ЭВМ [6], [7].

Для расчета оптимальной технологической последовательности изготовления пиджака для учащихся лицея была составлена программа "DINAMICA", блок-схема алгоритма представлена на рис. 2 (блок-схема интерактивного алгоритма определения оптимальной технологической последовательности изготовления одежды для учащихся лицея).

С использованием описанной программы была проведена оптимизация технологической последовательности изготовления одежды для учащихся лицея. В качестве исходных данных были приняты технологии изготовления пиджака для учащихся лицея различными вариантами. При этом большинство операций технологического процесса выполнялось в двух-трех вариантах.

Каждый вариант изготовления изделия отличался, как правило, по конструктивным особенностям, видам применяемых материалов, технологической обработки и оборудованию.



Рис. 2

Оптимизация технологического процесса осуществлена с учетом следующих ограничений: $C_n \leq 32,6^x T_n \leq 5832$, где x – себестоимость без учета стоимости материалов верха и подкладки.

Для возможности управления технологическим процессом и его анализа построен график зависимости $C(T)$ на основании параметров оптимальных технологических последовательностей (рис. 3 – график зависимости суммарной стоимости от трудоемкости изготовления изделия).

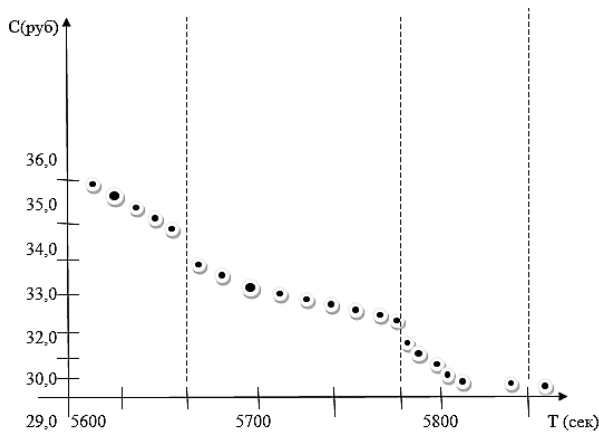


Рис. 3

Каждый из вариантов, который, отвечая предъявленным требованиям уровня качества, отличается по технологическим показателям.

График $C(T)$ показывает дискретную нелинейную зависимость, поэтому соединение точек произведено лишь условно для наглядности.

Первая оптимальная технологическая последовательность вариантов операций позволяет изготовить изделие на 5614 с со стоимостью 35,4 руб. последняя за 5879 с и 29,1 руб. соответственно.

Исследование зависимости суммарной стоимости технологического процесса от времени, затрачиваемого на изготовление изделия, показывает, что всю область изменения функции можно разбить условно на три зоны.

Первая зона может быть названа зоной высокой производительности труда. В эту зону входит совокупность точек с аргументами, лежащими в пределах $5600 \leq T_1 < 5660$.

В этой области изделия изготавливаются с применением самых перспективных материалов, прогрессивной технологии и высокопроизводительного оборудования (как правило, дорогостоящего). Работа в данной области рекомендуется предприятиям, имеющим большой объем выпуска продукции, за счет которого обеспечивается необходимая рентабельность. Работа в этой области допустима только при хорошей и четкой организации производства, стабильной работе оборудования, так как выход из строя и замена одного оборудова-

ния другим может существенно повлиять на параметры технологического процесса.

Вторая зона – зона со средней производительностью технологического процесса, которая лежит в пределах $5660 \leq T_2 < 5720$.

Эта зона может быть рекомендована предприятию, располагающему более дешевым, по сравнению с первой зоной, оборудованием [5]. Рекомендуется предприятиям, имеющим средний объем выпуска продукции. Примером можем служить Бакинская швейная фабрика им. А. Бакиханова, где изготавливаются 50...60 тыс. единиц изделий в год.

Третью зону можно характеризовать как зону наиболее низкой стоимости изготовления, эта зона лежит в пределах $5720 \leq T_3 < 5879$.

Область относительно невысокой производительности труда и предназначена для предприятий, специализированных на выпуске продукции малыми сериями.

Технологические процессы, входящие в данную зону, отличаются от технологических процессов предыдущих зон более высокой трудоемкостью изготовления изделия. Вместе с тем, при работе в этой зоне при малых сериях может быть обеспечена более высокая рентабельность. Повышение производительности труда здесь может быть обеспечено применением приспособлений малой механизации и другой технологической и организационной оснастки.

Таким образом, выбор технологического процесса изготовления пиджака для учащихся лица определяется уровнем организации производства на конкретном предприятии.

Задаваясь величиной стоимости продукции и производительности труда, можно на основании сделанного расчета и графика $C(T)$ (рис. 3) определить варианты технологического процесса, приводящие к выбранному сочетанию суммарных величин стоимости и времени при требуемом уровне качества.

ВЫВОДЫ

1. Совершенствование организации производства швейных изделий на основе ресурсосберегающих технологии имеет большое

значение для повышения эффективности производства. Как показывает анализ специальной литературы, важным направлением в развитии теории и практики применения ресурсосберегающих технологий изготовления одежды стабильного ассортимента является рациональное использование материальных и трудовых ресурсов.

2. Впервые разработаны и теоретически обоснованы основные принципы создания (проектирования) и производства высококачественной одежды для учащихся лица в условиях ограничений на материальные и трудовые ресурсы, обеспечивающие запланированный уровень производительности труда и рентабельности изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпов Д.А., Струченков В.И. Динамическое программирование в прикладных задачах, допускающих сокращение перебора вариантов // Russian Technological Journal. – 2020;8(4):96-111. <https://doi.org/10.32362/2500-316X-202Q-8-4-96-111>

2. Беллман Р., Энджел (Angel E.). Динамическое программирование и уравнения в частных производных. – 1974.

3. Черунова И.В., Чуйан А.И., Стефанова Е.Б., Стенькина М.П., Сирота Е.Н., Давыдова Ю.А., Лесникова Т.Ю., Ковалева А.А., Коринтели А.М., Черунов П.В. Опыт управления инновациями для новых конструкторско-технологических разработок в промышленности. – Новочеркасск: ООО "Лик", 2019.

4. Черунова И.В., Колесник С.А., Ташпулатов С.Ш. Научно-технологические разработки на службе экологии человека. – Новочеркасск: ООО "Лик", 2015.

5. Sanjoy Dasgupta, Christos H. Papadimitiion, Umesh Vazizaki Alqorithmg-1-e изд.-McGzaw-HLEE Science /Engineering/ Math. – 2006. С. 336. ISBN 0073523402

6. Ташпулатов С.Ш. Высокоэффективная ресурсосберегающая технология формообразования и ВТО деталей одежды. – Ташкент: "Фан ва технология" (Наука и технология), 2007.

7. Гончаров Е.Н., Ерзин А.И., Залюбовский В.В. Исследование операций. Примеры и задачи. – Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2005.

8. Максимов Д.А. Моделирование производственного сегмента предприятия с учётом риска производственной программы // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2020, №6-2. С.262...270. URL: <https://vaael.ru/ru/article/view7idM192> (дата обращения: 15.03.2022).

REFERENCES

1. Karpov D.A., Struchenkov V.I. Dynamic Programming in Applied Problems Allowing Reduction in the Search of Variants // Russian Technological Journal. – 2020;8(4):96-111. <https://doi.org/10.32362/2500-316X-202Q-8-4-96-111>

2. Bellman R., Angel (Angel E.). Dynamic programming and partial differential equations. – 1974.

3. Cherunova I.V., Chuyan A.I., Stefanova E.B., Stenkina M.P., Sirota E.N., Davydova Yu.A., Lesnikova T.Yu., Kovaleva A.A., Korinteli A.M., Cherunov P.V. Experience in innovation management for new design and technological developments in the industry. – Novocherkassk: Lik LLC, 2019.

4. Cherunova I.V., Kolesnik S.A., Tashpulatov S.Sh. Science-intensive technologies in the service of human ecology. – Novocherkassk: Lik LLC, 2015.

5. Sanjoy Dasgupta, Christos H. Papadimitiion, Umesh Vazizaki Alqorithmg-1st ed.-McGzaw-HLEE Science/Engineering/ Math. – 2006. P. 336. ISBN 0073523402

6. Tashpulatov S.Sh. Highly efficient resource-saving technology of shaping and WTO of clothing details. – Tashkent: "Fan wa technology" (Science and technology), 2007.

7. Goncharov E.N., Erzin A.I., Zalyubovsky V.V. Operations research. Examples and tasks. – Novosibirsk: Novosibirsk State University, 2005.

8. Maksimov D.A. Modeling the production segment of an enterprise taking into account the risk of the production program // Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. – 2020, № 6-2. P.262...270. URL: <https://vaael.ru/ru/article/view7idM192> (date of access: 03/15/2022).

Поступила 10.08.22.