

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9**  
**Тема: ОПТИМИЗАЦИЯ**  
**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**  
**ИЗГОТОВЛЕНИЯ**  
**ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

## Цель работы:

Освоение методики оптимизации технологических процессов изготовления швейных изделий.

## Содержание работы:

1. Постановка задачи оптимизации и формирование исходной информации для конкретного ТПШИ.
2. Выбрать критерии оптимизации технологических решений.
3. Рассчитать критерии оптимизации для конкретного примера.
4. Оценить варианты технологических процессов изготовления швейного изделия и определить область допустимых решений.

## Вопросы для подготовки к работе:

1. Разновидности оптимизации, их характеристика.
2. Критерии оптимизации ТПШИ, методы расчета.
3. Конструктивно-технологические и технические ограничения процесса оптимизации.
4. Сущность 2-х этапного метода оптимизации ТПШИ.
5. Технологическая себестоимость, определение, методы расчета.

Оптимизация технологических процессов является довольно сложной многокритериальной задачей, т.к. область решений (множество возможных вариантов ТП) обусловлена различиями, как в технологии изготовления изделия, так и организации производства, где функционирует этот процесс. Решать ее целесообразно в два этапа

**На первом этапе** оптимизации при заданных конструктивно- технологических и технических ограничениях необходимо определить область **допускаемых (D) и предварительных (Р<sub>тп</sub>) решений ТП (Р<sub>тп</sub> ⊂ D ⊂ X)** из пространства моделей технологических процессов - X, отвечающих заданным требованиям {зп} = 3.

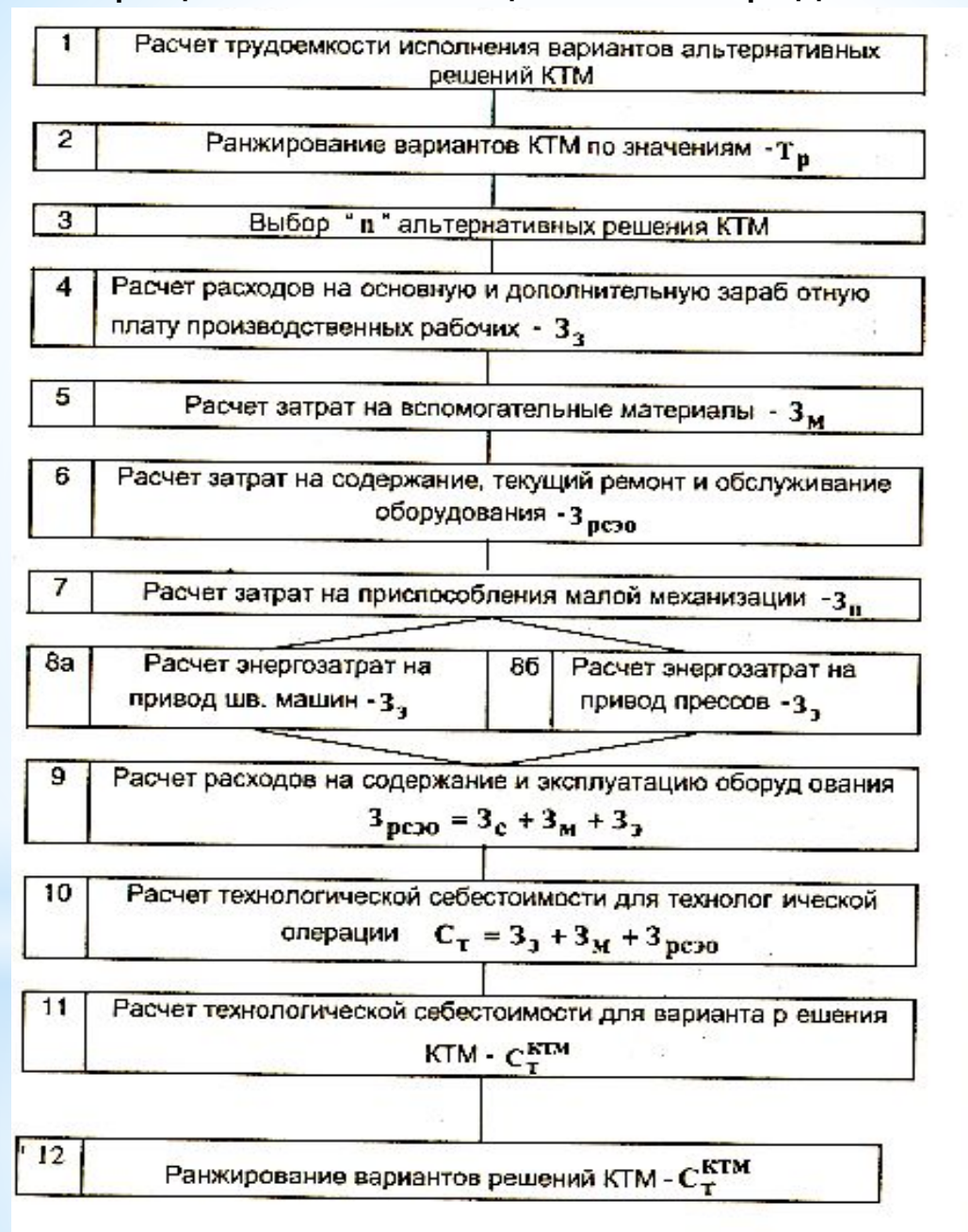
Область допускаемых решений (D) определяется наличием на потоке (предприятии) необходимого оборудования и минимизацией расчетной трудоемкости изготовления изделия (Тр). При наличие необходимого оборудования производится расчет трудоемкости всех альтернативных вариантов КТМ процесса. По полученным значениям Тр выбираются «n» вариантов технологических решений КТМ, при условии, что  $T_p \rightarrow \min$ . Количество вариантов, как правило, не превышает трех.

Из числа «n» выбранных по Тр **решений КТМ** определяется область предварительных решений - Р<sub>тп</sub>. При определении указанной области для каждого предварительного варианта ТП должны выполняться следующие условия:



- в технологический процесс должны входить все выбранные КТМ;
- каждый КТМ, входящий в ТП должен содержать в себе не менее одного метода обработки;
- расчетные характеристики ТП должны отвечать заданным требованиям {зп} = 3.

# Структурная схема процесса оптимизации ТПШИ представлена на рис



Исходной информацией для выполнения первого этапа работы являются варианты технологических решений КТМ ТПШИ, полученные в предыдущих работах. Эти сведения заносятся в таблицу 9.1.

Таблица 9.1 - Варианты технологических решений КТМ моделируемого ТП швейных изделий (пример)

| Код КТМ | Эск из КТМ | N5 вар | № то | Наименование ТО                 | Спец | Разряд | Применяемое оборудование       | Затрата времени |
|---------|------------|--------|------|---------------------------------|------|--------|--------------------------------|-----------------|
| КТМ 1   |            | 1      | 1    | Продублировать клапан           | II   | 3      | CS-318КМН, «Паннония»          | 28              |
|         |            | 2      | I    | Продублировать клапан           | У    | 3      | Cs-394, к-395 «Паннония»       | 48              |
|         |            |        | 1    | Обтачать клапан с обрезкой края | М    | 3      | 131-131+3 АО «Орша» Беларусь   | 54              |
|         |            |        | 2    | Вывернуть                       | Р    | 1      |                                | 8               |
| КТМ 2   |            | I      | 3    | Выправить                       | Р    | I      |                                | 10              |
|         |            |        | 4    | Приупожить                      | У    | 2      | 101 +0081 «Макании» Италия     | 50              |
|         |            |        | 5    | Проложить отделочную строчку    | М    | 3      | 131- 12+3 АО «Орша» Беларусь   | 60              |
|         |            |        | I    | Обтачать кланам                 | NI   | 3      | 131- 121+50 АО «Орша» Беларусь | 54              |

Далее проводится расчет себестоимости  $C_p$  и капитальных затрат  $K_p$  для выбранных технологических решений РТП

качестве критериев оптимизации выбраны упрощенные (расчетные) характеристики ТР, СР, КР

Под расчетными (упрощенными) характеристиками ТП швейных изделий понимаются характеристики ТП, полученные по его модели без учета ограничений организационного характера, которые представляют собой арифметическую сумму характеристик технологических операций:

$$C^P = \sum_{i=1}^n C_i; K^P = \sum_{i=1}^n K_i; T^P = \sum_{i=1}^n t_i.$$

$C_i, K_i, t_i$  - характеристики технологических операций

В себестоимость, выбранную в качестве критерия оптимизации ТП, включаются только затраты, которые зависят от вариантов технологического процесса.

Данная часть себестоимости представляет собой стоимость обработки с учетом изменяющейся части материальных затрат и называется технологической (СТ).

$$C_T = Z_3 + Z_M + Z_{рсэо}$$

При расчете технологической себестоимости операции СТ учитываются все составляющие, изменяющиеся в зависимости от варианта технологического процесса:

$Z_3$  - затраты на основную и дополнительную заработную плату производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование;  
 $Z_M$  - затраты на вспомогательные материалы;  
 $Z_{рсэо}$  - расходы на содержание и эксплуатацию оборудования.

Расчет расходов на основную и дополнительную заработную плату производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование производят по формуле:

$$Z_3 = C_{\text{вр}} \cdot 1 + \frac{H}{100} \cdot C_{\text{вр}} \cdot 1 + \frac{D}{100} \cdot C_{\text{вр}} \cdot 1$$

$C_i$  - стоимость 1 сек. выполнения операции  $i$ -го разряда,  
 $D$  - процент дополнительной зарплаты от основной,  
 $H$  - процент отчислений на соцстрахование.

$C_i$  - стоимость 1 сек выполнения  $i$ -ой операции, определяется через минимальный прожиточный минимум (16700 тн 4-й квартал 2015 г) и составляет для первого разряда  $C_{1p} = 0,022$  тн. Тогда,  $C_i = C_{ip} * K_t$ , где:  $K_t$ - тарифный коэффициент  $i$ -го разряда. (Остальные данные приведены в приложении [п 9.2](#)).

Результаты расчетов по затратам на основную и дополнительную заработную плату представляют по форме таблицы 9.2.

| № варианта ТР. КТМ | № операции и | Затраты на основную и дополнительную зарплату исполнителям в тн. |        |           |           |        |        |
|--------------------|--------------|--|--------|-----------|-----------|--------|--------|
|                    |              | КТМ-1  |        | КТМ-2     |           | КТМ-3  |        |
|                    |              | Вар. 1   | Вар. 2 | Вар. 1    | Вар. 2    | Вар. 1 | Вар. 2 |
| 1                  | I            | 0.153<br>6   | 0.27   |           |           |        |        |
| 2                  | 1            |  |        | 0.29<br>7 | 0.29<br>7 |        |        |
|                    | 2            |  |        | 0.27      | 0.27      |        |        |
|                    | 3            |  |        | 0,33      | 0.33      |        |        |
|                    | 4            |  |        | 0.21<br>3 | 0.21<br>3 |        |        |
|                    | 5            |  |        | 3.29<br>7 | 3.29<br>7 |        |        |

Затраты на материалы подсчитывают по следующей формуле  $Z_M = C_M * Q_M$ ;

$C_M$  - оптовая цена за единицу измерения используемого материала, тн;

$Q_M$  - расход вспомогательных материалов, пог.м.

Оптовую цену за 1 пог. м используемого материала можно узнать в рекламных проспектах или в розничной торговле. Расход основных и вспомогательных материалов приведен в таблице [П.9.3.](#)

Расчет стоимости материалов представляют по форме в таблицы 9.3

| №<br>№<br>п/п | Наименование<br>материала | Ед.<br>измерения | Стоймость за<br>единицу<br>измерения,<br>тн. | Норма<br>расхода<br>материала,<br>пог м. |              |              | Сум<br>ма<br>затрат<br>в тн. |
|---------------|---------------------------|------------------|--|--|--------------|--------------|------------------------------|
|               |                           |                  |  | КТ<br>М<br>1                             | КТ<br>М<br>2 | КТ<br>М<br>3 |                              |
| 1             | Материал<br>верха         | М <sup>2</sup>   | 321 тн.99<br>ты                              |  | 0.0<br>1     | •            | 3.21<br>99                   |
| 2             | Подкладка                 | М <sup>1</sup>   | 324тн.25<br>ты                               | •  | 0.0<br>1     | •            | 3.242<br>5                   |
| 3             | Клеевая<br>подкладка      | м <sup>2</sup>   | 210тн.                                       | 0.0<br>2                                 | 0.0<br>2     | •            | 4.20                         |
| 4             | Нитки                     | м                | 0.06   | -  | 3.0          |              | 0.18                         |




Расчеты затрат на содержание и эксплуатацию оборудования выполняется следующим образом:

$$Z_{\text{поо}} = Z_c + Z_{\text{п}} + Z_{\text{э}}$$

$Z_c$  - расходы на содержание, текущий ремонт, амортизацию и обслуживание оборудования;

$Z_{\text{п}}$  - расходы на приспособления к швейным машинам;

$Z_{\text{э}}$  - энергозатраты на технологические нужды.

$$Z_c = \frac{\frac{N_a \cdot C_0}{100} + a \cdot K_{\text{сл}} \cdot R \cdot N_{\text{вр}}}{K_{\text{см}} \cdot k_{\text{р}} \cdot D_{\text{г}}}$$


$N_a$  - норма амортизации, %;

$C_0$  - цена оборудования, тн.;

$a$  - затраты на текущий ремонт и содержание одной условной единицы оборудования в год, тн.;

$k_{\text{р}}$  - коэффициент сложности ремонта;

$K_{\text{см}}$  - количество смен;

$R$  - продолжительность рабочей смены, с.;

$D_{\text{г}}$  - количество рабочих дней в году;

$N_{\text{вр}}$  - норма времени на операцию, с.

# Затраты на содержание, текущий ремонт, амортизацию и обслуживание оборудования

|   | № операции | Расходы на содержание, текущий ремонт, амортизацию и обслуживание оборудования $Z_c$ , тн. |       |       |       |      |
|---|------------|--|-------|-------|-------|------|
|   |            | КТМ 1  |       | КТМ 2 |       | КТМ3 |
|   |            | Вар. I   | Вар.2 | Вар.1 | Вар.2 |      |
| 1 | 1          | 0.023  | 0.003 |       |       |      |
|   | 1          |  |       | 0.03  |       |      |
|   | 2          |  |       | 0     |       |      |
|   | 3          |  |       | 0     |       |      |
|   | 4          |  |       | 0.087 |       |      |
| 2 | 5          |  |       | 0.033 |       | •    |
|   | 1          |  |       |       | 0.03  |      |
|   | 2          |  |       |       | 0     |      |
|   | 3          |  |       |       | 0     |      |

# Затраты на приспособления малой механизации к швейным машинам определяются по формуле:

$$Z_{\Pi} = \frac{C_{\Pi} \times H_{вр}}{K_{см} \times \dots \times D_{г}}$$

$C_{\Pi}$  - цена приспособления, тн. (см. [П 5.4](#))

Результаты расчетов по затратам на приспособления малой механизации к швейным машинам сводят в таблицу

| наименование затрат | Условное обозначение | Значение величины | Затраты, тн |       |       | Сумма затрат |
|---------------------|----------------------|-------------------|-------------|-------|-------|--------------|
|                     |                      |                   | КТМ 1       | КТМ 2 |       |              |
|                     |                      |                   |             | Var1  | Var 2 |              |
| Цена                | $C_{\Pi}$            | 6000              |             |       | 0.048 | 0.048        |
| Норма               | $H_{вр}$             | 54                |             |       |       |              |
| длж. раб. смены     | R                    | 28800             |             |       |       |              |
| во раб. дней в      | $D_{г}$              | 260               |             |       |       |              |
| кол-во смен         | $K_{см}$             | 1                 |             |       |       |              |

Расчет энергетических затрат на технологические цели зависит от вида оборудования и выполняется по формуле:

$$Z_{э} = 31 + 32 + 33 + 34$$

Для операций, выполняемых на швейных машинах 32, 33, 34 = 0, а для оборудования влажно-тепловой обработки - 31 = 0.

31 - энергозатраты на привод швейных машин;  
 32- энергозатраты на привод оборудования влажно-тепловой обработки;  
 33 - энергозатраты на обогрев рабочих органов ВТО;  
 34 - энергозатраты на пропаривание и отсос влаги.

Энергозатраты на привод швейных машин рассчитываются по формуле:

$$Z_1 = P_H \cdot K_{\text{э}} \cdot t_{\text{осн}} + P_{\text{хх}} \cdot n_{\text{вр}} + t_{\text{осн}} \cdot \alpha \cdot C_1, \text{ тн.}$$

$C_1$  - стоимость 1 кВт.с электроэнергии, тн. (см. прил. П 9.2, П 9.5).

$P_H$ - мощность электродвигателя оборудования  $i$ -го вида, кВт;  
 $K_{\text{э}}$ -коэффициент использования электродвигателя по мощности;  
 $t_{\text{осн}}$  - время основной работы, с.;  
 $P_{\text{хх}}$ - мощность холостого хода, кВт;

Коэффициенты использования электродвигателя по мощности  $K_{\text{э}}$  и мощности холостого хода  $P_{\text{хх}}$ , находятся в определенной зависимости от номинальной мощности электродвигателя  $P_H$ , указанной в технической характеристике оборудования. Эта зависимость может быть установлена экспериментально. Для электродвигателей, использующих приводы швейных машин, можно принять зависимости между  $K_{\text{э}}$  и  $P_{\text{хх}}$ , приведенные в таблице 9.6.

| $P_H$ | $K_{\text{э}}$ | $P_{\text{хх}}$ |
|-------|----------------|-----------------|
| 0.27  | 0.8            | 0.06            |
| 0.37  | 0.75           | 0.06            |
| 0.55  | 0.7            | 0.08            |

Энергозатраты на привод прессов рассчитывают по формуле

$$Z_2 = \frac{P_n \cdot \zeta_n}{n} (K_1 \cdot t_3 + t_n + K_2 \cdot t_0) + \frac{G_n \cdot \zeta_2}{3600} \cdot H_{пр. пр.}$$

K1, K2- коэффициенты, учитывающие полноту использования эл. двигателя привода по мощности;

n - количество одновременно обрабатываемых изделий, шт;  
 t3- время закрытия пресса, с;  
 tn - время прессования, с;  
 t0 - время открытия пресса, с;  
 Gв- расход воздуха, м3/час;

ц2- стоимость 1 м3 воздуха, тн.;  
 ц1 - стоимость 1 кВт с электроэнергии,

Энергозатраты на привод прессов электромеханических и гидравлических определяют по формуле:

$$Z_2 = \frac{P_n \cdot \zeta_1}{n} \cdot (K_1 \cdot t_3 + t_n + K_2 \cdot t_0) \cdot H_{пр.}$$

а пневматических по формуле

$$Z_2 = \frac{G_n \cdot \zeta_2}{3600} \cdot H_{пр.}$$

0,5 - коэффициент, учитывающий работу нагревательных элементов в режиме автоколебаний;

Pн- мощность нагревательных элементов гладильных поверхностей, кВт;

Gп- расход пара на обогрев, кг/ч;

ц3 - стоимость 1 кг пара, тн.

Энергозатраты на обогрев рабочих органов оборудования ВТО рассчитывают по формуле:

$$Z_3 = 0,5 \cdot P_n \cdot \zeta_1 \cdot H_{пр} + \frac{G_n \cdot \zeta_3 \cdot H_{пр}}{3600}$$

Первое слагаемое учитывает электрический обогрев гладильных поверхностей, второе - паровой обогрев. В нашем случае используется первое слагаемое (см. табл. [п 9.6 - 9.8.](#))

Энергозатраты на увлажнение изделия паром и его высушивание по средствам отсоса пара и воздуха рассчитываются по формуле

Пп - расход пара на пропаривание, кг/ч;

tnp- время пропаривания, с;

Рот - мощность эл.двигателя вентилятора для отсоса влаги, кВт;

tOT- время отсоса влаги, с

При этом Пп,Рп,Рот,Гв,Гп,Ри ЯВЛЯЮТСЯ паспортными данными оборудования ВТО, а tnp, tp, Нвр, tOT - характеристиками конкретных технологических операций (см. табл. 9.1). Расходы энергозатрат на технологические цели заносят в таблицу

$$Z_{\text{э}} = \frac{P_{\text{п}} \cdot \Pi_{\text{г}} \cdot t_{\text{в}}}{3600 \cdot \eta} + \frac{P_{\text{от}} \cdot \Pi_{\text{г}} \cdot t_{\text{от}}}{\eta}$$

| Код КТМ | № то | КТМ1   |        | КТМ2   |        | КТМ3 |
|---------|------|--------|--------|--------|--------|------|
|         |      | Вар. 1 | Вар. 2 | Вар. 1 | Вар. 2 |      |
| 1       | 1    | 0.042  |        | 0.009  |        | -    |
|         | 2    |        |        | 0      |        | -    |
|         | 3    |        |        | 0      |        | -    |
|         | ■1   |        |        | 0      |        | -    |
|         | 5    |        |        | 0.012  |        | -    |
| 2       | 1    |        |        |        | 0.009  | -    |
|         | 2    |        |        |        | 0      |      |
|         | 3    |        |        |        | 0      | -    |
|         | 4    |        |        |        | 0      | -    |

# Расход на содержание и эксплуатацию оборудования по технологическим операциям и вариантам всех КТМ представляют в таблице

ходы на содержание и эксплуатацию оборудования  $Z_{\text{аоо}} - Z^{\text{зп}} + Z_3$ ,

| Код КТМ | № то | КТМ 1  |       | КТМ 2  |        | КТМ 3 |
|---------|------|--------|-------|--------|--------|-------|
|         |      | Вар. 1 | Вар.2 | Вар. 1 | Вар. 2 |       |
|         | 1    | 0.069  | 0.009 |        |        | -     |
|         |      | 0,042  |       |        |        | -     |
|         | 1    |        |       | 0.042  | 0.042  | .     |
|         | 2    |        |       | 0      | 0      | -     |
|         | 3    |        |       | 0      | 0      | -     |
|         | 4    |        |       | 0.084  | 0,084  | -     |
|         | 5    |        |       | 0,045  | -      | -     |
| п       |      |        |       | -      | 0,0015 | -     |
| того    |      | 0.111  | 0.009 | 0.1851 | 0,1275 | -     |

Технологическая себестоимость  $C_T = Z_3 + Z_M + Z_{\text{рсоэ}}$

| Статья расходов   | Код КТМ | КТМ 1  |       | КТМ 2  |        | КТМ 3 |
|-------------------|---------|--------|-------|--------|--------|-------|
|                   |         | Вар. 1 | Вар.2 | Пар. 1 | Вар.2  |       |
| 1                 | 2       | 3      | 4     | 5      | 6      | 7     |
| $Z_3$             | 1       | 1.536  | 2.634 |        |        | -     |
|                   | 2       |        |       | 8.997  | 5.703  | -     |
| $Z_M$             | 1       | 5.4    | 5,4   |        |        |       |
|                   | 2       |        |       | 8.526  | 8.526  | -     |
| $Z_{\text{рсоэ}}$ | 1       | 0.111  | 0.009 |        |        | .     |
|                   | 2       |        |       | 0.168  | 0.126  | -     |
| Итого             |         | 7.047  | 8,043 | 17.691 | 14.355 | -     |

Расчёты технологической себестоимости для операций и вариантов решений КТМ сводят в таблицу

Рассмотренный пример расчета основных параметров оптимизации приведен для производственной ситуации, когда новая модель подключается к действующему потоку. Это наиболее распространенный в производственной практике случай. Для него характерно отсутствие капитальных затрат ( $K_p=0$ ), поэтому для данной задачи критериями оптимизации ТПШИ будут технологическая себестоимость  $C_p$  и время обработки изделия -  $T_p$ .

Наиболее чувствительным показателем в этом случае будет технологическая себестоимость, ее целесообразно принять за основной критерий. Трудоемкость следует использовать в качестве ограничения на выбор технологических решений КТМ для процесса оптимизации. По ней, из возможных вариантов решения конструктивно-технологических модулей, отбираются два-три с минимальной затратой времени. Это в конечном итоге сократит количество переборов при формировании вариантов ТП.

Варианты технологических процессов формируются на основе таблицы 9.9 по технологической себестоимости. В первый вариант ТП выбираются КТМ с минимальным значением себестоимости, последующие варианты формируются в порядке возрастания  $C_p$ . Значения номеров ТП ранжируются в порядке возрастания значений общей себестоимости технологического процесса. Данные заносятся в таблицу 9.10. Из полученных расчетных вариантов ТПШИ для дальнейшего проектирования производственных процессов отбираются три лучших (см. табл. 9.11).



Таблица 9.10 -  
Предварительные варианты  
технологических процессов  
изготовления швейных  
изделий

| Номер вар-та<br>ТП | Набор КТМ                 | Характеристики |                |                | Ранг<br>варианта |
|--------------------|---------------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
|                    |                           | T <sub>p</sub> | C <sub>p</sub> | K <sub>p</sub> |                  |
| ТП-1               | КТМ1 В1; КТМ2 В2; КТМ3 В3 |                | 7134           |                | 1                |
| ТП-2               | КТМ1 В1; КТМ2 В1; КТМ3 В1 |                | 8216           |                | 3                |
| ТП-3               | КТМ1 В2; КТМ2 В1;         |                | 7466           |                | 2                |
| ...                | ...м...                   | ...            | ..             | ...            | ...              |
| ТП-9               | КТМ1 В2; КТМ2 В1;         |                | 8578           |                | 9                |

Таблица 9.11 Варианты  
расчетных технологических  
процессов

| Номер варианта<br>ТПШИ | Набор КТМ в технологическом<br>процессе |
|------------------------|---|
| ТП-1                   | КТМ1 В1; КТМ2 В2; КТМ3<br>В3; .....     |
| ТП-3                   | КТМ1 В2; КТ М2 В1; .....                |
| ТП-2                   | КТМ1 В1; КТМ2 В1; КТМ3<br>В1;.....      |