

Семинар – Конструкторско-технологическая подготовки производства

1. Унификация и Стандартизация
2. Решение задач на определение экономического эффекта от унификации и стандартизации КПП.
3. Нормативное и ресурсосберегающее планирование
4. Решение задачи по определению ресурсосберегающей технологии.
5. Решение задачи по определению сроков технологической подготовки производства

1 Унификация и Стандартизация

Основное требование к организации конструкторской подготовки производства – качественное выполнение всего объема проектных работ в минимальное время.

Сократить время конструкторской подготовки производства и повысить качество проектируемых изделий позволяет применение конструкторских решений, базирующихся на принципах унификации и стандартизации.

Конструкторская унификация – совокупность мероприятий по устраниению необоснованного многообразия типов и конструкций изделий, форм и размеров деталей и заготовок, марок и профилей материалов.

Стандартизация – установление и применение правил с целью упорядочить деятельность в определенной области на пользу и при участии всех заинтересованных сторон, в частности, для достижения всеобщей оптимальной экономии при соблюдении функциональных условий и требований техники безопасности.

Стандартизация представляет собой систему мероприятий, проводимую в масштабах народного хозяйства и направленную на ограничение числа разновидностей однородных изделий и их частей, материалов, методов испытаний и т.п. целесообразным минимумом с установлением для каждого стандартизированного объекта точных качественных требований.

Снижение себестоимости S происходит за счет увеличения выпуска элементов конструкции одного наименования, поскольку уменьшаются условно-постоянные затраты S_{up} , приходящиеся на единицу продукции, это затраты, *не зависящие от объема производства*.

В некоторых случаях снижаются и переменные затраты S_{per} за счет использования более прогрессивной технологии.

Переменные затраты S_{per} – это затраты, величина которых изменяется *пропорционально объему производства*.

Себестоимость одной единицы продукции:

$$S = S_{\text{уп}} / N_{\text{год}} + S_{\text{пер}}$$

$N_{\text{год}}$ – объём производства

2 Решение задач на определение экономического эффекта от унификации и стандартизации КПП

Задача 1

В результате унификации четыре различных агрегата для четырех моделей машин должен заменить один унифицированный агрегат. Необходимо выбрать базовый агрегат, если известно, что по техническим условиям применим любой из четырех.

Будет ли экономически целесообразна унификация?

Исходные данные для расчета:

Таблица 1

Агрегат	Головой объем выпуска N , шт.	Пропорциональные затраты на один агрегат $S_{\text{пер}}$ руб./шт.	Условно-постоянные затраты (на объем выпуска) $S_{\text{уп}}$, руб.
A	100	3500	200000
B	1000	3000	260000
C	500	2500	300000
D	250	2000	420000

Решение

- Годовой объем выпуска унифицированного агрегата:

$$N_{\text{год ун}} = \sum N_i;$$

$$N_{\text{год ун}} = 100 + 1000 + 500 + 250 = 1850 \text{ шт.}$$

- Себестоимость одного унифицированного агрегата:

$$S = S_{\text{уп}} / N_{\text{год ун}} + S_{\text{пер}}$$

на базе А: $S_{\text{уA}} = 200000 / 1850 + 3500 = 108 + 3500 = 3608 \text{ руб.};$

на базе В: $S_{\text{уB}} = 260000 / 1850 + 3000 = 3141 \text{ руб.};$

на базе С: $S_{\text{уC}} = 300000 / 1850 + 2500 = 2662 \text{ руб.};$

на базе D: $S_{\text{уD}} = 420000 / 1850 + 2000 = 2227 \text{ руб.}$

За базовый агрегат целесообразно принять агрегат D.
Себестоимость его одной единицы ниже других.

3. Себестоимость агрегатов до унификации:

$$S_A = 200000 / 100 + 3500 = 5500 \text{ руб.};$$

$$S_B = 260000 / 1000 + 3000 = 3260 \text{ руб.};$$

$$S_C = 300000 / 500 + 2500 = 3100 \text{ руб.};$$

$$S_D = 420000 / 250 + 2000 = 3680 \text{ руб.}$$

4. Средняя себестоимость агрегата до унификации:

$$S_{cp} = (5500 * 100 + 3260 * 1000 + 3100 * 500 + 3680 * 250) / 1850 = 3395 \text{ руб.}$$

Вывод: Унификация экономически целесообразна, поскольку:

$$S_{yD} = 2227 \text{ руб.} < S_{cp} = 3395 \text{ руб.}$$

Экономический эффект составил :

$$\Delta E = 3305 - 2227 = \dots? \text{ руб.}$$

Задача 2

До создания стандарта на штуцеры ежегодно разрабатывалось **70 их типоразмеров**. Трудоемкость разработки чертежей составляла **140 н-ч**. После разработки стандарта число типоразмеров сократилось до **10 типоразмеров**, трудоемкость конструкторских работ снизилась на **30%**.

Затраты на разработку стандарта составили $Z_{ct} = 125 \text{ тыс. руб.}$

Средняя заработка платы за 1 ч работы конструктора составляет **100 руб.**

Накладные расходы конструкторского бюро составляют **80% от заработной платы**.

Определить экономический эффект от разработки стандарта.

Решение

1. Экономия от сокращения разрабатываемых чертежей и от снижения трудоемкости разрабатываемых чертежей:

Параметры экономии	Экономия от сокращения разрабатываемых чертежей составила	Экономия от снижения трудоемкости разрабатываемых чертежей
В нормо-часах	$\Delta T = (70 - 10) * 140 = 8400 \text{ н-ч}$	$\Delta T' = 10 * 140 * 0,3 = 420 \text{ н-ч}$
По зарплате конструкторов	$\Delta Z_{зп} = 8400 \text{ н-ч} * 100 \text{ руб./ч} = 8400000 \text{ руб.}$	$\Delta Z'_{зп} = 420 * 100 = 42000 \text{ руб.}$

На накладных расходах	$\Delta Z_{\text{нр}} = 8\ 400\ 000 * 0,8 = 672\ 200$ руб.	$\Delta Z'_{\text{нр}} = 42000 * 0,8 = 25600$ руб.
Всего	$\Delta Z = 8\ 400\ 000 + 672\ 200 = 1512000$.	$\Delta Z' = 42000 + 25600 = 77\ 600$ руб

Годовая экономия на проектирование составила:

$$\mathcal{E}_r = \Delta Z + \Delta Z' - Z_{\text{ст}} = 1512000 + 77\ 600 - 125000 = \dots ? \text{ руб.}$$

3 Нормативное и ресурсосберегающее планирование

Технологический процесс изготовления изделия (детали, узла) представляет собой строго определенную совокупность выполняемых в заданной последовательности технологических операций. Эти операции меняют форму, размер и другие свойства детали (изделия, узла), а также ее состояние или взаимное расположение отдельных элементов. Однако одна и та же операция может производиться многими способами и на различном оборудовании.

Поэтому выбор ресурсосберегающего технологического процесса заключается в оптимизации каждой операции по минимуму потребления материальных, трудовых и энергетических ресурсов.

Важным показателем экономичности названных ресурсов является снижение себестоимости (экономия ресурсов), связанное с применением лучшего технологического процесса. Для определения этого показателя требуется рассчитать себестоимость для каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса.

Расчет полной себестоимости продукции по каждому варианту сложен и требует большого количества исходных данных и времени. Для упрощения расчетов экономии без ущерба для точности можно определять и сопоставлять так называемую технологическую себестоимость, включающую в себя только те элементы затрат на изготовление изделия, величина которых различна для сравниваемых вариантов.

Таким образом, технологическая себестоимость — это условная себестоимость, состав статей которой непостоянен и устанавливается в каждом отдельном случае.

Сопоставление вариантов технологической себестоимости дает представление об экономичности каждого из них.

Поскольку величина технологической себестоимости изготовления отдельных изделий (деталей, узлов) в значительной мере зависит от объема производства, все затраты на изготовление изделий по степени их зависимости от объема производства целесообразно подразделять на переменные ($S_{\text{пер}}$) годовой размер которых изменяется прямо пропорционально годовому объему выпуска продукции (N), и условно-постоянные ($S_{\text{уп}}$), годовой размер которых не зависит от изменения величины объема производства.

К **переменным** относятся затраты:

- на основные материалы за вычетом реализуемых отходов (S_m , руб.);
- топливо, предназначенное для технологических целей (S_{π} , руб.);
- различные виды энергии, предназначенные для технологических целей ($S_{\text{тэ}}$, руб.);
- основную и дополнительную заработную плату основных производственных рабочих со страховыми взносами (M_3), руб.;
- связанные с эксплуатацией универсального технологического оборудования ($S_{\text{об}}$, руб.);
- связанные с эксплуатацией инструмента и универсальной оснастки (S_i , руб.).

К **условно-постоянным** относятся затраты, связанные с эксплуатацией оборудования, оснастки и инструмента, специально сконструированных для осуществления технологического процесса по данному варианту ($S_{\text{соб}}$, руб.), а также затраты на оплату подготовительно-заключительного времени ($S_{\pi 3}$, руб.).

Общая формула технологической себестоимости для операции ($i-j$) всего годового объема производимой продукции имеет вид:

$$S_T = S_{\text{пер}} * N + S_{\text{уп}}$$

После определения технологической себестоимости по вариантам (если рассматривается не более двух вариантов) для каждого из них определяется, при каком годовом объеме производства N сравниваемые варианты будут экономически равнозначны. Для этого решают систему уравнений относительно объема производства

$$S_{T1} = S_{\text{пер1}} * N + S_{\text{уп1}}$$

$$S_{T2} = S_{\text{пер2}} * N + S_{\text{уп2}}$$

При $S_{T1} = S_{T2}$ получим

$$N_{\text{кр}} = (S_{\text{уп1}} - S_{\text{уп2}}) / (S_{\text{пер1}} - S_{\text{пер2}})$$

Эту величину годового объема производства продукции принято называть критической.

Если варианты технологического процесса сопоставлять на графике, то критический объем производства продукции будет соответствовать абсциссе точки пересечения двух прямых с начальными ординатами $S_{уп1}$ и $S_{уп2}$, выраженных для каждого варианта уравнением его технологической себестоимости.

Таким образом, определение абсциссы этой «критической точки» служит завершающим этапом технико-экономических расчетов, устанавливающих области наиболее целесообразного применения каждого из сопоставляемых вариантов, ограничиваемые определенными размерами программ (N).

4 Решение задачи по определению ресурсосберегающей технологии

Задача 3

Необходимо выбрать ресурсосберегающий технологический процесс, состоящий из пяти операций (табл.), каждую из которых можно выполнять двумя вариантами.

Исходные данные приведены в таблице.

Объем производства (производственная программа) $N= 800$ шт.

Технологический процесс изготовления пассивной части тонкопленочных структур

Таблица

№ п/п	Вариант технологии	$S_{пер}$, руб./шт.	$S_{уп}$, руб./год
1	Изготовление паст: <ul style="list-style-type: none"> • вариант 1 • вариант 2 	150 120	120 000 150 000
2	Трафаретная печать: <ul style="list-style-type: none"> • бесконтактный метод • контактный метод 	200 150	170 000 200 000
3	Термообработка паст: <ul style="list-style-type: none"> • в печах под инфракрасными лучами • в муфельных печах непрерывного действия 	120 70	250 000 300 000
4	Подгонка тонкопленочных элементов: <ul style="list-style-type: none"> • лазерный метод • подгонка анодированием 	350 250	310 000 350 000
5	Защита тонкопленочных элементов	190	120 000

Решение

Рассчитаем объем производства N_{kp} по каждой операции, при котором сравниваемые варианты будут экономически равнозначны, построим графики изменения технологической себестоимости, определим зоны с наименьшими затратами, а далее, исходя из заданного объема производства (производственной программы $N = 800$ шт.), определим размер технологической себестоимости с минимальными затратами используемых ресурсов.

Критический объем выпуска продукции на первой операции «Изготовление паст» составляет

$$N_{kp} = (S_{up1} - S_{up2}) / (S_{per1} - S_{per2})$$

$$N_{kp} = (150000 - 120000) / (150 - 120) = 1000 \text{ шт.}$$

Технологическая себестоимость продукции на данной операции при объеме $N_{kp} = 1000$ шт. составит:

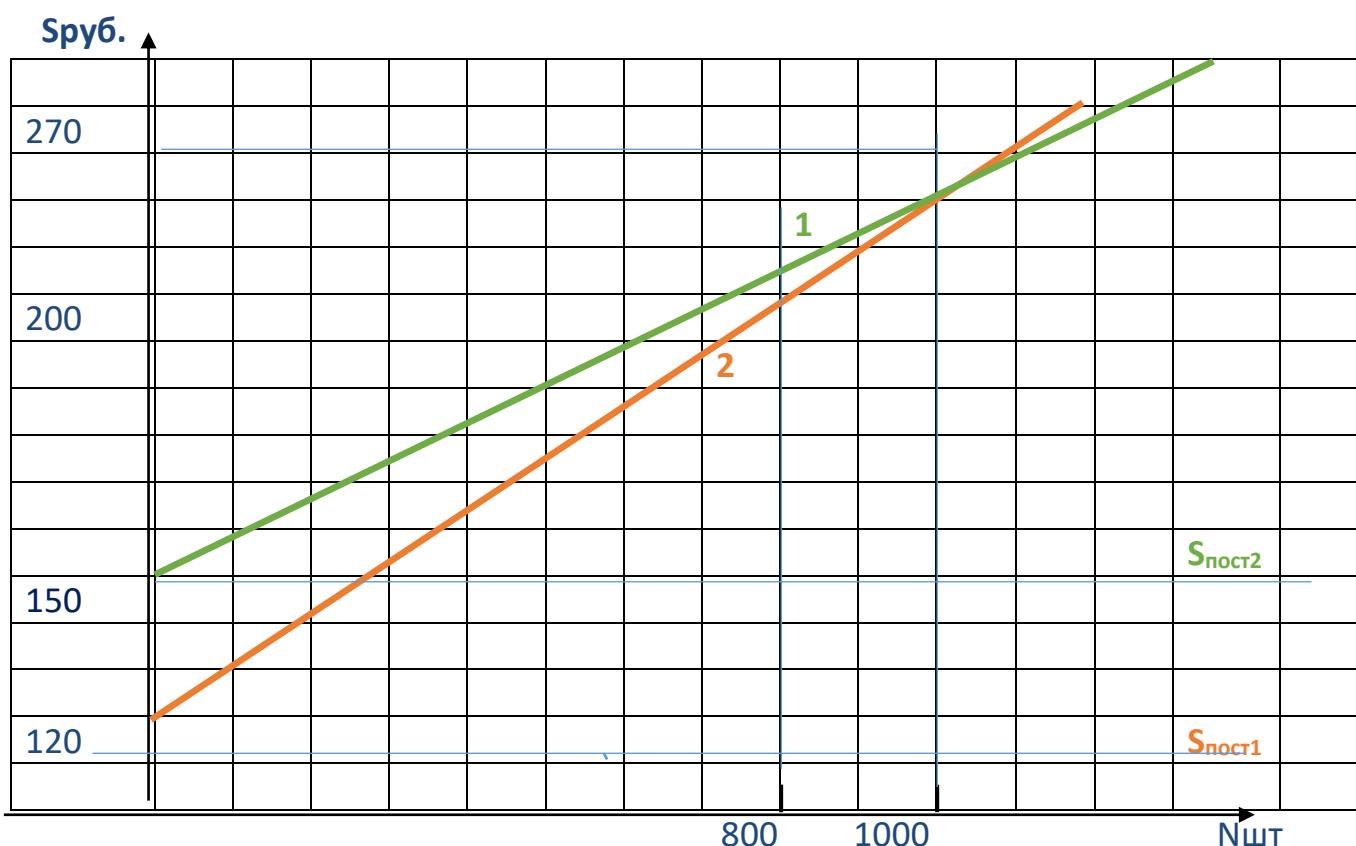
$$S_{T1} = 150 * 1000 + 120000 = 270000 \text{ руб.};$$

$$S_{T2} = 120 * 1000 + 150000 = 270000 \text{ руб.}$$

Аналогично определяется критический объем производства N_{kp} и технологическая себестоимость S_T по вариантам и по всем остальным операциям.

Далее можно построить график изменения технологической себестоимости продукции и определить зоны с наименьшими затратами.

Далее, исходя из заданной программы $N = 800$ шт., выбирают на первой операции 1-й вариант, так как $N = 800$ шт. меньше $N_{kp} = 1000$ шт., что обеспечивает более низкую себестоимость продукции. Аналогично выбираем варианты на второй, третьей и четвертой операциях технологического процесса. Пятая операция имеет один вариант.



Аналогично строят графики по всем остальным операциям.

Ресурсосберегающие технологии по операциям:

Изготовление паст:		
• вариант 1	150	120 000
Трафаретная печать:		
• контактный метод	150	200 000
Термообработка паст:		
• в печах под инфракрасными лучами	120	250 000
Подгонка тонкопленочных элементов:		
• подгонка анодированием	250	50 000
Защита тонкопленочных элементов	190	120 000

Тогда технологическая себестоимость продукции заданной программы составит

$$S_t = (150 + 150 + 120 + 250 + 190) * 800 + (120\ 000 + 200\ 000 + 250\ 000 + 50\ 000 + 120\ 000) = 1\ 728\ 000 \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость единицы продукции

$$C_{\text{тед}} = 1728\ 000 / 800 = 2160 \text{ руб.}$$

Если необходимо сделать выбор технологического процесса не из двух вариантов, а из трех, четырех и т.д., то строится ориентированный граф, дуги

которого представляют технологические операции. Для оценки использования ресурсов при возможных вариантах изготовления детали (изделия) вводится целевая функция (C_t), т.е. сумма технологических себестоимостей по каждой из запроектированных операций с тем, чтобы их сумма была минимальной:

$$S_t = \sum S_{tj} \rightarrow \min$$

Таким образом, выбор оптимального варианта технологического процесса можно свести к выбору маршрута в заданном ориентированном графе, имеющем минимальную суммарную технологическую себестоимость.

5 Технологическая подготовка производства

Задача 4

Предприятию предстоит в IV квартале следующего года выпускать изделие Б.

Известно, что цикл его изготовления на 20% больше уже выпускаемого изделия А, а вся техническая документация будет передана на предприятие в декабре текущего года.

Установить, когда необходимо приступить к подготовке производства нового изделия, если известны следующие данные по изделию А:

- общее количество техпроцессов — 25 300 ед.;
- продолжительность изготовления 6 мес.;
- инженер-технолог за рабочий день разрабатывает $m = 4$ технологических процесса средней сложности.
- распределение трудоемкости по видам работ и количество работников, разрабатывающих технологические процессы по операциям, представлены в таблице.

Работы	Распределение трудоемкости по видам работ, t_i	Количество работников, разрабатывающих технологические процессы по операциям
механическая обработка	0,6	$\Pi_{\text{мех}} = 72$ чел
сборка	0,2	$\Pi_{\text{сб}} = 24$ чел
сварка	0,1	$\Pi_{\text{св}} = 12$ чел
штамповка	0,05	$\Pi_{\text{шт}} = 6$ чел.
прочие	0,05	$\Pi_{\text{пр}} = 6$ чел.
Итого:	1,0 (100%)	Побщ = 120 чел.

Решение

1. Ориентировочное количество техпроцессов изделия Б:

$$N_B = 1,2 * N_a = 1,2 * 25300 = 30360 \text{ ед.}$$

2. Ориентировочное количество техпроцессов по видам работ:

механическая обработка	$N_{\text{мех}} = t_{\text{мо}} * N_B = 0,6 * 30360 = 18216 \text{ ед.}$
сборка	$N_{\text{сб}} = 0,2 * 30360 = 6072 \text{ ед.}$
сварка	$N_{\text{св}} = 0,1 * 30360 = 3036 \text{ ед.}$
штамповка	$N_{\text{шт}} = 0,05 * 30360 = 1518 \text{ ед.}$
прочие	$N_{\text{пр}} = 0,05 * 30360 = 1518 \text{ ед.}$

3. Количество технологических процессов по видам работ, разрабатываемых технологами за рабочий день:

$$N'_{\text{мех}} = t * n_{\text{мех}} = 4 * 72 = 288 \text{ ед.};$$

$$N'_{\text{сб}} = 4 * 24 = 96 \text{ ед.};$$

$$N'_{\text{св}} = 4 * 12 = 48 \text{ ед.};$$

$$N'_{\text{шт}} = 4 * 6 = 24 \text{ ед.};$$

$$N'_{\text{пр}} = 4 * 6 = 24 \text{ ед.}$$

4. Количество рабочих дней, необходимых для разработки техпроцессов по видам работ:

$$T_{\text{мех}} = N_{\text{мех}} / N'_{\text{мех}} = 18216 / 288 = 63,25 \text{ дн} (\sim 3 \text{ мес.})$$

$$T_{\text{сб}} = 6062 : 96 = 63,25 \text{ дн.}$$

$$T_{\text{св}} = 3036 : 48 = 63,25 \text{ дн}$$

$$T_{\text{шт}} = 1518 : 24 = 63,25 \text{ дн.}$$

5. Ориентированная длительность изготовления изделия Б:

$$T^6_{\text{изг}} = 1,2 * T^a_{\text{изг}} = 1,2 * 6 = 7,2 \text{ мес.}$$

6. Продолжительность подготовки производства и изготовления изделия Б

составит:

$$T = T_{\text{пп}} + T_{\text{изг.}}$$

$T_{\text{пп}} = 63,25 \text{ дн. } \sim 3 \text{ мес.}$ (при условии параллельного выполнения работ по разработке техпроцессов).

$$T = 3 + 7,2 = 10,2 \text{ мес.}$$

Следовательно, чтобы изготовить изделие Б в IV квартале, подготовку производства следует начать не позднее чем 1,8 мес. с начала года, т. е. не позднее 22 февраля.