

Методические указания по выполнению индивидуального задания.

Тема: «Способы организации производственного процесса во времени, их характеристики и условия применения»

Общие положения.

Задание выполняется по индивидуальному варианту, выдаваемому на установочном занятии, или направляемому по электронной почте. Отчёт о выполнении задания оформляется на листах формата А4. Бланк титульного листа прилагается. В отчёте приводятся необходимые расчётные формулы и пояснения. Графики вычерчиваются на миллиметровой бумаге, или выполняются с использованием любых графических пакетов. В этом случае в отчёт помещается соответствующая ссылка на использованное инструментальное средство.

Теоретические положения и методика выполнения расчётов.

Партия изделий – это группа одинаковых изделий одновременно **запускаемых** в производственный процесс. Она является минимальной учётной единицей объёма производства. Каждое изделие проходит через последовательно выполняемые операции технологического процесса. Мы будем рассматривать различные способы организации во времени процесса изготовления **партии изделий**.

Процесс изготовления партии изделий, проходящей через многие операции, состоит из совокупности **операционных циклов**, каждый из которых представляет собой выполнение одной операции над всеми предметами производства данной партии.

Совокупность операционных циклов, а также способ сочетания во времени смежных операционных циклов и их частей образуют структуру **многооперационного цикла**.

Одной из важнейших характеристик операционного и многооперационного циклов является их длительность.

Длительность операционного цикла изготовления изделий - это период времени от момента начала до момента окончания изготовления партии изделий на одной технологической операции.

Длительность многооперационного цикла изготовления партии изделий - это период времени от момента начала до момента окончания изготовления партии изделий на данной совокупности операций.

Существуют следующие виды многооперационного цикла:



Рассмотрим три вида многооперационного цикла на следующем демонстрационном **примере**. Производственный процесс состоит из **трех** операций. В производство запускается партия из **четырёх** изделий. Заданы нормы штучного времени каждой операции.

Введем обозначения:

$m = 3$ - количество операций многооперационного технологического процесса;
 $i = \overline{1, m}$ - номер операции технологического процесса;
 $n = 4$ (штук) - размер партии изделий;
 p (штук) - размер *передаточной партии* изделий: то количество изделий, которое передается на последующую операцию, как единое целое, сразу после завершения предыдущей операции над передаточной партией. В общем случае $n = k \cdot p$, где k - целое.
 Примем $p = 1$ (поштучная передача).

t_i (мин.) - норма штучного времени операции с номером i .

i	1	2	3
t_i (мин.)	2	3	1

Будем считать, что время передачи с операции на операцию несущественно по сравнению с длительностью самой операции. График движения изделий по операциям многооперационного цикла представляет собой ленточный график, по оси ординат которого откладывается номер операции, по оси абсцисс – время.

Последовательный многооперационный цикл.

Последовательным называется такой многооперационный цикл изготовления партии изделий, в котором каждая последующая операция цикла начинается только после полного окончания обработки всей партии на предыдущей операции.

График последовательного многооперационного цикла представлен на рис. 1. На нём вертикальными стрелками обозначены моменты времени передачи партии изделий с предыдущей на последующую операцию.

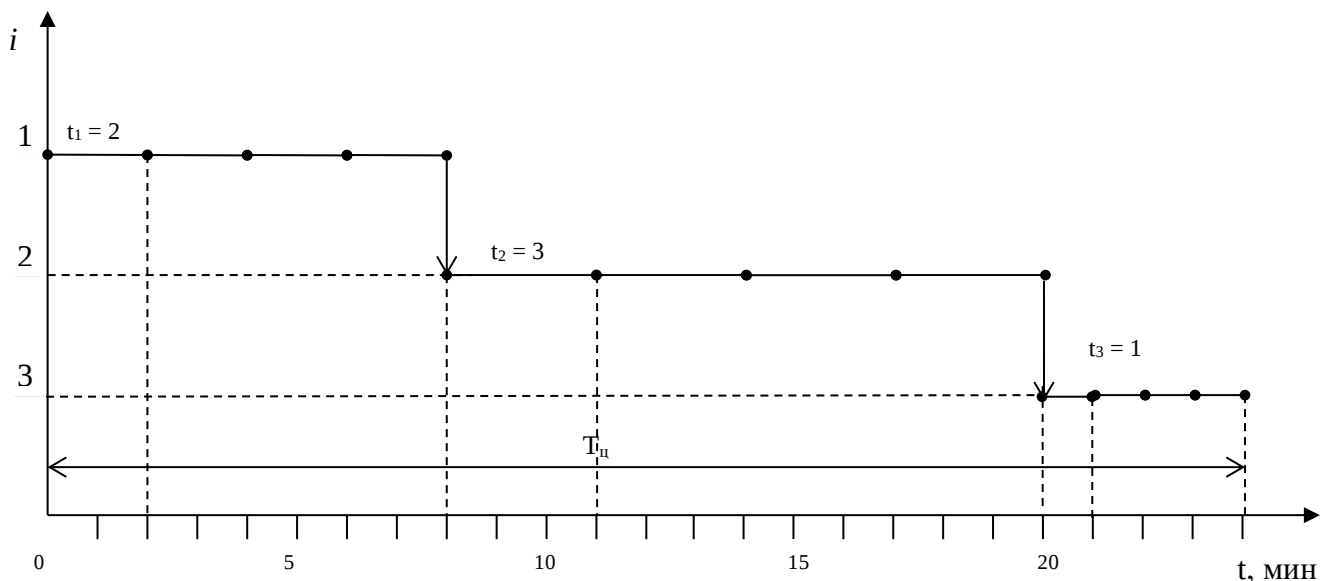


Рис. 1. График последовательного многооперационного цикла.

$T_{\text{ц}}$ – длительность многооперационного цикла
 $T_{\text{ц}}^{\text{послед}} = n \sum_{i=1}^m t_i$
 . Здесь передаточная

партия отсутствует, т.е. $p = n$.

$$T_{\text{ц}}^{\text{послед}} = n \sum_{i=1}^m t_i = 4 \cdot (2 + 3 + 1) = 24 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{обп}} = \sum_{i=1}^m t_i \quad - \text{ суммарное время обработки одного изделия на всех операциях;}$$

$t_{np} = T_{\text{послед}} - t_{\text{обр}} = (n-1) \sum_{i=1}^m t_i$ - общее время внутрипартионного пролеживания одного изделия на всех операциях

$T_{np} = n \cdot t_{np} = n \cdot (n-1) \sum_{i=1}^m t_i$ - общее время пролеживания всех изделий партии, представляющее собой также обусловленную пролеживанием изделий величину связывания оборотных средств в незавершенном производстве.

- **Достоинства:**

- ✓ отсутствие перерывов в работе рабочих и оборудования на всех операциях, что способствует повышению производительности операций за счёт эффекта вработываемости;
- ✓ по окончании выполнения каждой операции рабочее место высвобождается и может быть занято выполнением другого производственного задания;
- ✓ простота организации, что способствует снижению управленческих издержек.

- **Недостатки:**

- ✓ большое время внутриоперационного пролеживания, что обуславливает большой объем незавершенного производства;
- ✓ значительная длительность многооперационного цикла из-за отсутствия параллельности в обработки изделий, что обуславливает снижение оборачиваемости оборотных средств.

- **Условия применения:**

- ✓ изготовление небольших по величине партий изделий в условиях мелкосерийного и среднесерийного производства, что снижает негативное влияние недостатков;
- ✓ на участках с технологической специализацией.

Параллельный многооперационный цикл

Параллельным называется такой способ организации многооперационного цикла, в котором **обработка** каждой **передаточной партии** на последующей операции начинается сразу по завершении предыдущей операции. Оборудование работает непрерывно на наибольшей по длительности (главной) операции.

График параллельного многооперационного цикла представлен на рис. 2. На нём вертикальными стрелками обозначены моменты времени передачи передаточных партий изделий с предыдущей на последующую операцию.

Структура такого цикла представляет собой упорядоченную совокупность операционных циклов обработки **передаточных партий**, в максимальной степени перекрывающихся во времени на каждой паре смежных операций.

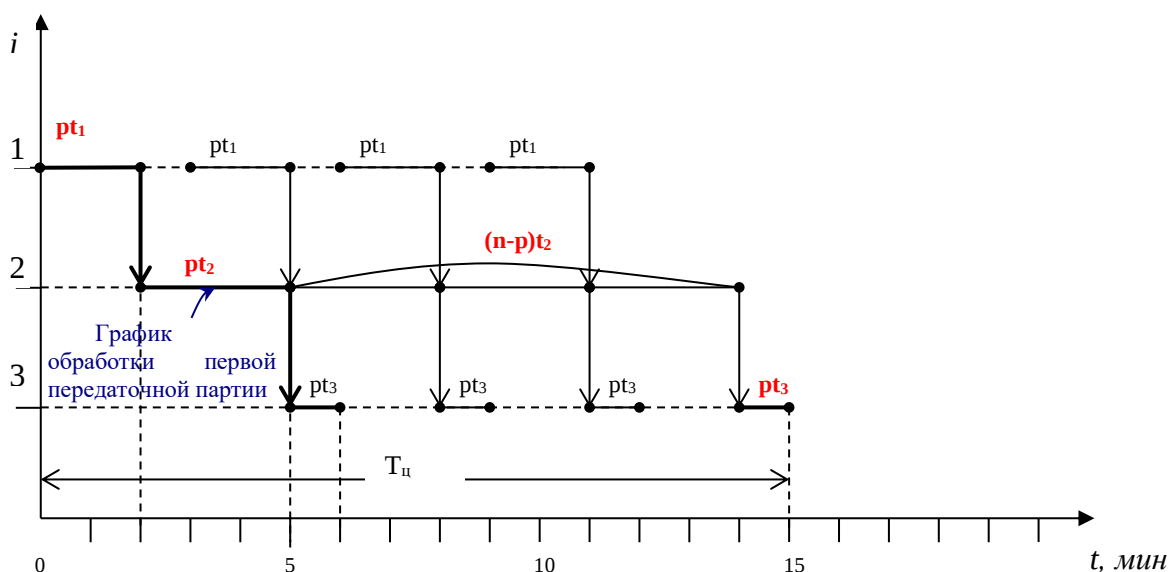


Рис. 2. График параллельного многооперационного цикла.

Параллельный многооперационный цикл характеризуется тем, что каждая передаточная партия проходит непрерывную (без межоперационного пролёживания) обработку на всех операциях. Порядок построения графика следующий:

- строится график обработки первой передаточной партии на всех операциях (для передаточной партии он является графиком последовательного многооперационного цикла);
- определяется главная операция, т.е. операция с наибольшей нормой времени (в примере это 2-я операция);
- строится график непрерывной обработки на главной операции всех последующих за первой передаточных партий (отрезок длиной $(n - p) \cdot t_2$), на котором отмечаются моменты времени окончания их обработки, являющиеся точками синхронизации графиков их обработки;
- опираясь на точки синхронизации, через них достраиваются графики обработки остальных передаточных партий, идентичные графику обработки первой передаточной партии.

$$T_u^{пар} = p \cdot \sum_{i=1}^m t_i + (n - p) \cdot t_{эл}, \text{ где } t_{эл} = \max\{t_i\}$$

$$T_u^{пар} = 1 \cdot (2 + 3 + 1) + (4 - 1) \cdot 3 = 15 \text{ мин.}$$

Если наибольшая норма времени достигается на нескольких операциях, в качестве главной выбирается любая из них. Свойство непрерывности обработки соблюдается на всех таких операциях.

- **Достоинства:**

- ✓ минимальная длительность многооперационного цикла, что способствует увеличению оборачиваемости оборотных средств;
- ✓ отсутствует внутриоперационное пролеживание (при поштучной передаче, т.е. при $p=1$), изделия лежат только на первой операции в ожидании очередности их обработки и на последней в ожидании оформления их сдачи в качестве готовой продукции;
- ✓ выраженная ритмичность процесса.

- **Недостатки:**

- ✓ перерывы в работе оборудования на всех операциях, кроме главной, что вызывает снижение эффективности работы оборудования и рабочих (весь участок занят изготовлением данной партии изделий, но при том и оборудование, и рабочие периодически простаивают)
- ✓ сложность планирования и координации работы смежных технологических операций

- **Применяется** для обработки относительно дорогостоящих деталей при большой продолжительности операций, а также на непрерывно-поточных линиях, где операции хорошо синхронизированы (в идеальном случае все t_i равны, все операции главные).

Параллельно-последовательный многооперационный цикл

Параллельно-последовательным называется такой способ организации многооперационного цикла, в котором **передача** каждой **передаточной партии** на последующую операцию осуществляется по окончании ее обработки на предыдущей операции. Оборудование на каждой операции работает непрерывно.

График параллельно-последовательного многооперационного цикла представлен на рис. 3. На нём вертикальными стрелками обозначены моменты времени (точки) синхронизации смежных операций.

Структура такого цикла представляет собой структуру последовательного цикла, в которой графики обработки партии изделий на каждой паре смежных операций максимально перекрываются во времени.

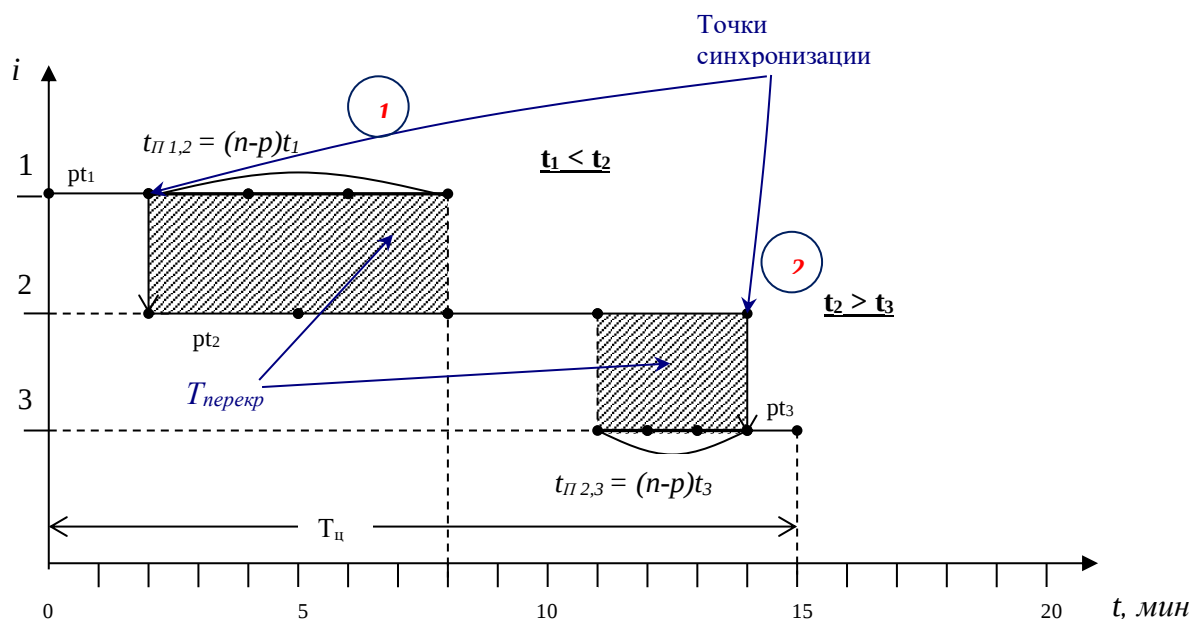


Рис. 3. График параллельно-последовательного многооперационного цикла.

Порядок построения графика последовательно-параллельного многооперационного цикла следующий:

- для первой операции график операционного цикла строится так же, как и для последовательного многооперационного цикла;

- график операционного цикла каждой последующей операции строится на основании анализа соотношения величин норм времени её и предыдущей операции, а именно (см. рис. 3):

- если $t_i < t_{i+1}$, то каждая передаточная партия обрабатывается на предыдущей операции быстрее, чем на последующей операции. Сопряжение графиков обработки на этих двух смежных операциях должно осуществляться в точке синхронизации **1**, определяемой по моменту окончания обработки первой передаточной партии на предыдущей операции. От неё «вправо» откладывается отрезок длиной $n \cdot t_{i+1}$.

- если $t_i > t_{i+1}$, то каждая передаточная партия обрабатывается на предыдущей операции медленнее, чем на последующей операции. Сопряжение операционных циклов графиков обработки на этих двух смежных операциях должно осуществляться в точке синхронизации **2**, определяемой по моменту окончания обработки последней передаточной партии на предыдущей операции. От неё «вправо» откладывается отрезок длиной $p \cdot t_{i+1}$ и «влево» отрезок длиной $(n - p) \cdot t_{i+1}$.

В обоих случаях время перекрытия определяется по формуле $t_{n, i, i+1} = (n-p) \cdot \min(t_i, t_{i+1})$. Если нормы времени смежных операций равны, то оба варианта их сопряжения дают одинаковый результат.

Общий принцип определения длительности параллельно-последовательного многооперационного цикла состоит в том, что из длительности последовательного многооперационного цикла вычитается сумма времен перекрытий на всех парах смежных операций.

$T_u^{nn} = T_u^{послед} - T_{перекр}$, где $T_{перекр} = \sum_{i=1}^{m-1} (n-p) \min\{t_i, t_{i+1}\}$. Таким образом,

$$T_u^{nn} = n \sum_{i=1}^m t_i - (n-p) \sum_{i=1}^{m-1} \min\{t_i, t_{i+1}\} \quad T_u^{nn} = 24 - (4-1)(2+1) = 15 \text{ мин.}$$

Заметим, что, в общем случае: $T_u^{пар} \leq T_u^{nn} \leq T_u^{послед}$.

Алгебраически, условие равенства длительностей цикла для всех трёх видов достигается при условии $n=p$, что не имеет практического смысла. Равенство длительностей циклов параллельного и параллельно-последовательного видов, используемое на практике, достигается при условии монотонного не убывания t_i до главной операции и их монотонного не возрастания после главной операции.

- **Достоинства** параллельно-последовательного вида заключаются в том, что он позволяет:

- ✓ устранить основные недостатки обоих предыдущих методов (сократить длительность цикла по сравнению с последовательным видом, повысить загрузку рабочих мест по сравнению с параллельным видом);

- ✓ совместить достоинства обоих предыдущих методов (непрерывная работа оборудования, как при последовательном методе, и максимальное совмещение во времени работы оборудования и рабочих, как при параллельном методе).

- **Недостатки** параллельно-последовательного вида заключаются в том, что:

- ✓ усложняется координация и планирование производственных процессов, что ограничивает его практическую применимость;

- ✓ наблюдается внутриоперационное пролеживание, что увеличивает степень связывания оборотных средств и объем незавершенного производства (по сравнению с параллельным способом).

Наиболее часто применяется на прерывно-поточных линиях.

