

УДК 629.73.002.2

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ДЛЯ РАСЧЕТОВ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТРУДОЕМКОСТИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

© 2012 В.Г. Павлов¹, В.П. Махитько², В.Г. Засканов¹

¹ Институт авиационных технологий и управления

Ульяновского государственного технического университета

² Ульяновское высшее авиационное училище гражданской авиации (институт)

Поступила в редакцию 25.11.2011

В настоящей статье авторы проводят анализ методов и алгоритмов по расчету трудоемкости производства летательных аппаратов в условиях современного крупного предприятия. Предлагают современные расчетные методы определения трудоемкости их производства и алгоритмы по автоматизированному проектированию трудоемкости и ее последующей оптимизации.

Ключевые слова: базис информационный; система производственная; подход системный; показатель расчетный; коэффициент поправочный и самолет модифицированный.

В условиях современного высококонкурентного мирового производства значительно усложняется характер проблем, которые предстоит решать нашей промышленности. На первый план выдвигается задача не просто восстановления отечественного потенциала продукции, а повышения его качества для создания и развития высокой ее конкурентоспособности. Политика производителей должна основываться на максимальном использовании передовых технологий, создающих условия для уменьшения зависимости от мировой конъюнктуры.

При этом, развитие механизма управления машиностроительным производством следует ориентировать на создание эффективных и гибких систем управления.

Построение гибких систем управления – это организационно-техническая задача, решение которой базируется на широком использовании экономико-математических методов управления, реализуемых с учетом развития современных информационных технологий и концепции адаптивной системы управления производством, учитывающей возможности математических методов, создания информационно-коммуникационной системы управления предприятием. При этом управление следует рассматривать как информационный процесс, происходящий между органами управления, производственной

и внешней средой. Основное назначение информационного базиса – обеспечить такую организацию и представление информации, которые отвечали бы любым требованиям пользователей, а также условиям автоматизированных технологий на предприятии.

В качестве элемента информационного базиса системы адаптивного управления производством изделий служит система основных показателей плана производства, включая трудоемкости и темпы выпуска, производственных циклов и объем оснащения. Эти показатели формируют производственную программу и график подготовки производства изделия, на основе которых проводятся расчеты производственных мощностей основных и производственных цехов и всех звеньев технической подготовки производства.

При определении нормативных значений параметров производственной системы часть производственных факторов не поддается точному оцениванию. К числу неизвестных или неточно измеренных факторов относятся также характеристики внешней среды. Поэтому принимать решения по запуску и выпуску изделий приходится в условиях некоторой неопределенности.

Здесь рассматривается методика расчета трудоемкости изготовления модифицированного самолета (МС) при сравнении некоторых параметров с самолетом-аналогом (СА).

МС имеет увеличенные по сравнению с аналогом высоту и ширину грузовой кабины; высокую топливную эффективность, превосходит его по дальности и скорости полета, может эксплуатироваться с коротких взлетных полос, неподготовленных площадок, имеет высокую конкурентоспособность по сравнению с зарубежными аналогами.

Павлов Владимир Геннадиевич, начальник лаборатории НПО "Марс". E-mail: mars@netroad.ru

Махитько Вячеслав Петрович, кандидат экономических наук, доцент. E-mail: tpr-1945@mail.ru

Засканов Виктор Гаврилович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой организации производства СГАУ.

МС создается на базе результатов и опыта работы над СА. Системный подход при производстве авиационной техники значительно ускоряет реализацию и понижает общую стоимость проекта и одновременно позволяет осуществить программу сквозного внедрения ИПИ-технологии. Широкое исследование и анализ, показали, что поэтапное освоение наиболее распространенной системы электронного моделирования CATIA, UNIGRaphics займет от года до двух лет для внедрения процессов параллельного проектирования. Сложность запуска в производство такого самолета на предприятии заключается в том, что фактически с запуском номенклатуры деталей приходится проектировать и изготавливать необходимую оснастку для производственных цехов. Технология производства двух подобных, но конструктивно отличающихся друг от друга самолетов, претерпевая значительные изменения, все же остается, в достаточной мере, сравнимой, так как значительное число деталей заготовительно-штамповочных, механообрабатывающих процессов (механической обработки и сварки, холодной и горячей штамповки и литья), как и ряд узлов и агрегатов сборочных процессов, остается неизменным.

Трудоемкость изготовления сложных наукоемких изделий (далее изделия) является одним из главных расчетных показателей серийного производства, так как она определяет объем и цикл производства. Трудоемкость не остается постоянной величиной во всех периодах производства изделия, а непрерывно изменяется в связи с совершенствованием технологии и ростом механизации и автоматизации производственных процессов, и поэтому должна устанавливаться не только для первого изделия и развернутого серийного выпуска, но и для всех промежуточных этапов производства.

Таким образом, поставив перед собой задачу установления в начальном периоде запуска в серийное производство самолета технически обоснованную трудоемкость его изготовления на различных этапах освоения, необходимо иметь несколько вариантов рабочей технологии с технически обоснованными нормами времени, соответствующими разным объемам оснащения производства.

Для удовлетворения этого требования необходимо располагать большим штатом технологов, нормировщиков и длительным сроком выполнения работы. Практически, при ограниченном штате технологического аппарата на предприятии и весьма коротких сроках, устанавливаемых на выполнение работы по проверке, соответствия производственных мощностей предприятия плановому заданию по выпуску

изделия, применение расчетно-технического метода определения трудоемкости изделия и темпов ее снижения неприемлемо. Поэтому возникает необходимость найти иные, более, укрупненные методы расчета трудоемкости, которые обеспечили бы определение этого показателя в короткие сроки с достаточной степенью точности. Практически таким методом расчета трудоемкости в этих условиях является метод, основывающийся на сопоставительном анализе конструкции изделия с конструкциями однотипных изделий, ранее бывших в производстве, и, в первую очередь, с последним изделием, на смену которому пришел модифицированный вариант изделия. Сравнительный анализ конструктивно-технологических характеристик этих изделий необходим для того, чтобы установить трудоемкость на какой-либо один период его производства, а обработка статистических материалов, достигнутых величин трудоемкости изготовления СА за все периоды их производства с выводом общих закономерностей снижения трудоемкости, даст возможность установить трудоемкость МС на всех стадиях его серийного освоения.

Здесь представлен расчет трудоемкости изготовления МС и темпы ее снижения по двум категориям: нормированная и фактическая.

В последующем, где это не будет оговорено особо, термин “трудоемкость изделия” будет означать фактическую трудоемкость.

Наиболее резкое снижение трудоемкости (на 50–70% от начальной трудоемкости) происходит на первых 5-10 изделиях, что подтверждается отечественными и зарубежными данными по выпуску авиационной техники.

Наиболее характерными методами расчета трудоемкости изготовления сложных наукоемких изделий является метод снижения абсолютной трудоемкости на один и тот же процент при каждом удвоении количества изделий, выпущенных с начала производства и метод снижения абсолютной трудоемкости на один и тот же процент при каждом удвоении масштаба суточного выпуска номенклатуры изделий.

При этом методе определено, что снижение трудоемкости не носит случайного характера, а имеет определенную закономерность.

Такой закономерностью является следующая зависимость между темпом снижения трудоемкости и количеством изделий, выпущенных с начала производства: при каждом удвоении количества выпущенных изделий трудоемкость снижается на один и тот же процент.

Если трудоемкость изготовления первого изделия принять за 100%, то трудоемкость второго изделия составит $100K_0$ %, четвертого —

100K₀² %, восьмого 100K₀³ %, шестнадцатого – 100K₀⁴ % и т. д., где K₀ – постоянный коэффициент снижения трудоемкости при каждом удвоении количества выпущенных изделий.

Эта эмпирическая закономерность может быть выражена зависимостью между трудоемкостью изготовления и количеством изделий, выпущенных с начала производства

Если трудоемкость изготовления первого изделия обозначим буквой T₁, а трудоемкость изделия номер N, выпущенного с начала производства, буквой T_N, то будем иметь следующую зависимость:

$$T_N = T_1 N^{-M}, \quad (1)$$

где M – некоторая величина, характеризующая темп снижения трудоемкости.

В таблице № 1 даны отношения $\frac{T_1}{T_N}$ при раз-

личных коэффициентах снижения трудоемкости K₀ для четырех номеров изделий, например, № 10, 20, 30, 40 которые в зависимости от конструктивно-технологической сложности изделия определяют изделия освоенного серийного производства.

Если известна общая производственная программа выпуска изделий за весь период его серийного производства – N изделий, период производства изделия – Л лет, численность производственных рабочих на предприятии (Р), которые будут выполнять этот заказ, и темп снижения трудоемкости, определяемый угловым коэффициентом M, то можно установить выходную трудоемкость изготовления последнего номера изделия программы (T_N), исходя из гиперболической зависимости снижения трудоемкости от точки T₁ до точки T_N (рис. 1), по формуле (1).

Если обозначить общие трудовые затраты на изготовление N изделий за весь период произ-

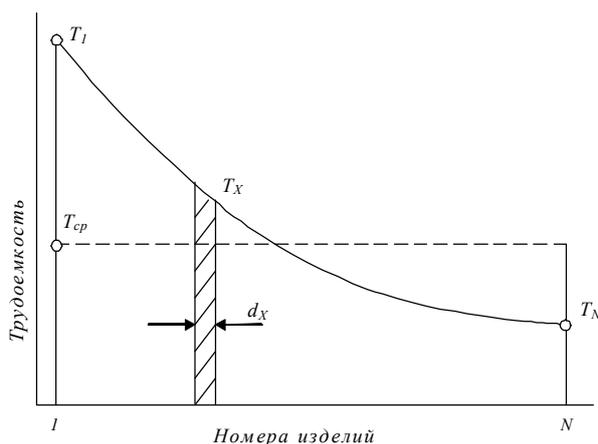


Рис. 1. Определение выходной трудоемкости в зависимости от общих затрат труда

водства через $\sum_1^N T$, то средняя трудоемкость из-

делия (T_{cp}) будет равна $T_{cp} = \frac{\sum_1^N T}{N}$, откуда

$T_{cp}N = \sum_1^N T$, с другой стороны, общие трудовые

затраты за весь период производства изделий равны площади, ограниченной фигурой 1-T₁-T_N-N, или, выражая через математическую модель, получим:

$$T_{cp}N = \sum_1^N T = \int_1^N T = \int_1^N T_x dx = \int_1^N T_1 x^{-M} dx =$$

$$= T_1 \int_1^N \frac{dx}{x^M} = T_1 \left[\frac{N^{1-M}}{1-M} - \frac{1}{1-M} \right] = T_1 \frac{N^{1-M} - 1}{1-M},$$

где $T_1 = \frac{T_{cp}N(1-M)}{N^{1-M} - 1}$.

Таблица 1. Значения отношений начальной к серийной трудоемкости

№ освоенного изделия	Отношение начальной трудоемкости (T ₁) к серийной трудоемкости (T _N) освоенного изделия при следующих значениях коэффициента снижения трудоемкости K ₀												
	0,70	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82
10	12,14	10,98	9,97	9,05	8,2	7,5	6,8	6,2	5,7	5,21	4,77	4,37	4,01
20	17,3	15,5	13,86	12,4	11,13	9,98	8,98	8,1	7,3	6,6	6,0	5,4	4,9
30	24,8	21,8	19,3	16,99	15,04	13,3	11,8	10,5	9,3	8,3	7,5	6,7	6,0
40	35,4	30,7	26,7	23,3	20,3	17,7	15,56	13,6	12,0	10,6	9,3	8,2	7,3

Подставляем это значение T_1 в формулу (1), получим

$$T_N = T_1 N^{-M} = \frac{T_{cp} N(1-M)N^{-M}}{N^{1-M} - 1} = \frac{T_{cp}(1-M)N^{1-M}}{N^{1-M} - 1},$$

или при $N^{1-M} = \frac{1}{N^{M-1}}$. (2)

Далее находим

$$T_N = \frac{T_{cp}(1-M)}{(N^{1-M} - 1)N^{M-1}} = \frac{T_{cp}(1-M)}{N^0 - N^{M-1}} = \frac{T_{cp}(1-M)}{1 - N^{M-1}}. (3)$$

Если продолжительность рабочего дня обозначить буквой D , число рабочих дней в году – буквой Γ , коэффициент внутрисменных потерь рабочего времени – $K_{в.н.}$ ($K_{в.н.}$ 0,9-0,93) и коэффициент потерь рабочего времени в начальный период производства изделия – $K_{н.п.}$, коэффициент, характеризующий внедрение информационных технологий на уровне электронного конструктивного и технологического проектирования соответствующего оснащения и номенклатуры деталей в подготовке и организации производства – $K_{и.т.}$ то

$$T_{cp} = \frac{P\Gamma D L K_{в.н.} K_{н.п.} K_{и.т.}}{N} K_{и.т.} (4)$$

и, следовательно, формулу (4) в окончательном виде можно записать

$$T_{cp} = \frac{P\Gamma D L K_{в.н.} K_{н.п.} K_{и.т.} (1-M)}{N(1-N^{M-1})} K_{и.т.} (5)$$

Потери рабочего времени в начальный период производства изделия, характеризующиеся коэффициентом $K_{н.п.}$, возникают, во-первых, из-за необходимости проведения первоочередных работ по подготовке производства, без которых нельзя осуществить процесс изготовления деталей МС, во-вторых, из-за невозможности в этот период осуществить запуск МС в производство одновременно во всех цехах предприятия: заготовительных, обрабатывающих и сборочных, и, в-третьих, из-за невозможности с первых же дней после выхода решения о серийном изготовлении МС на данном предприятии развернуть его производство на полную мощность, то есть загрузить работой все рабочие места. На графике рис. 2 показан характер формирования общей загрузки предприятия в начальный период производства МС в зависимости от роста загрузки цехов (закономерность нарастания загрузки по цехам условно принята прямолинейной).

Общие потери рабочего времени по предприятию в этот период могут достигать различных величин в зависимости от календарных сроков

и характера освоения цехами полной загрузки рабочих мест, от сроков опережении начала производства МС в заготовительных, обрабатывающих и сборочных цехах и от удельных соотношений трудоемкости отдельных видов работ. На рис. 3 показан характер формирования потерь рабочего времени за весь период производства изделия, где Γ – число рабочих дней в году; D – продолжительность одного рабочего дня; L – планируемое число лет производства изделия; $K_{в.н.}$ – коэффициент внутрисменных потерь рабочего времени; M_p – общее количество рабочих мест; $T_{п.н.}$ – нерегламентированные потери рабочего времени в течение рабочей смены; $T_{п.п.}$ – период подготовки производства к запуску изделия; $T_{п.з}$ – период полной загрузки предприятия; T_0 – период освоения запуска изделия в производство; $\Phi_{н.с}$ – номинальный суточный фонд рабочего времени; $\Phi_{д.с}$ – действительный суточный фонд рабочего времени; $P_{од}$ – количество производственных рабочих, одновременно работающих на одном рабочем месте; C – сменность работ.

Из графика видно, что коэффициент потерь рабочего времени за весь период производства изделия при прямолинейной закономерности общего нарастания загрузки цехов в начальный период производства равен

$$K_{п.п.} = \frac{n.l.2664}{n.l.1a24} = \frac{0,5 D C P_{од} M_p K_{вп} (\Gamma L - T_{п.п.} + T_{п.з})}{D C P_{од} M_p K_{вп} \Gamma L} = 0,5 \left(1 + \frac{T_{п.з} - T_{п.п.}}{\Gamma L} \right). (6)$$

В действительности, нарастание загрузки рабочих мест в начальный период производства изделия имеет криволинейный характер (рис. 1 и 2), а потому в указанную выше формулу необходимо ввести поправочный коэффициент $\alpha \neq 1,0$, учитывающий истинный характер нарастания загрузки предприятия и корректирующей прямолинейную закономерность, представленную в формуле (6). Таким образом, получим следующую формулу расчета коэффициента потерь рабочего времени за весь период производства изделия:

$$K_{п.п.} = 0,5 \left(1 + \frac{T_{п.з} - T_{п.п.}}{\Gamma L} \right) \alpha. (7)$$

Коэффициент β , учитывающий потери времени в общем времени производства изделия, как это видно из рис. 2 и 3, равен

$$\alpha = \frac{T_{п.з} + 0,5 T_0 \beta}{T_{п.з} + 0,5 T_0}, (8)$$

где β – коэффициент потерь рабочего времени

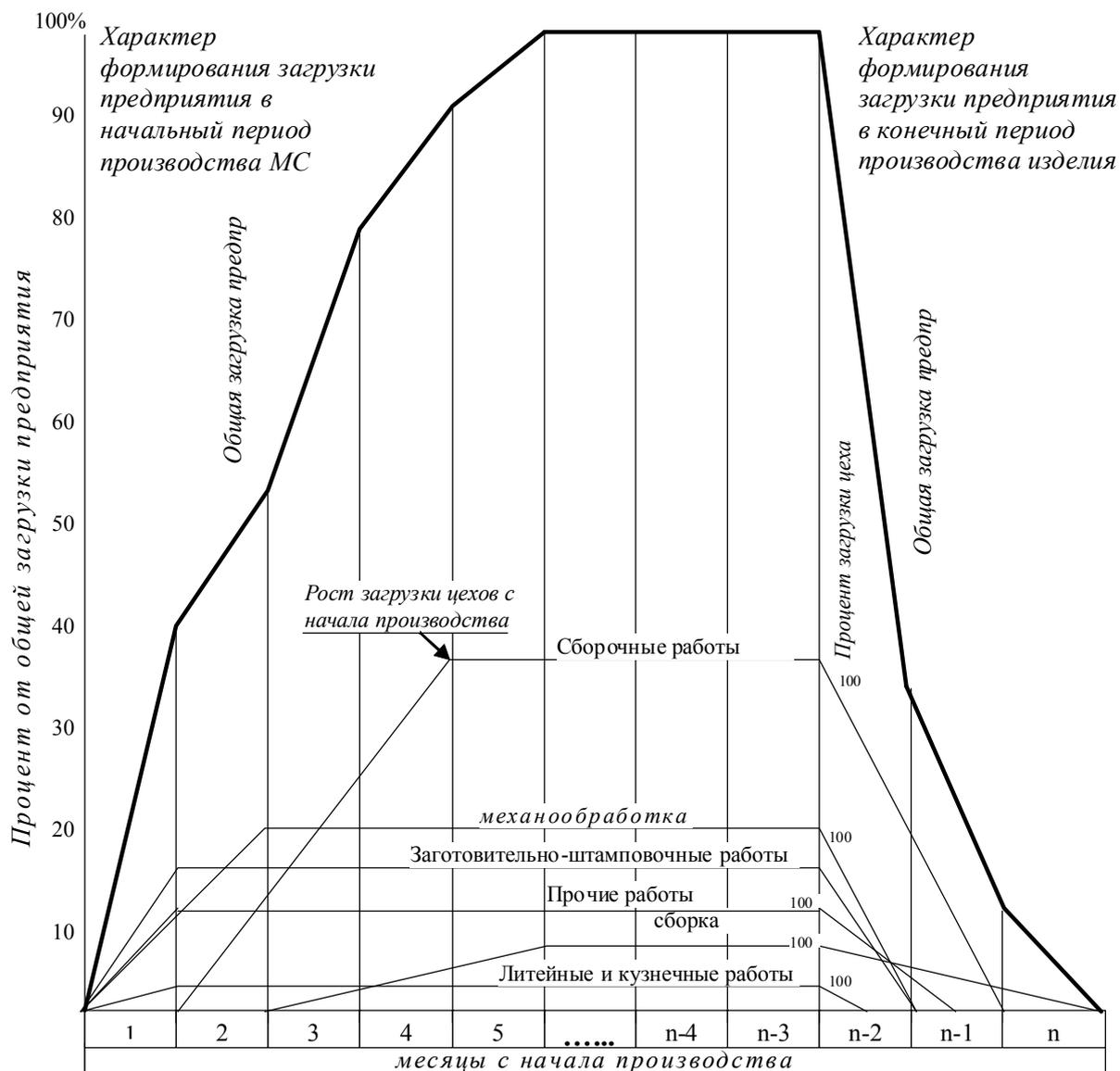


Рис. 2. Характер формирования общей загрузки предприятия

в период запуска изделия в производство, то есть в период T_0 .

Практически коэффициент $v=1,1-1,2$ и тогда в зависимости от общего периода производства изделия и от периода запуска изделия в производство (T_0) коэффициент $b=1,005-0,02$, т. е. потери не превышают 2% от общих затрат труда за весь период производства.

Здесь справочно-нормативные материалы по трудоемкости изготовления самолетов рассчитаны на основе математических моделей и номограмм.

Основными показателями, которые должны учитываться при определении трудоемкости МС, является:

- а) функциональное назначение СА и нового МС;
- б) принципиальные конструктивно-технологические отличия нового МС по сравнению с СА;
- в) количество самолетов, предшествующих конструкциям, изготовленных к моменту запуска данного МС;

г) количество самолетов данной модификации, для которой требуется определить трудоемкость.

Трудоемкость нового МС в зависимости от сущности и объема определяется:

1. Корректировкой известной трудоемкости СА коэффициентом конструктивно-технологической сложности K_c и коэффициентом изменения объема работ K по МС в сравнении с СА.
2. Путем оценки трудоемкости изготовления изменяемых элементов конструкции МС и суммирования их трудоемкости с трудоемкостью неизменяемой части СА.

С учетом изменений в конструкции элементов МС по отношению к СА определяем трудоемкость первого порядкового номера МС по формуле:

$$T_M = (T_a - T_a \cdot \sum gi \cdot Ci) + T_p \cdot \sum gi \cdot Ci,$$

где T_M – трудоемкость МС (первого порядково-

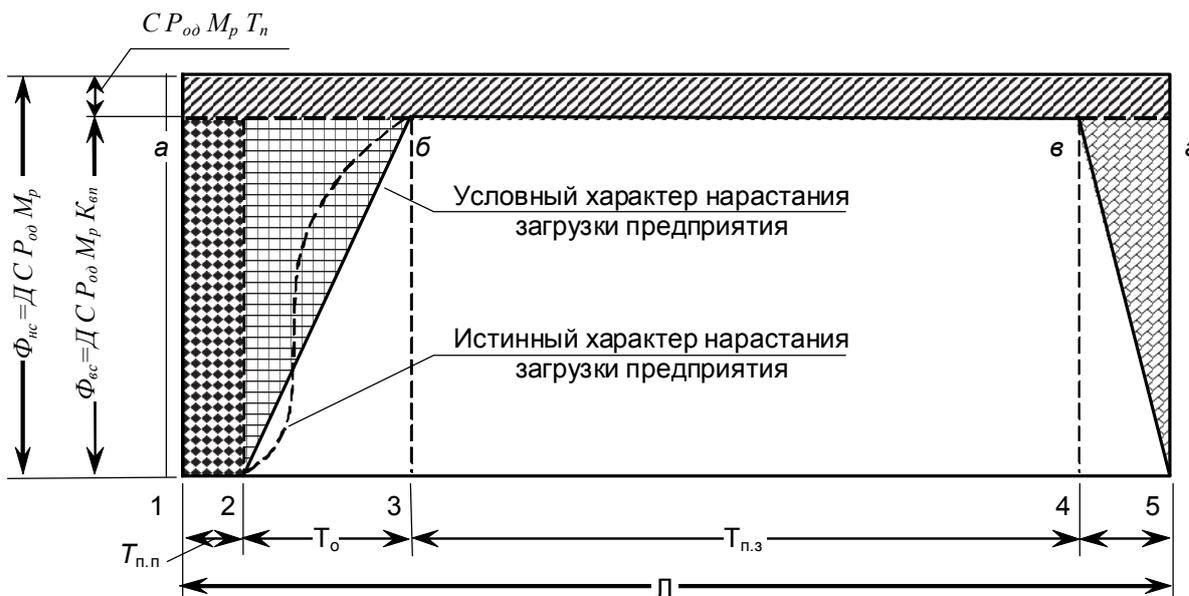


Рис. 3. Определение коэффициента потерь рабочего времени $K_{п.н}$

го номера); чел-час;

T_a – трудоемкость СА, достигнутая на момент запуска МС, чел-час;

g_i – удельный вес трудоемкости i -го элемента конструкции, претерпевающего изменения, в общей трудоемкости самолета, определяется с помощью данных таблицы 2;

C_i – часть трудоемкости i -го элемента конструкции, претерпевающая изменение;

T_p – фактическая или расчетная трудоемкость первого порядкового номера СА, чел-час. (первого порядкового номера).

Динамика трудоемкости неизменяемой части самолета ($T_a - T_a \cdot \sum g_i \cdot C_i$) определяется по свойственной для данной группы самолетов зависимости с учетом количества самолетов, предшествующих данной модификации, динамика трудоемкости новой части конструкции ($T_p \cdot \sum g_i \cdot C_i$) – как вновь запущенных в серийное производство.

Основным вопросом при определении трудоемкости этим методом является анализ поэлементных отличий МС от аналога и выявление новизны и сложности элементов конструкции, по которым проведены изменения.

Для определения трудоемкости первого порядкового номера МС, условно примем структуру применяемых материалов:

- стали конструкционной – 19%;
- стали нержавеющей – 7%;
- титановых сплавов – 12%;
- прочих цветных сплавов – 43%;
- композиционных – 27%;

Коэффициенты использования материала планируем в размерах:

- стали конструкционной – 0,613;
- стали нержавеющей – 0,508;

- титановых сплавов – 0,437;
- прочих цветных сплавов – 0,757;
- композиционных материалов (стеклопластиков) – 0,8.

Виды соединений аналогичны видам соединений в изделиях базовой совокупности.

Самолет изготавливается на предприятии, имеющем удельный вес станков с ЧПУ – 10%; коэффициент многостаночного обслуживания – 0,15; удельный вес ТОН (по изделию) планируется равным 80%, КВН принят – 120%.

Трудоемкость в данном случае определяется в следующем порядке:

1. Конструкция МС отличается от базовой совокупности применяемых материалов, поэтому полученную величину трудоемкости необходимо скорректировать на коэффициенты K_m , K_f . Корректировка производится по формуле:

$$T_p = T_H (0,6 + 0,06K_\phi + 0,19K_m + 0,15K_T),$$

где 0,6 – некорректируемая часть трудоемкости; 0,06 – удельный вес процессов формообразования в общей трудоемкости изготовления самолета;

0,19 – доля машинного времени заготовительно-штамповочных, механических и основного времени слесарных работ в общей трудоемкости изготовления самолета;

0,15 – доля трудоемкости по изготовлению обшивки самолета.

1. Рассчитывается коэффициент K_f по формуле [2]:

$$K_\phi = \frac{100 + \sum T_H}{100 + T_\phi};$$

где T_H , T_ϕ – удельный вес вида композиционного материала, применяемого соответственно

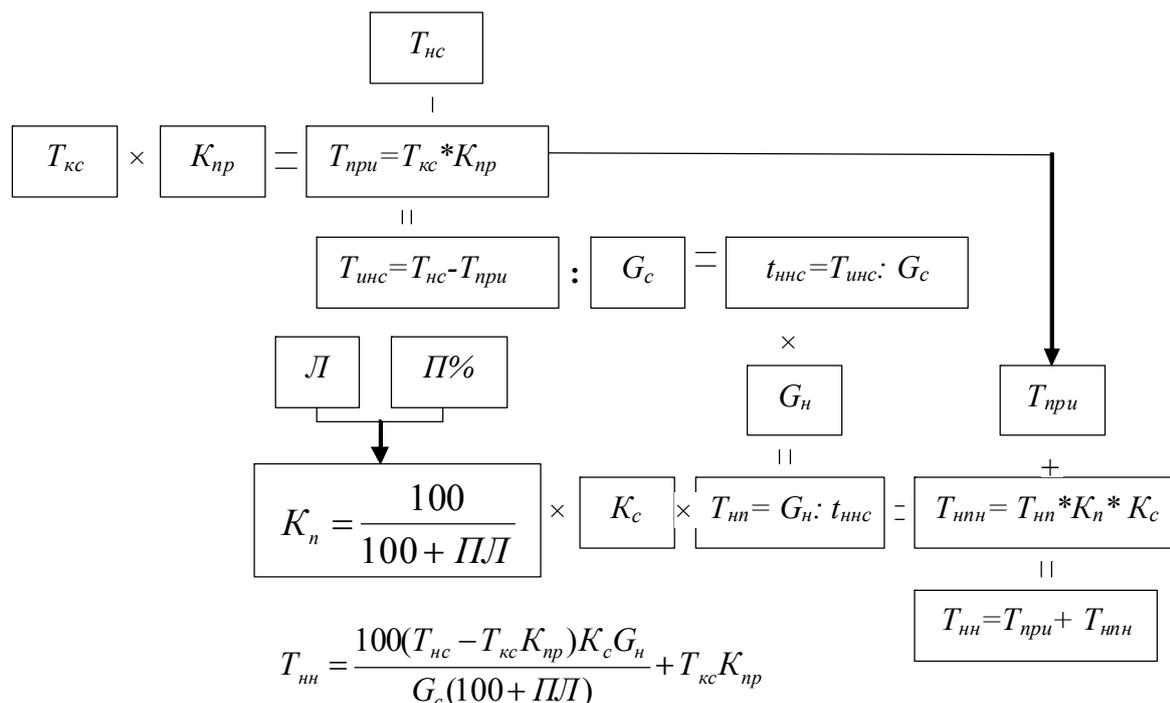


Рис. 4. Алгоритм расчета начальной трудоемкости изделия:

- $T_{нс}$ – общая трудоемкость изготовления СА начального периода производства
 - $T_{кc}$ – общая трудоемкость изготовления СА конечного периода производства
 - $K_{нр}$ – коэффициент конструктивной преемственности МС
 - $T_{нри}$ – трудоемкость преемственных конструктивных элементов МС
 - $T_{инс}$ – трудоемкость не преемственных конструктивных элементов СА начального периода
 - G_c – конструктивный вес СА*
 - $t_{ннс}$ – условная удельная трудоемкость не преемственных конструктивных элементов СА начального периода производства
 - L – период времени от изготовления первой серии СА до изготовления первой серии МС (лет)
 - $П\%$ – ежегодный прирост производительности труда
 - G_n – конструктивный вес МС*
 - $T_{нри}$ – трудоемкость преемственных конструктивных элементов МС
 - $K_{нри}$ – коэффициент снижения трудоемкости МС за счет технического прогресса
 - K_c – коэффициент конструктивной технологической сложности МС
 - $T_{нн}$ – трудоемкость не преемственных конструктивных элементов МС начального периода при равной сложности конструкций СА и МС и условий производства
 - $T_{ннн}$ – трудоемкость не преемственных конструктивных элементов МС начального периода производства
 - $T_{нн}$ – общая трудоемкость МС начального периода производства
- *желательно брать не общие веса СА и МС, а веса не преемственных элементов этих изделий

в новом и базовом изделиях, % .

2. Расчет коэффициента K_m проводится по формуле [2].

По формуле [2] рассчитывается удельный вес снимаемой стружки для i -го вида материала:

$$Q_n = \frac{R_i(1/k_{им} - 1)}{\sum R_i(1/k_{им} - 1)} \cdot 100.$$

Значение составляющей формулы $R_i(1/k_{им} - 1)$ определяется исходя из найденных значений R и заданных значений КИМ.

3. Так как виды соединений обшивки аналогичны видам соединений в изделиях базовой совокупности, коэффициент K_t равен 1,0.

4. Определяется трудоемкость изделия с

учетом поправочных коэффициентов.

5. Рассчитывается трудоемкость с учетом интегральных показателей научно-технического уровня и организационно-технических мероприятий:

$$T_o = T_p \left(\frac{1}{K_o} + \frac{1}{0,81 + 0,19_{чпу}} - K_{мо} - 1 \right);$$

$$K_o = \frac{K_{топ}}{K_{квн}}$$

Принято считать, что работники, занятые выполнением контрольных операций, при затратах их труда на проведении контрольных операций изготавливаемых изделий, трудоемкость их труда следует учитывать в технологической трудоемкости. При этом, технологическая трудоемкость из-

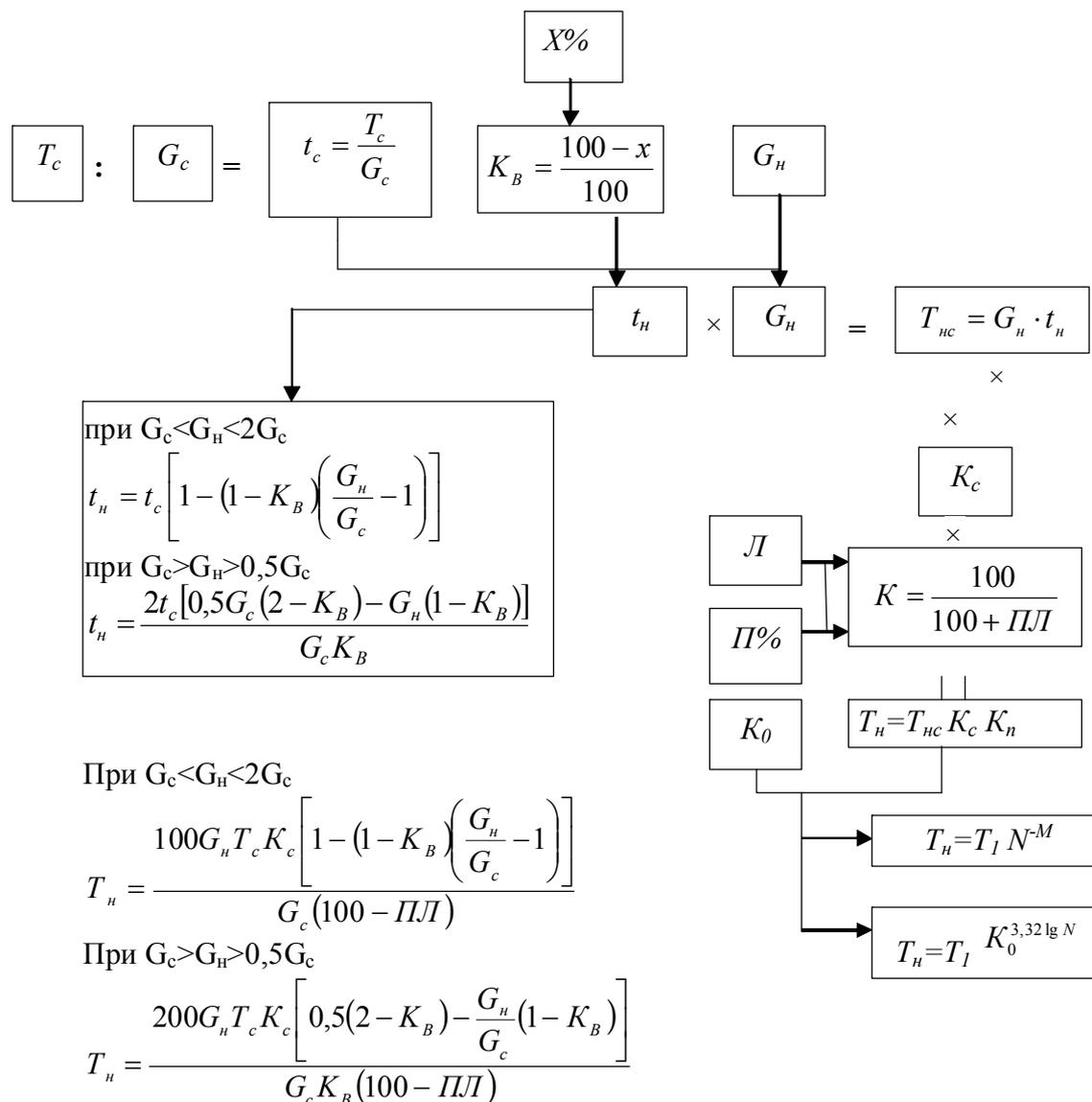


Рис. 5. Алгоритм расчета общей трудоемкости серийного изделия и темпов ее снижения по периодам производства:

- T_n – общая трудоемкость освоенного ИМА
- $X\%$ – процент снижения трудоемкости при удвоении весов изделия (ведомственные нормативы)
- T_c – общая трудоемкость освоенного СА
- G_c – конструктивный вес СА
- t_c – удельная трудоемкость на 1 кг веса освоенного СА
- K_B – коэффициент изменения удельной трудоемкости изделий при удвоении их веса
- G_n – конструктивный вес МС
- t_n – удельная трудоемкость МС при равной сложности МС и СА и равных уровнях техники и организации производства
- T_{nc} – общая трудоемкость МС при равной конструктивной сложности и производственных условий с СА
- K_c – коэффициент конструктивно-технологической сложности МС
- L – период времени от изготовления освоенного СА до изготовления освоенного МС (лет)
- $P\%$ – ежегодный прирост производительности труда
- K – коэффициент снижения трудоемкости МС за счет технического прогресса
- K_0 – коэффициент снижения трудоемкости при удвоении количества выпущенных изделий

делий с учетом затрат труда работников, занятых выполнением контрольных операций, составит:

$$T = T_p \left(\frac{K_k}{100} + 1 \right),$$

где: T_p – расчетная трудоемкость, чел-час;
 K_k – коэффициент, характеризующий отношение трудоемкости контрольных операций к затратам труда основных производственных рабочих, %.

Средняя трудоемкость изготовления самолета из заданной партии определяется по математическим моделям на порядковый номер, рассчитанный по формуле:

$$N_{ср} = N1 + \frac{N2}{2},$$

где $N_{ср}$ – порядковый номер самолета, которому будет соответствовать средняя трудоемкость одного самолета из заданной партии;

$N1$ – количество условно-изготовленных самолетов с начала производства до периода, когда планируется изготовление заданной партии;

$N2$ – количество самолетов в заданной партии.

На рис. 4 и 5 представлены алгоритм расчета начальной трудоемкости изготовления изделия и алгоритм расчета общей трудоемкости серийного изготовления изделия и темпов ее снижения по периодам производства

Таким образом, рассмотренные методы и алгоритмы для производства расчетов по определению трудоемкости изготовления самолета типа Ил-476 дают полное представление о значимости данного проекта, что позволяет значительно упростить расчеты для организации производства этого, в принципе нового, модифицированного самолета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология самолетостроения / А.Л. Абибов, Н.М. Бирюков, В.В. Бойцов и др. М.: Машиностроение, 1981. 224 с.
2. Технология сборки самолетов: Учебник для студентов авиационных специальностей вузов / В.И.Ершов, В.В.Павлов и др. М.:Машиностроение. 1986. – 450 с.
3. Основы технологии производства летательных аппаратов (в конспектах лекций). Учебное пособие / А.С.Чумадин, В.И.Ершов, В.А.Барвинок и др. М.: Наука и технология, 2005. 912 с.

METHODE AND ALGORITHM FOR AIRCRAFT LABOR INTENSITY CALCULATION

© 2012 V.G. Pavlov¹, V.P. Mahitko², V.G. Zaskanov¹

¹Institute of Aviation Technologies and Managements
of Ulyanovsk State Technical University
²Ulyanovsk Higher Civil Aviation School

In the given article the authors makes the analysis of the methods and algorithms for aeronautical equipment labor intensity calculation in the context of modern manufacturer. Also the authors offers actual methods of labor intensity calculation and algorithms of automatic labor intensity system and its subsequent optimization. Key words: information database; manufacturing system; system approach; calculation indicator; adjustment factor, modified aircraft.

Vladimir Pavlov, Head of Laboratory.

E-mail: mars@netroad.ru

Vyacheslav Mahitko, Candidate of Economics, Associate Professor. E-mail: mcp-1945@mail.ru

Viktor Zaskanov, Doctor of Technics, Professor, Head at the Organization of Production Department, SSAU.