

СПОСОБЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПА ОПЕРЕЖАЮЩЕГО ЗАПУСКА В СЕРИЮ ОПЫТНЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ГРАЖДАНСКИХ САМОЛЕТОВ

Сообщение 1. О возможности сокращения сроков начала серийного производства нового гражданского самолета

В [1 – 2] проведен анализ современного состояния информационной поддержки автоматизированных технологических процессов производства отечественных гражданских самолетов ГП «Антонов».

Проведено сравнение трудоемкости основных стадий создания самолета, среди которых преобладают технологическая подготовка заготовительно-штамповочного производства и агрегатной сборки, для которых наиболее эффективны информационные технологии.

Показано, что высокоэффективное производство гражданских самолетов возможно при реализации концепции и методов использования основных принципов обеспечения полной интенсивной информационной поддержки технологических процессов:

- принципа системного применения интегрированных информационных технологий автоматизированного проектирования и систем виртуальной реализации для технологического планирования производства;
- принципа опережающего запуска в серийное производство новых самолетов или их модификаций;
- принципа использования оснащения опытного производства на начальном этапе серии.

Ниже проводится анализ возможностей реализации принципа опережающего запуска в серийное производство опытных новых самолетов или их модификаций путем сокращения сроков начала серии и сдвига сроков сертификации гражданских самолетов.

Процедуры отечественной системы сертификации были разработаны еще Госавиарегистром СССР в Правилах сертификации гражданских воздушных судов СССР (временных) в 1976 году и в их новом издании в 1988 г. [3]. Однако в отечественной литературе по технологии самолетостроения [4 – 6] вплоть до середины 80-х годов о сертификационных испытаниях ВС не упоминается: речь идет о летных испытаниях. Хотя смысловая тождественность этих терминов очевидна, формальное их отличие, по-видимому, заключается в отсутствии сертификата типа ВС.

В то же время в монографии В.Н. Крысина [7] отмечается, что заметное сокращение цикла создания самолета достигается благодаря проведению большого объема исследований в период разработки проекта. Использование автоматизированных систем проектирования – объединение единой программой определения нагрузок, расчета на

прочность, экономической оценки вариантов и т.п. позволяет оценить проект с точки зрения рентабельности и приемлемости для потребителей [8 – 18]. На сокращение цикла создания самолета влияют объем и время проведения лабораторных испытаний систем и элементов его конструкции.

Указано, что авиастроительными фирмами США выработана четкая последовательность проведения лабораторных испытаний. Часть общего объема испытаний заканчивают до принятия решения о рабочем проектировании, другую – до начала сборки первого самолета, третью – до первого вылета и четвертую – по истечении одного-двух лет эксплуатации. До принятия решения о рабочем проектировании проводят испытания тех элементов конструкции и систем самолета, которые кардинальным образом отличаются от элементов, используемых в существующих самолетах. До начала сборки и первого полета испытывают основные системы, а до первого полета завершают испытания планера на статическую прочность и проводят испытания на усталостную прочность.

В [7] приведены укрупненные планы-графики создания самолетов А-300В и Боинг 747 (рис. 1). Из рис. 1 видно, что использован параллельно-последовательный метод проведения работ. На рис. 1 четко отмечено завершение летных испытаний сертификацией ВС.

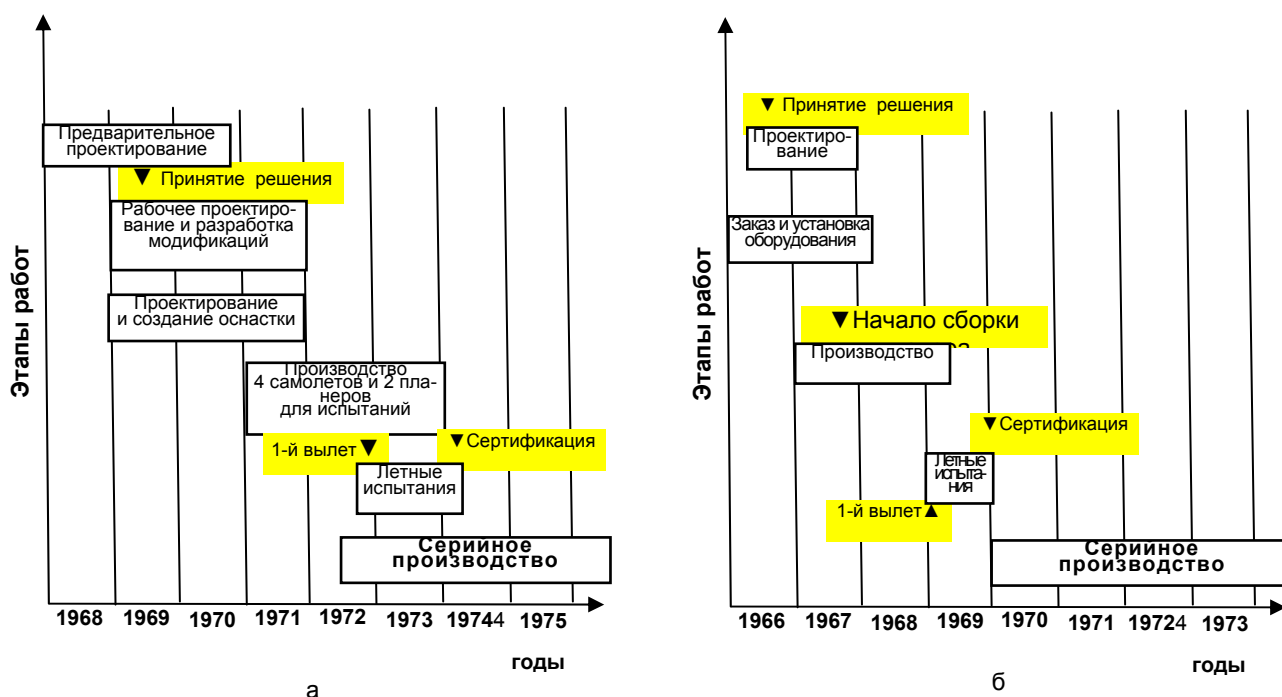


Рисунок 1 – Укрупненные планы-графики создания самолетов А-300 в (а) и Боинг 747 (б)

Интересно отметить, что хотя в [7] отмечается, что в обоих случаях фирмами используется параллельно-последовательный метод проведения работ, строго говоря, только в случае самолета А-300 В серийное

производство начато по принципу опережения запуска ВС в серийное производство до получения им сертификата типа.

Из рис. 1,б следует, что серийное производство самолета Боинг 747 начато четко после получения сертификата типа, т.е. в терминологии того периода – последовательным методом.

Известно, что постановка на серийное производство новых самолетов требует большого комплекса подготовительных работ, объединяемых понятием «Технологическая подготовка серийного производства». Основными исходными данными при выполнении этих работ являются директивные материалы по изделию, подлежащему постановке на производство.

В общем случае технологическая подготовка серийного производства включает следующие работы, выполняемые по времени параллельно или параллельно-последовательно [7]. Конкретное содержание и общий объем работ по технологической подготовке зависят от планируемого объема и программы выпуска изделий, от степени сложности и новизны его конструкции, от качества технологической отработки изделия в процессе проектирования и изготовления опытного образца, от уровня кооперирования производства и других факторов.

Все работы по технологической подготовке выполняются в определенной последовательности и в сроки, определяемые графиком подготовки производства нового изделия (рис. 2) [5]. Календарное время выполнения всех работ по подготовке производства составляет цикл подготовки производства.

Основу технологической подготовки производства, главное ее содержание составляет разработка серийного технологического процесса изготовления изделия, проектирование и изготовление специальной технологической оснастки. В общем балансе средств производства специальное технологическое оснащение стоит на первом месте после станочного оборудования самолетостроительных предприятий. Но если станочный парк с изменением конструкции изделия изменяется незначительно, то специальная технологическая оснастка претерпевает при этом самые радикальные изменения – до полной замены ее новой. Трудоемкость проектирования и изготовления специального технологического оснащения составляет обычно 60...80 % трудоемкости технологической подготовки серийного производства самолетов [5].

Следует отметить неустановившуюся терминологию того периода. Так, по-видимому, термин «ускоренная подготовка производства» является синонимом термину «параллельный метод проведения работ», а термин «обычная подготовка производства» - термину «последовательный метод». Таким образом, идея сокращения цикла технологической подготовки серийного производства ВС путем совмещения во времени отдельных этапов этих работ постепенно трансформировалась в один из эффективных принципов организации серийного производства.

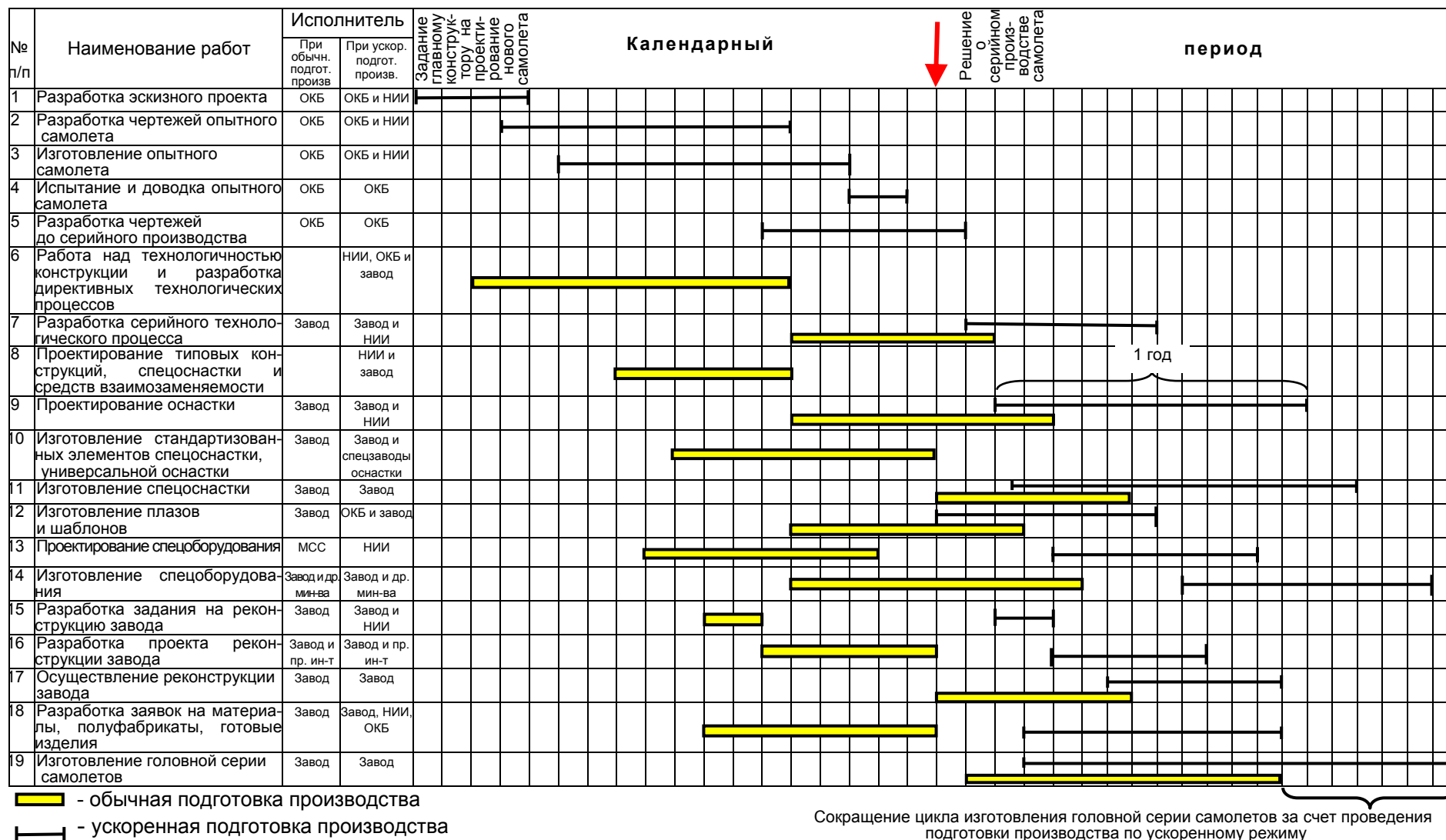


Рисунок 2 – График подготовки серийного производства для выпуска нового самолета

В советский период реализация принципа опережения начала серийного производства новых ВС относительно окончания летных испытаний (позднее – с выдачей Разработчику сертификата типа) значительно облегчалась (и обеспечивалась), как правило, многолетним техническим содружеством (практически – корпорацией) ОКБ Разработчика с тем или иным серийным заводом (см., например, [19 – 21]), результатом которого являлись и использование принципов преемственности технологического оснащения, типизации технологических процессов и др. вследствие схожести изделий одного и того же Генерального конструктора. В связи с этим риск для серийного завода отбраковки отдельных деталей, узлов или агрегатов ВС вследствие их конструктивных изменений, необходимость в которых возникала в процессе летных и наземных (сертификационных) испытаний опытного самолета был сравнительно невелик и всегда компенсировался из резерва государственного финансирования.

После развала СССР авиастроение Украины включало в себя одного разработчика ВС в лице ГП «Антонов» и двигателей в лице ГKB «Прогресс» им. Ивченко и два серийных завода ХГАПП и КиАПО «Авиант» и серийный двигателестроительный завод «Мотор-Січ»¹⁾, на которые вместе со вспомогательными предприятиями авиационного комплекса Украины приходилось около 25 % производственного потенциала авиастроения бывшего Советского Союза [22].

В работе [22] дан сравнительно подробный анализ постсоветского состояния авиастроения Украины и путей его выхода из перманентного кризиса, среди которых обоснована и эффективность принципа опережающего запуска в серийное производство нового ВС до получения сертификата типа Разработчиком. Ниже приведено исследование эффективности этого принципа. Для запуска нового самолета в серию, которому предшествует технологическая подготовка производства, серийному заводу в условиях рыночной экономики и при отсутствии государственного финансирования (или его незначительном объеме) необходим инвестор, обеспечивающий финансирование проекта в объеме $C_{инв}$ на срок $\tau_{инв}$ или кредитор – коммерческий банк с выплатой ему $a_{кр}$ в качестве годовой процентной ставки.²⁾

¹⁾ Без учета ряда заводов по производству агрегатов систем ВС и авиаремонтных предприятий. В [22]) обсуждается виртуальная консолидированная промышленная группа «Авиастроение Украины», в которой автор относит существенно больше предприятий.

²⁾ В данном случае из всех видов имущественных и интеллектуальных ценностей, которые вкладываются в объект деятельности и составляют инвестиции, рассматриваются финансовые вложения, а инвесторами чаще всего являются банки, осуществляющие кредитование проекта серийного производства ВС под определенный процент (стандартный - 8 % годовых, удовлетворительный - 5 % годовых, предельный – 30 % годовых [23]). Гораздо реже в качестве инвесторов могут выступать Заказчики ВС, представляющие кредит серийному заводу на оговоренных льготных условиях. Определенной частью инвестиций может быть поступление из государственного бюджета.

Выплата кредита в размере K_0 грн. по годам кредитования $T_{кр}$ определяется по известной методике [24]:

– определяются капитальные вложения K_i последующего i -го года выплат заводом с учетом годовой процентной ставки $a_{кр}$

$$K_i = D_{i-1}(1 + a_{кр}), \quad (1)$$

где D_{i-1} – сумма долга завода после годичного погашения банку;

– рассчитывается погасительный платеж R_i в i -м году выплат

$$R_i = D_{i-1}a_{кр} + \frac{K_0}{\tau_{кр}}; \quad (2)$$

– находится долг предприятия к погашению банку на i -м году выплат D_i

$$D_i = K_i - R_i. \quad (3)$$

Вид графика погашения кредитного контура представлен на рис. 3.

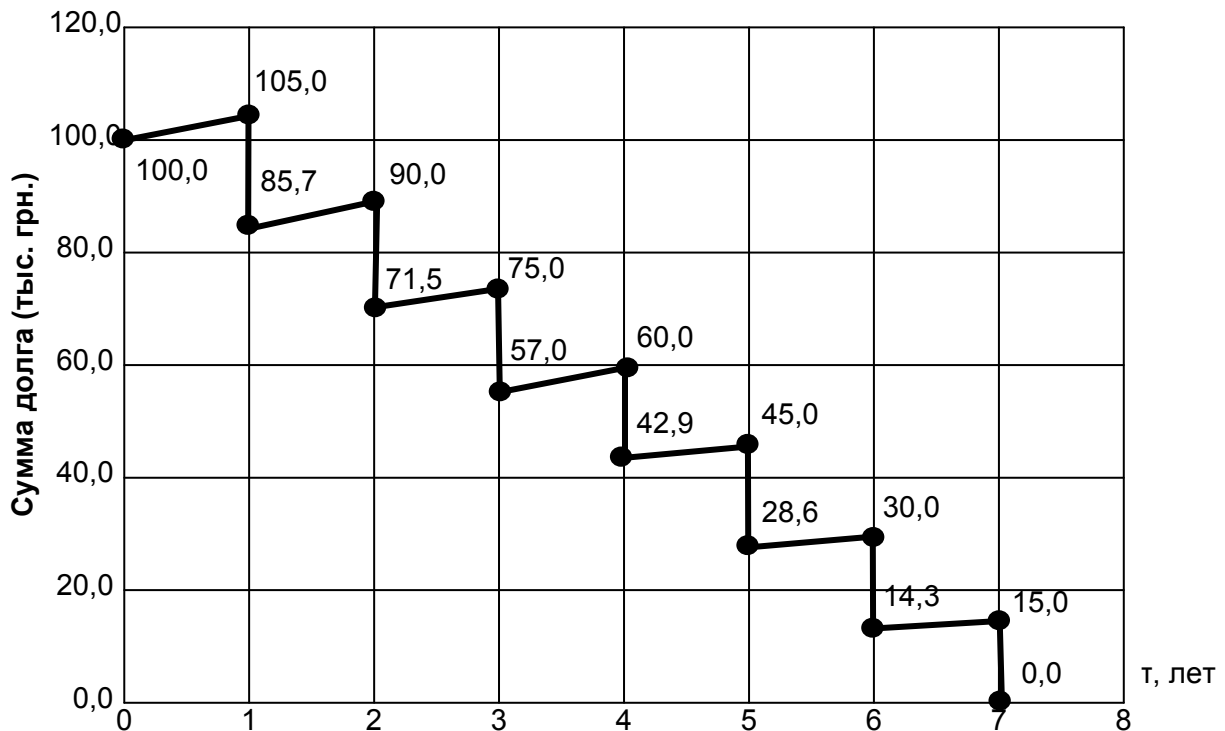


Рисунок 3 – Пример построения графика кредитного контура при $K_0=100$ тыс. грн.; $\tau_{кр}=7$ лет; $a_{кр}=0,05$ [24]

Общая сумма выплат банку за срок кредитования составит

$$C_{выпл} = K_0(1 + a_{кр}\tau_{кр}). \quad (4)$$

Необходимо определить, какая сумма, и на какой срок должна быть взята в банке.

Для этого, пользуясь статистическими данными, следует определить трудоемкость изготовления первого серийного ВС

$$T_{Iсер} = (0,5...0,55)T_{Iоп} = t_{Iсер}G_0, \quad (5)$$

где $T_{Iоп}$ – трудоемкость создания первого опытного ВС, чел-час; $t_{Iсер}$ – удельная трудоемкость первого серийного ВС, чел-час/кг; G_0 – масса пустого ВС, кг.

Потребная трудоемкость изготовления последующих серийных ВС определяется по статистической зависимости

$$T_{Iсер\ потр} = t_{Iсер} G_0 N^{-\alpha} = T_{Iсер} N^{-\alpha} \geq T_{устсер}, \quad (6)$$

где N – номер серийного ВС; $T_{Iсер\ потр} = t_{Iсер} G_0 N^{-\alpha} = T_{Iсер} N^{-\alpha} \geq T_{устсер}$ –

постоянная трудоемкость в установившемся серийном производстве; α – статистический показатель степени, равный [25]:

- для вероятности 0,77 $\alpha=0,377$;
- для вероятности 0,88 $\alpha=0,1844$;
- для вероятности 0,95 $\alpha=0,074$.

При этом следует учитывать, что снижение трудоемкости по 95 % кривой обеспечивается преимущественно с помощью совершенствования организации производства. Практика освоения серийного выпуска новых самолетов в Украине показывает, что в условиях существенного износа технологического оборудования снижение трудоемкости более вероятно по 95 %, чем по 88 % или 77% кривой. Более того, фактическая трудоемкость изготовления самолетов в первых сериях оказывается выше расчетной даже при прогнозах по 95 % зависимости. Перейти к более интенсивному снижению трудоемкости реальной после модернизации производства и углубления технологической специализации.

Сравнение трудоемкостей производства самолетов Ан 148, вычисленных при различных α приведено на рис. 4 для $G_0=22500$ кг.

Зависимости (5) и (6) носят более приближенный характер, нежели зависимость, приведенная в [26], построенная на основе статистических данных, и отработанная на смешанной модели

$$T_{Iсер\ потр} = \sum_{j=1}^{10} A_j G_n^{\lambda_j} N_i^{-\alpha_j}, \quad (7)$$

где коэффициентов A_j, λ_j, α_j – статистические коэффициенты j -го вида производства.

Исходные данные для коэффициентов A_j, λ_j, α_j при каждом j -м виде производства ($j=1...10$) приведены в таблице 1.

Кривые на рис. 5 мало отличаются от линейных. На рис. 6 эта же зависимость представлена для относительной характеристики.

$$\bar{T}_{Iсер\ потр} = \frac{1}{G_0} \sum_{j=1}^{10} A_j G_0^{\lambda_j} N_i^{-\alpha_j}. \quad (8)$$

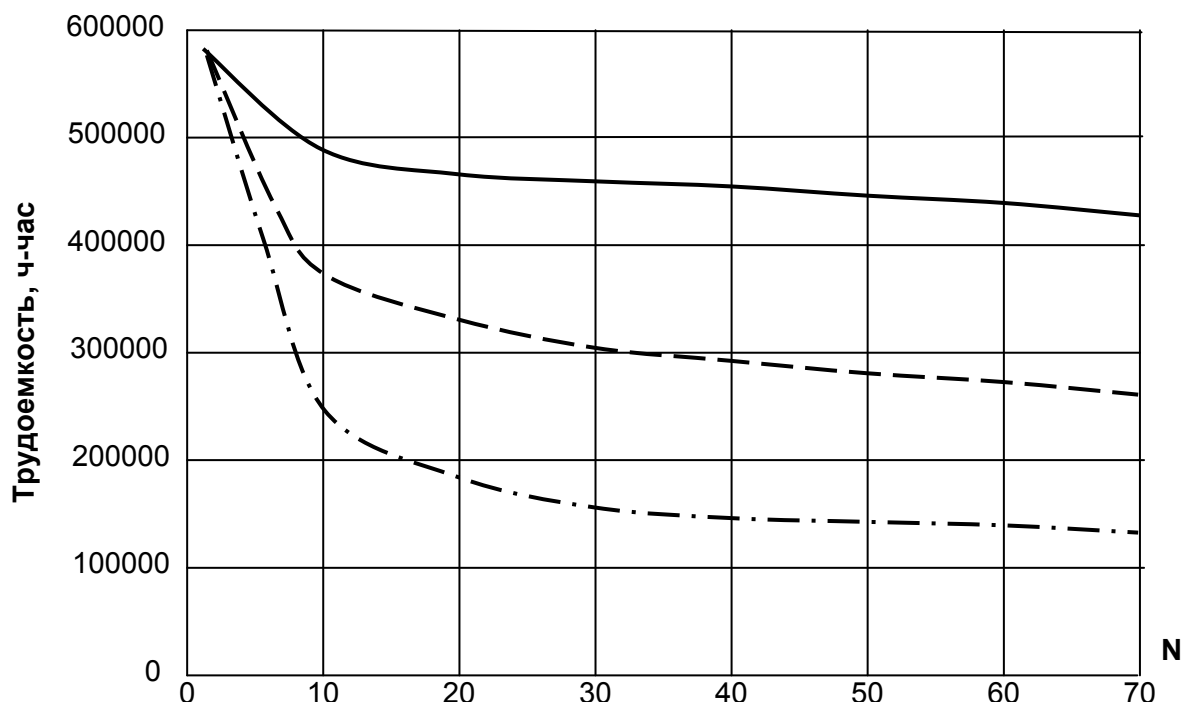


Рисунок 4 – Изменение трудоемкости серийного производства ВС при $G_0 = 22,5$ т:

- — — убывание трудоемкости при $\alpha = 0,95$;
- — — убывание трудоемкости при $\alpha = 0,88$;
- · — убывание трудоемкости при $\alpha = 0,77$

Как видно из таблицы 1, средние значения коэффициентов A и λ сравнительно мало отличаются от единицы (относительная погрешность $\Delta A = 9\%$, относительная погрешность $\Delta \lambda = 11\%$), а коэффициент α от приведенного (относительная погрешность $\Delta \alpha = 2\%$), что, по-видимому, явилось основанием к использованию более приближенной статистической зависимости (6).¹⁾

Согласно последней методике расчета по экономико-математической модели НИАТ [25, 28] лимитная трудоемкость (в дальнейшем – трудоемкость) серийного производства первого самолета определяется по формуле

$$T_{1сер} = 1114,8 \cdot G_0^{0,63} (0,6 + 0,06k_{\phi} + 0,19k_m + 0,15k_m) k_K k_n, \quad (9)$$

где G_0 – масса пустого самолета; $k_K = 1,065$ – коэффициент, учитывающий трудоемкость операций контроля; $k_{\phi} = 1,13$ – коэффициент, учитывающий отличие объема применения композиционных материалов в конструкции планера самолета от объема их применения в базовом ВС;

¹⁾ Можно, однако, показать, что расхождения результатов расчета трудоемкости по формулам (6) и (7) будут существенно больше, чем относительные погрешности в коэффициентах A , λ и α для ВС различной массы.

$k_m=1,41$ – коэффициент, учитывающий изменение структуры применяемых материалов в конструкции планера от базового ВС; $k_m=1,09$ – коэффициент, учитывающий изменение в соотношении видов соединений, применяемых в обтекаемой поверхности планера, от аналогичных соединений в базовом ВС; $k_n=0,8$ – коэффициент, учитывающий повышение производительности труда и снижение трудоемкости работ, связанных с применением компьютерных информационных технологий, при проектировании и производстве нового ВС.

Таблица 1 Статистические данные для коэффициентов A_j , λ_j и α_j по пассажирским и транспортным самолетам по видам производства

j	Виды производства	A	λ	α
1	Литейное производство	1,44	0,37	0,55
2	Кузнечное производство	0,008	1,50	0,25
3	Механообрабатывающее производство	0,137	1,37	0,40
4	Слесарно-сборочные работы	0,200	1,24	0,33
5	Заготовительно-штамповочное производство	5,97	0,94	0,35
6	Агрегатно-сборочное производство	2,10	1,10	0,30
7	Окончательная сборка (ЦОС)	0,114	1,30	0,33
8	Термообработка	0,18	1,15	0,435
9	Гальванообработка	0,756	0,62	0,395
10	Испытания (КИС)	0,003	1,50	0,30
Осредненные значения коэффициентов		1,09	1,11	0,364

Расчет трудоемкости методом сравнения с самолетами-аналогами выполняется по формуле [27]

$$T_{1сер} = T_{1сер ан} k_G k_c k_n, \quad (10)$$

где $T_{1сер ан}$ – трудоемкость первого серийного ВС-аналога; $k_G=1,41$ – коэффициент изменения объема работ, связанный с изменением массы нового ВС по сравнению с самолетом-аналогом; $k_c=1,41$ – коэффициент изменения объема работ, связанный с конструктивно-технологическими отличиями нового ВС от самолета-аналога.

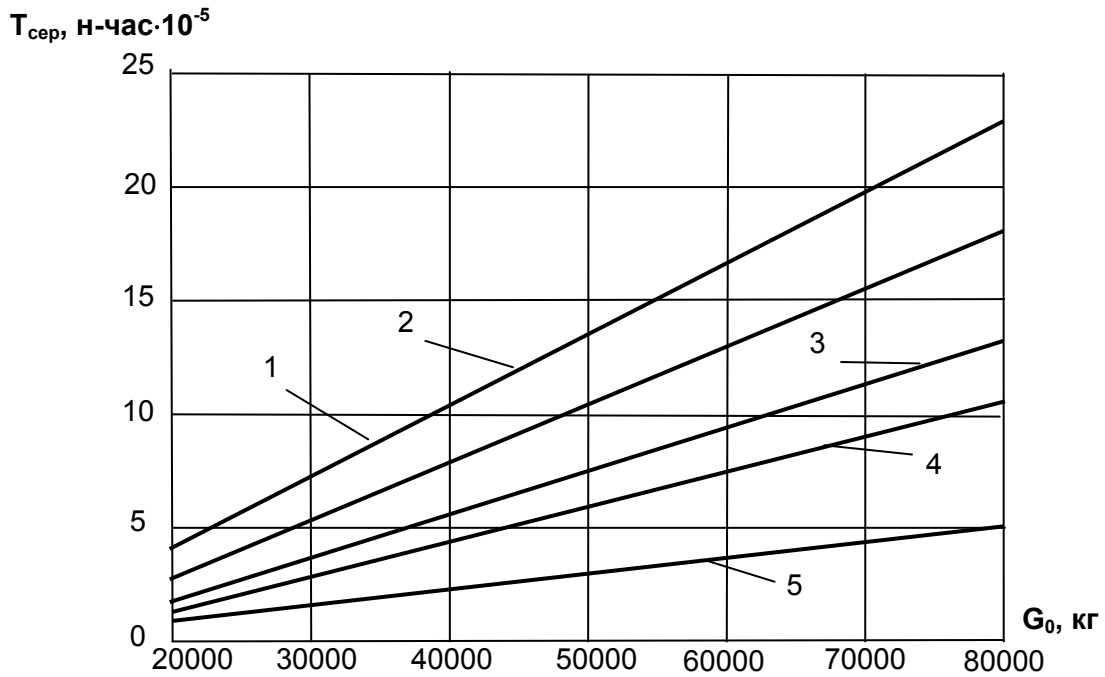


Рисунок 5 – Зависимость $T_{сер} = f(G_0)$ для пассажирских и транспортных самолетов: 1 – первый самолет (с начала производства); 2 – второй самолет; 3 – пятый самолет; 4 – десятый самолет; 5 – сотый самолет (серийное производство)

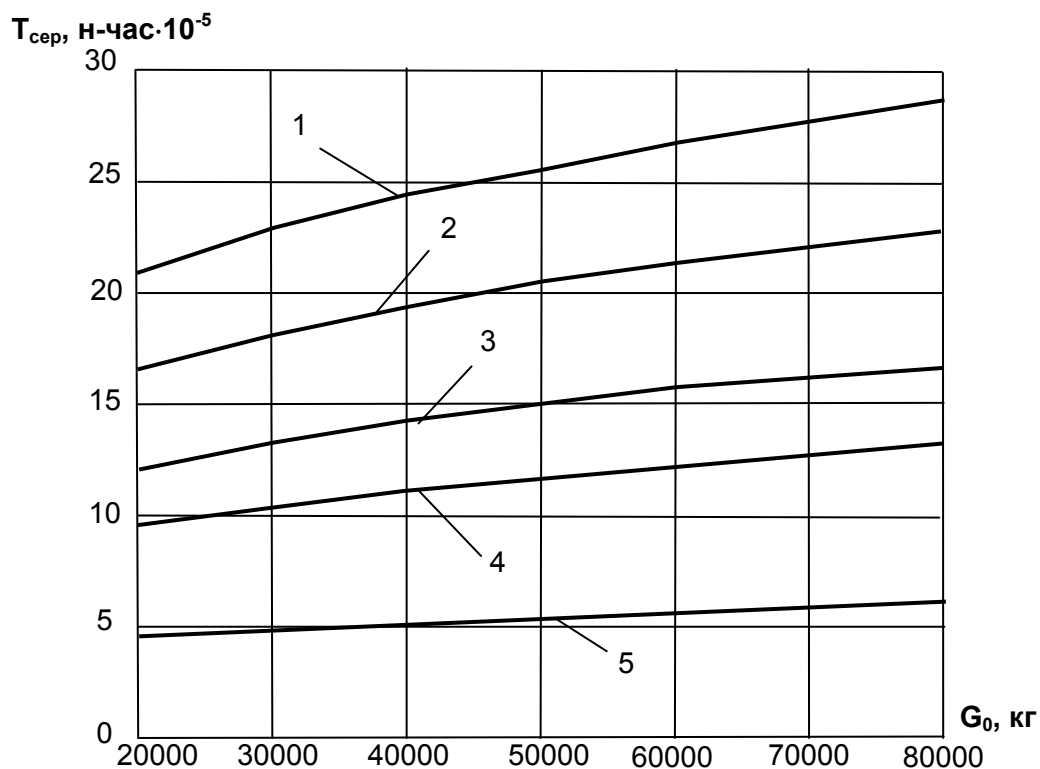


Рисунок 6 – Зависимость $\bar{T}_{сер} = f(G_0)$ для пассажирских и транспортных самолетов. Обозначения те же, что и на рис. 5.

Располагаемая трудоемкость, то есть объемы работ, который может выполнить серийный завод, характеризуется комплексным показателем потенциала трудоемкости $T_{расп}$ [29]

$$T_{расп} = I_{ном} t_{см} k_{см} k_{кв} k_{прб} \Gamma, \quad (11)$$

где $I_{ном}$ – номинальное количество «фирменных» специалистов-проектировщиков, чел.; $t_{см}$ – продолжительность смены, в часах; $k_{см}$ – коэффициент сменности ($k_{см}=0,25...3$); $k_{кв}$ – коэффициент квалификации ($k_{кв}=1...6,5$); $k_{прб}$ – коэффициент переработки ($k_{прб}=1...1,4$); Γ – годовой фонд рабочего времени.

Этот показатель характеризует объемы работ, которые может выполнить авиастроительное предприятие. Недогрузка предприятия ведет к неэффективному использованию ресурсов и означает несовершенство его структурной организации.

Для эффективного использования существующего потенциала трудоемкости авиастроительной фирмы необходимо: иметь систематические заказы на создание гражданских самолетов, обеспеченные финансированием, или выполнять оптимизацию величины существующего потенциала трудоемкости за счет обеспечения гибкости организационной структуры, основанной на использовании комплекса компьютерного проектирования [29].

Отношение располагаемой трудоемкости к потребной определяет количество ВС $m_{год}$, которое завод в состоянии изготовить в i -й год с момента запуска в серию, располагая соответствующими финансами, т.е. программу выпуска ВС

$$m_{год\ i} = \frac{T_{расп} \xi_{исп}}{T_{потр\ i}}, \quad (12)$$

где $\xi_{исп}$ – коэффициент использования располагаемой трудоемкости серийного завода ($\xi_{исп} \leq 1$).

Коэффициент использования располагаемой трудоемкости $\xi_{исп}$ всегда существенно меньше единицы, так как на серийном производстве нового ВС задействован далеко не весь производственный потенциал завода.

В [29] указывается, что средний производственный потенциал авиационного производства («виртуальной» консолидированной промышленной группы, названной автором «Авиастроение Украины») составляет $(90...100) \cdot 10^6$ н-час/год.

Ко времени исчерпания срока кредитования $\tau_{инв}$ ($\tau_{кр}$) завод должен реализовать хотя бы $m_1 < m$ изготовленных самолетов к сроку $\tau_{m_1} \leq \tau_{кр}$, причем получить доход¹⁾

$$C_{m_1} = m_1 \zeta_c, \quad (13)$$

при этом

$$C_{m_1} > K_0 (1 + a_{кр} \tau_{m_1}). \quad (14)$$

Разница между C_{m_1} и $K_0 (1 + a_{кр} \tau_{m_1})$ должна обеспечивать финансирование дальнейшего производства самолетов до количества m , предусмотренного портфелем заказов²⁾, а также получение определенной прибыли Π , остающейся после погашения всех расходов, сопровождающих производство

$$\Pi = C_{m_1} - C_{выпл} = m_1 \zeta_c - K_0 (1 + a_{инв} \tau_{m_1}) - C_H, \quad (15)$$

где C_H – налоговые отчисления.

Из формул (14) и (15) следует, что завод-изготовитель должен стремиться к максимальному снижению срока τ_{m_1} , от которого зависит не только объем кредитования K_0 , но и прибыль Π , необходимая для дальнейшего развития производства.

Таким образом, τ_{m_1} является основным критериальным параметром обеспечения эффективности серийного производства нового самолета. Период τ_{m_1} включает в себя:

- время, предшествующее решению о запуске ВС в серийное производство $\tau_{предш}$. По сути дела $\tau_{предш}$ включает в себя весь цикл с момента решения об опережающем запуске в серийное производство нового ВС до периода собственно ТПП, которая включает в себя следующие работы, выполняемые во времени параллельно или параллельно-последовательно [5], отмеченные на рис. 2 знаком «обычная подготовка производства» (см. рис. 2);

- время технологической подготовки серийного производства $\tau_{ТПП}$ до изготовления первого серийного экземпляра;

- время изготовления головной серии $\tau_{гол.сер}$, в течение которого идут определенные изменения и доработки каждого самолета этой серии (количество самолетов головной серии, включая первый экземпляр, равно $m_{гол.сер} < m_1$);

¹⁾ Формула (13) при необходимости может быть уточнена с учетом инфляции по годам, а также с учетом других экономических факторов, обсуждаемых в [23].

²⁾ Ко времени τ_{m_1} портфель заказов может увеличиться при благоприятных рыночных условиях или уменьшиться.

– время стабильного серийного производства $\tau_{сер.пр.}$.

Таким образом

$$\tau_{m_1} = \tau_{предш} + \tau_{ТПП} + \tau_{гол.сер} + \tau_{сер.пр.} \quad (16)$$

Из формулы (16) следует возможный путь снижения τ_{m_1} – сокращение $\tau_{предш}$ за счет начала технологической подготовки производства, изготовления первого серийного самолета или даже головной серии до выдачи сертификата типа воздушного судна Разработчику.

Рассмотрим подробнее этот путь с анализом его возможной эффективности.

Известно, что передаче конструкторской и технологической документации ОКБ – разработчиком нового самолета серийному заводу – его изготовителю предшествует сертификация самолета [3, 30]. Сертификация имеет весьма важное значение для авиационной техники (АТ), так как на международный рынок для несертифицированных самолетов путь закрыт. 12 стран СНГ заключили 27 декабря 1991 года в Минске «Соглашение о гражданской авиации и об использовании воздушного пространства», в соответствии с которым образован Межгосударственный Авиационный Комитет (МАК) – постоянно действующий исполнительный орган, уполномоченный осуществлять реализацию этого соглашения. При МАК функционирует Авиационный регистр МАК (АР МАК), осуществляющий процедуры сертификации воздушных судов (ВС), их компонентов, производства АТ и другие функции.

АР МАК выдает сертификат типа – документ, удостоверяющий соответствие типа образца АТ требованиям сертификационного базиса. Под образцом типа понимается тип ВС, тип авиационного маршевого двигателя, тип воздушного винта и тип вспомогательного двигателя. Сертификационный базис – комплекс требований норм летной годности, стандартов и нормативов области охраны окружающей среды, распространяемых на данный образец АТ.

Разработчик ВС обязан иметь в структуре своей организации службу сертификации, которая контролирует результаты сертификационных работ и визирует доказательную документацию, направляемую в АР МАК.

Сертификация типа ВС предусматривает ряд взаимосвязанных этапов. Обычно серийное производство нового самолета должно начинаться после сертификации типа ВС. В то же время сертификационные исследования, являясь эффективным методом повышения качества и безопасности гражданских ВС, начинаются на самых ранних этапах их создания.

Сертификация – длительный процесс, начинающийся с начала проектирования ВС. Для организации планомерной работы по сертификации обычно уже на этапе эскизного проектирования разрабатывается ее программа, охватывающая все виды работ.

Принятая в отечественной практике система сертификации представлена программой, схема которой показана на рис. 7 [3].

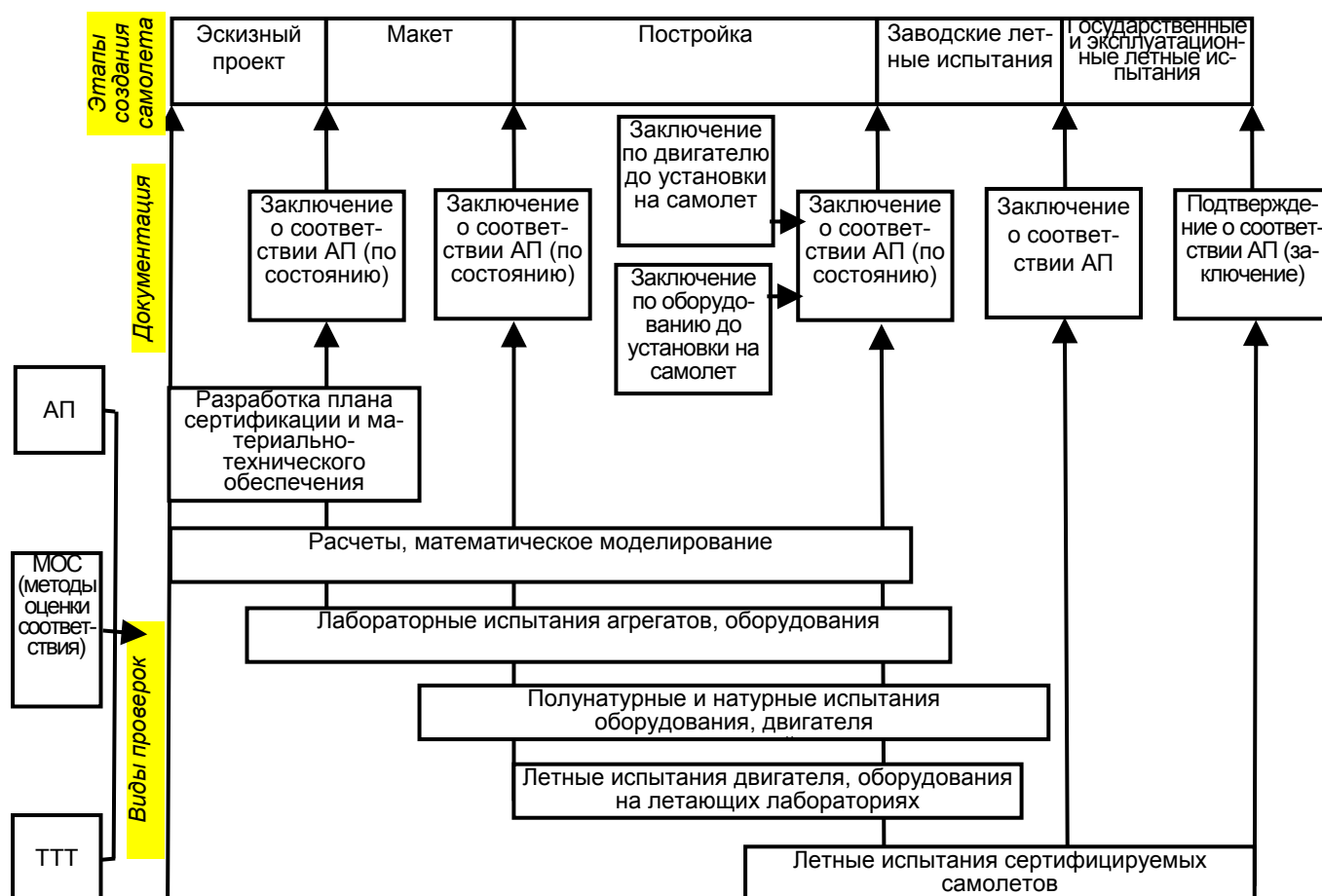


Рисунок 7 – Схема программы сертификации нового воздушного судна

На рис. 8 приведена откорректированная относительно показанной в [30] схема взаимосвязи этапов разработки и изготовления самолета с этапами сертификации. В соответствии с этой схемой блоки 1 – 12 включают в себя работы, проводимые за период $\tau_{предш}$, т.е. за время до получения сертификата типа самолета. Это время составляет 1,5...2 года и соизмеримо с последующими составляющими формулы (16).

Авиационными правилами АП-21, разделы *F* и *G* [31], предусмотрена сертификация производства авиационной техники. Сертификация производства авиационной техники является неотъемлемой частью ее системы сертификации и обеспечивает контроль соответствия условий производства требованиям, заложенным в документации на типовую конструкцию изделия.

Каждый головной изготовитель может получить свидетельство об одобрении или сертификат серийного производства изделий определенного типа, если АР МАК на основе анализа доказательной документации, организации производства и производственной базы делает вы-

вод, что упомянутое производство отвечает требованиям АП-21 G, и если изготовитель имеет для этого изделия:

- сертификат типа или право пользоваться сертификатом типа по лицензионному соглашению;
- соглашение с держателем сертификата типа, разрешающее серийное производство изделий, соответствующих типовой конструкции [32].

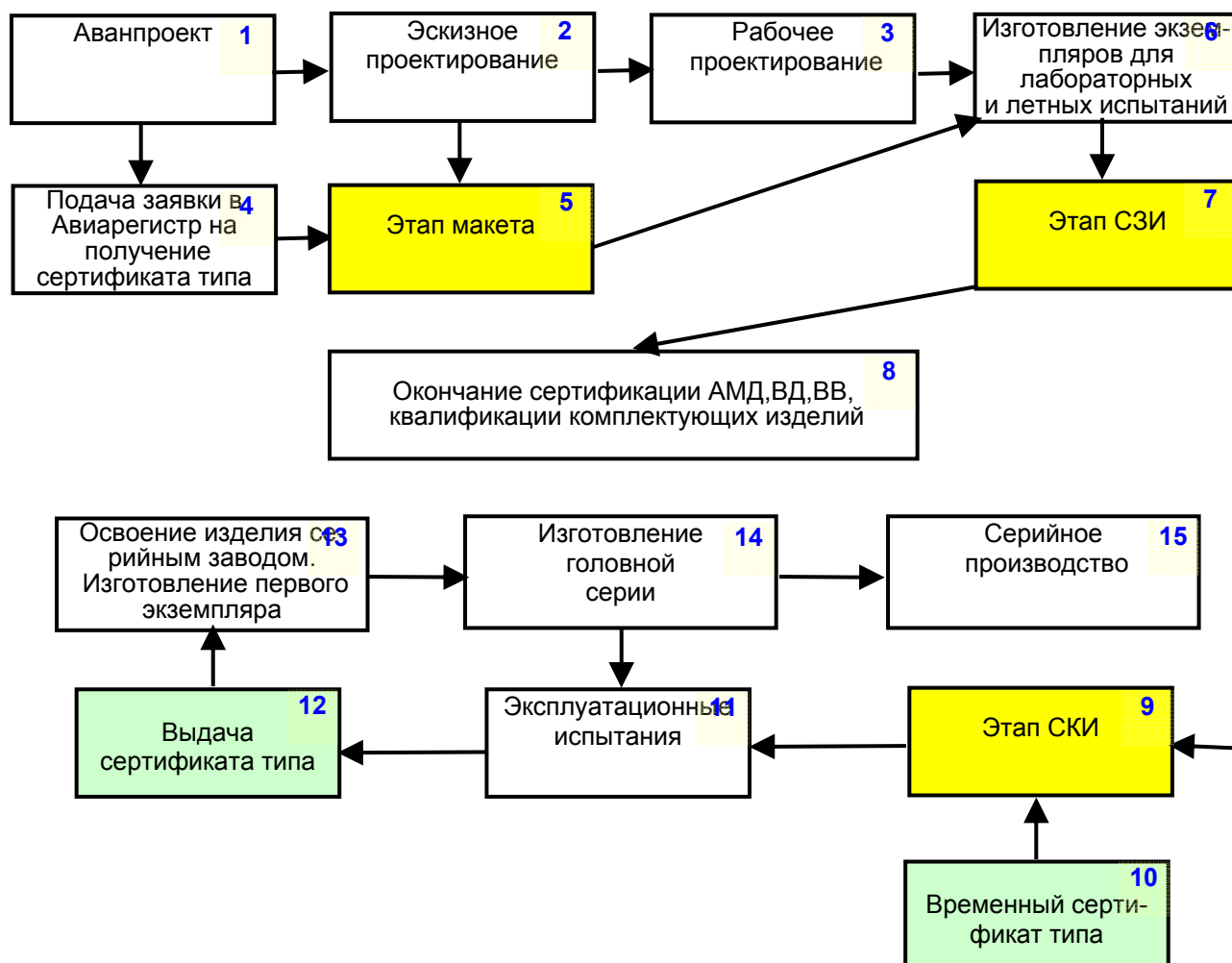


Рисунок 8 – Схема взаимосвязи этапов разработки и изготовления самолета с этапами его сертификации

Выбор завода-изготовителя для серийного производства образца авиационной техники оформляется совместным решением разработчика и предполагаемого изготовителя. Для вновь разрабатываемых образцов такое решение принимается не позже окончания этапа макета [32].

Таким образом, серийный завод определен уже на этапе макета (блок 5 рис. 7), что является основанием для него начать технологическую подготовку производства задолго до получения сертификата типа разработчиком, хотя это основание не подкреплено указанным выше документом (АП-21 G).

В то же время, как отмечается в [32], «в отдельных случаях АР МАК может корректировать этапы и процедуры сертификации, в зависи-

мости от особенностей авиационной техники, заявленной на сертификацию, (например, для очень легких воздушных судов или для авиационной техники, которая ко времени подачи заявки на сертификацию находится в серийном производстве или в эксплуатации). Такая корректировка проводится при условии, что сохраняется необходимая достоверность подтверждения соответствия типа авиационной техники применимым требованиям Авиационных правил».

Цитируемый выше абзац свидетельствует о том, что серийное производство и даже эксплуатация воздушного судна возможны без сертификата его типа, но все выпущенные до сертификации экземпляры обретают законное право на эксплуатацию только после получения разработчиком сертификата типа.

Все отмеченное выше свидетельствует о необходимости проведения концептуального анализа экономической эффективности освоения изделия серийным заводом до получения разработчиком сертификата типа.

В то же время очевидны существенные степени риска серийного завода в случае реализации сокращения $\tau_{предш}$ указанным способом.

Проблема риска и прибыли является одной из ключевых в управлении производством и финансами. Под риском принято понимать вероятность (угрозу) потери лицом или организацией части своих ресурсов, недополучения доходов или появления дополнительных расходов в результате осуществления определенной производственной и финансовой политики [33 – 34].

Различают следующие виды рисков:

- производственный, связанный с возможностью невыполнения фирмой своих обязательств перед заказчиком;
- кредитный, обусловленный возможностью невыполнения фирмой своих финансовых обязательств перед инвестором;
- процентный, возникающий вследствие непредвиденного изменения процентных ставок;
- риск ликвидности, обусловленный неожиданным изменением кредитных и депозитных потоков;
- инвестиционный, вызванный возможным обесцениванием инвестиционно-финансового портфеля, состоящего из собственных и приобретенных ценных бумаг;
- рыночный, связанный с вероятным колебанием, как рыночных процентных ставок собственной национальной денежной единицы, так и курса зарубежных валют.

Риск подразделяется на динамический и статический. Динамический риск связан с возникновением непредвиденных изменений стоимости основного капитала вследствие принятия управленческих решений, а также рыночных или политических обстоятельств. Такие изменения могут привести как к потерям, так и к дополнительным доходам. Стати-

ческий риск обусловлен возможностью потерь реальных активов вследствие нанесения ущерба собственности и потерь дохода из-за неспособности организации.

Все участники проекта заинтересованы в том, чтобы не допустить возможность полного провала проекта или хотя бы избежать убытка. В условиях нестабильной, быстро меняющейся ситуации необходимо учитывать все возможные последствия изменения конъюнктуры рынка [34].

Проведем анализ видов риска применительно к запуску в серийное производство нового ВС.

Кредитный риск в данном случае является следствием производственного, так как возникает в результате недопоставки ВС Заказчику. Однако он может иметь место и в том случае, если произведенные ВС завод не может продать Заказчику вследствие отказа последнего в результате его неплатежеспособности или иных причин, не связанных с оговоренным качеством поставляемых ВС (технических условий). Последний случай нами не рассматривается как выходящий за рамки обсуждаемой проблемы.

Риски ликвидности, инвестиционный и рыночный также не являются предметом обсуждаемой проблемы.

Производственный риск, трактуемый как возможность невыполнения серийным заводом поставки ВС Заказчику в оговоренный контракт срок, реализуется для завода одним из нескольких видов экономических (финансовых) потерь:

- за более позднюю поставку ВС Заказчику завод может подвергнуться штрафным санкциям либо в виде вычета определенной суммы из оговоренной контрактом стоимости ВС и тем самым иметь финансовые убытки;

- Заказчик, если это предусмотрено контрактом, может отказаться от поставки ВС, что может повлечь за собой для завода либо прямые финансовые потери в данный момент времени, либо, если портфель заказов достаточно большой (имеет больше одного заказчика) и предусматривает различные сроки поставки для разных заказчиков, финансовых потерь удастся избежать новыми контрактами или при их отсутствии эти потери реализуются в гораздо более поздние сроки.

Причиной производственного риска может послужить также одно из нескольких обстоятельств:

- срыв сроков запуска в серию с момента обретения Разработчиком сертификата типа ВС до изготовления первого (первой серии) ВС Заказчику по ряду причин: недопоставки материалов, комплектующих изделий, нарушения плановых сроков технологической подготовки производства, нехватки производственных мощностей, просчетами с плановой трудоемкостью производственного цикла изготовления ВС, возникновения брака при производстве деталей и сборочных единиц;

- превышение инфляции в стране над планируемой или рост цен на поставляемые материалы, сборочные единицы и комплектующие изделия в в межгосударственной системе организации производства (кооперации), приводящие в конечном счете и к срыву сроков производственного цикла и к удорожанию ВС относительно плановой его цены;

- необходимость внесения изменений в конструкцию (в проект) ВС, выявившаяся в процессе сертификационных испытаний, следствием которой являются изменения в оснащении, если запуск в производство серийный завод начал до получения сертификата типа Разработчиком;

- нарушение (сокращение) планируемых объемов бюджетных или внебюджетных инвестиций в серийное производство ВС;

- другие непредусмотренные факторы (например, изменение в политике государственных органов и др.).

Анализируя перечисленные выше факторы, можно отметить следующее:

1. В целом указанные факторы могут приводить:

- к увеличению сроков поставки ВС при сохранении объема планируемых расходов;

- росту расходов на производство ВС при сохранении сроков;

- к нехватке объема инвестирования и, как следствие, срыву программы серийного производства с негативными последствиями вплоть до банкротства завода;

- взаимодействию (наложению) указанных обстоятельств.

2. Рискованным, но эффективным способом (и средством) обеспечения серийным заводом поставки ВС в оговоренные контрактом сроки, является запуск изделия в серийное производство с определенным опережением относительно времени получения Разработчиком сертификата типа.

Очевидно, что чем раньше начинается серийное производство относительно этапов работ, предшествующих выдаче АР МАК сертификата типа ВС, тем больше степень производственного риска невыполнения поставки ВС Заказчику в оговоренные контрактом сроки вследствие конструктивных изменений, необходимость которых выявляется в процессе сертификационных испытаний опытного ВС.

Таким образом, степень производственного риска измеряется изначально вероятностью срыва сроков поставки ВС в зависимости от времени начала его серийного производства.

Выводы

1. Проведен общий анализ составляющих технологической подготовки серийного производства в условиях плановой экономики и его особенностей при переходе к рынку.

2. Проанализированы возможности сокращения сроков начала серийного производства нового гражданского самолета, связанные с особенностями кредитования на начальные затраты.

Обсуждаются известные зависимости определения потребной трудоемкости серийного производства ВС, а также располагаемой трудоемкости, обратное отношение которых устанавливает количество ВС, которое может быть произведено ежегодно с момента запуска в серию. Обоснован принцип опережающего запуска в серийное производство нового ВС до получения сертификата типа Разработчиком как один из эффективных путей сокращения сроков начала серийного производства и получения прибыли.

Список использованных источников

1. Читак В.Г. Состояние и перспективы развития авиастроения Украины в современных условиях // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (94).– Х., 2018. – С. 7 – 18.

2. Читак В.Г. Анализ современного состояния информационной поддержки автоматизированных технологических процессов производства отечественных гражданских самолетов // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 3 (95).– Х., 2018. – С. 7 – 20.

3. Мазурский М.И., Меерович Г.Ш., Степаненко А.Н. Сертификационные испытания самолетов. – М.: Машиностроение, 1993. – 160 с.

4. Кононенко В.Г., Кучер П.Н., Боборыкин Ю.А. Технология производства летательных аппаратов. – К.: Вища школа, 1974. – 219 с.

5. Абибов А.Л., Бирюков М.Н., Бойцов В.В. Технология самолетостроения. – М.: Машиностроение, 1982. – 551 с.

6. Горбунов М.Н. Основы технологии производства самолетов. – М.: Машиностроение, 1976. – 260 с.

7. Крысин В.Н. Технологическая подготовка авиационного производства. – М.: Машиностроение, 1984. – 200 с.

8. Методические рекомендации по оценке влияния изменений экономических факторов на себестоимость производства (работ, услуг) в промышленности и на эффективность работы предприятий. – К.: Мин-промполитики Украины, Государственный институт комплексных технико-экономических исследований, 2003. – 299 с.

9. Павлов И.В., Забашта В.Ф. Информационные системы в организации и управлении производством // Технологические системы. – №1/1999. – С. 72 – 77.

10. Топал А.С. Модели и методы автоматизированной поддержки принятия решений по технологической подготовке сборочного производ-

ства в авиастроении: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.06 / Нац. аэрокосмич. ун-т им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Харьков, 2006. – 22 с.

11. Современные технологии авиастроения / под ред. А.Г. Братухина, Ю.Л. Иванова. – М.: Машиностроение, 1999. – 832 с.

12. Пекарш А.И., Тарасов Ю.М., Кривов Г.А., Громашов А.Г., Матвиенко В.А., Воробьев Ю.А. Современные технологии агрегатно-сборочного производства самолетов /. – М.: Аграф-пресс, 2006. – 304 с.

13. Бычков С.А., Гребенников А.Г. Концепция развития компьютерных интегрированных технологий в процессе создания авиационной техники // Технологические системы. – 1999. – Вып. 1/99. – С. 60 – 66.

14. Матвиенко В.А. Информационно-методическая база технологического проектирования авиационной техники в системе CAD/CAM/CAE // Технологические системы. – 2000. – Вып. 3(5)/2000. – С. 78 – 82.

15. Информационные технологии в наукоемком машиностроении: Компьютерное обеспечение индустриального бизнеса / под общ. ред. А.Г. Братухина. – К.: Техніка, 2001. – 728 с.

16. Братухин А.Г. CALS-технологии НИЦ АСК в разработке, подготовке производства, организации серийного производства российской авиатехники // Технологические системы. – 2002. – Вып. 1(12)/2002. – С. 5 – 14.

17. Гребенников А.Г. Методология интегрального проектирования и моделирования сборных самолетных конструкций. – Х.: Нац. аэрокосмич. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», 2006. – 332 с.

18. Воронько В.В. Научные основы автоматизированной сборки авиационных конструкций. – дисс...докт. техн. наук 05.07.022. – проектирование, производство и испытания летательных аппаратов. – Харьков, нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», 2014. – 306 с.

19. Харлов А.И. Киевский Государственный авиационный завод «Авиант»: вчера и сегодня // Технологические системы. – №1/1999. – С. 36 – 37.

20. Федоров А.О. Від Ан-2 до Ан-124 «Руслан» – втілення задумів О.К. Антонова на заводі «Авіант» // Генеральний конструктор О.К. Антонов. Матеріали наукових читань з циклу «Видатні конструктори України». – К.: ЕКМО, 2002. – С. 37 – 42.

21. Первые среди первых: Харьковское Государственное авиационное производственное предприятие: 75 лет. – Харьков: ХГАПП, Основа, 2001. – 416 с.

22. Шевченко О.С. Концептуальный анализ проблемы и принципов серийного производства отечественных самолетов на основе мобильного взаимодействия с разработчиком // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: Сб. науч. тр. Нац. аэрокосмич. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ» – Х.: НАКУ «ХАИ», 2007. – Вып. 1(48). – С. 96 – 112.

23. Кулаев Ю.Ф. Экономика гражданской авиации Украины. – К.: «Феникс», 2004. – 667 с.
24. Шумов В.П., Бабенко Ю.В. Финансы. – Харьков: НАКУ «ХАИ», 2001. – 104 с.
25. Методические рекомендации по оценке влияния изменений экономических факторов на себестоимость производства продукции (работ, услуг) в промышленности и на эффективность работы предприятий. – К.: Минпромполитики Украины, Государственный институт комплексных технико-экономических исследований, 2004. – 319 с.
26. Король В.Н. Теоретические основы качества изготовления пассажирских и транспортных самолетов и их практическое внедрение в производство: Дисс... канд. техн. наук: 05.07.04 / Нац. аэрокосмич. ун-т им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Харьков, 2001. – 251 с.
27. Бабушкин А.И. Экономика предприятия авиационно-космической отрасли: преддипломный курс. – Харьков: НАКУ «ХАИ», 2003. – 449 с.
28. Інформаційні матеріали щодо концепції відновлення серійного впровадження літаків українськими підприємствами авіабудівної галузі. – К.: ВАТ УкрНДІАТ, 2006. – 19 с.
29. Кривов Г.А. Особенности развития наукоемких отраслей машиностроения // Технологические системы. – №2(13)/2002. – С. 12 – 14.
30. Гребенников В.Г., Мяслица А.К., Рябченко В.М., Трофимов К.Б., Фролов В.Я. Качество и сертификация промышленной продукции. – Харьков: ХАИ, 1998. – 396 с.
31. Авиационные правила, Часть 21. Процедуры сертификации авиационной техники, организаций разработчиков и изготовителей – М.: «Авиаиздат», 2013. – 50 с.
32. Машиностроение: Энциклопедия в 40 т. Раздел IV. Расчет и конструирование машин. Том IV-21. Самолеты и вертолеты. Книга 2. Проектирование, конструкции и системы самолетов и вертолетов. – Под ред. А.М. Матвиенко. – М.: Машиностроение, 2004. – 1047 с.
33. Дубров А.М., Лагоша Б.А., Хрусталева Е.Ю., Барановская Т.П. Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе /под ред. Б.А. Лагоши. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 224 с.
34. Економічний ризик: Ігрові моделі /за ред. В.В. Вітлінського. – К.: КМЕУ, 2002. – 446 с.

Поступила в редакцію 11.10.2018.

*Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.А. Бычков,
ГП «Антонов», г. Київ.*