

УДК 658.9 (075)

Кривов Г.А.

Украинский НИИ авиационной технологии. Украина, Киев

## СТОИМОСТЬ – ВАЖНЕЙШИЙ ПАРАМЕТР ПРОЕКТА ГРАЖДАНСКОГО САМОЛЕТА И ПОКАЗАТЕЛЬ ЕГО КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

### Анотація

*Виконаний аналіз, зроблені оцінки і представлені перспективи сучасних підходів до прийняття техніко-економічних рішень щодо виробництва літаків з урахуванням ринкових чинників.*

### Abstract

*An analysis was executed, estimations was done and the prospects of the modern going was presented near acceptance of technical & economical decisions about the production of airplanes taking into account market factors.*

**Общепринятые в 60–90<sup>х</sup> годах советского периода подходы к определению стоимости гражданского самолета**

Известны основополагающие закономерности развития экономики. В том числе базовая закономерность – закон повышающейся производительности труда. По К. Марксу, адекватной альтернативы которому в мировоззренческом плане и до сего дня не придумали, следует, что *при производстве продукции издержки производства постепенно падают, а живой труд постепенно становится производительнее.*

Естественно, на этих важнейших постулатах: снижении издержек и повышении производительности труда по мере освоения в производстве и увеличении количества выпускаемых самолетов в единицу времени базировались основные общепринятые отраслевые методы и методики определения себестоимости серийного производства и цены новых гражданских самолетов.

Так, полная себестоимость самолета в серийном производстве, далее – **полная себестоимость серийного самолета**  $C_c$ , обычно представлялась в следующем виде:

$$C_c = Z_c + C_{ки} + C_{дв} + P_{вн} \quad (1)$$

где  $Z_c$  – собственные затраты предприятия на производство серийного самолета соответствующего порядкового номера;  $C_{ки}$ ,  $C_{дв}$  – стоимости покупных комплектующих изделий и двигателя (двигателей) на соответствующий период производства;  $P_{вн}$  – величина внепроизводственных затрат.

Таким образом:  $Z_c + C_{ки} + C_{дв}$  – так называется **производственная себестоимость** серийного самолета.

Естественно, что основным компонентом производственной себестоимости, в котором в наибольшей степени должна реализовываться закономерность повышения производительности труда и снижения издержек производства по мере освоения серии, является показатель  $Z_c$  – *"собственные затраты предприятия"*.

Показатель  $Z_c$ , в свою очередь, в авиационной промышленности обычно формировался из следующих статей затрат: 1 – стоимости сырья и материалов (за вычетом отходов); 2 – стоимости покупных полуфабрикатов (за вычетом отходов и услуг кооперантов-поставщиков); 3 – основной заработной платы производственных рабочих; 4 – расходов на освоение новых видов продукции; 5 – расходов на специальную оснастку; 6 – специальных расходов; 7 – **цеховых расходов**; 8 – **общезаводских расходов**; 9 – прочих производственных расходов.

Рассмотрим кратко, на каких стадиях жизненного цикла самолета (ЖЦС) возникает потребность в оценке показателя  $Z_c$ , – *с какой целью, с какой точностью, в каком качестве.*

Известно, что первый этап ЖЦС – **проектный** состоит из следующих четырех основных стадий: 1 – разработка тактико-технического задания (ТТЗ) на проектирование комплекса транспортной системы, ключевым элементом которой является самолет; 2 – разработка технических предложений (ТП), когда оптимизируются и выбираются важнейшие параметры самолета, которые могут и должны обеспечить требования ТТЗ; 3 – эскизное проектирование (ЭП) – когда сформированные на предыдущей стадии проекта параметры самолета уточняются и приобретают материальную форму; 4 – рабочее проектирование (РП) – здесь происходит оформление ранее полученных расчетно-визуальных моделей и образцов в документарную форму – на бумажных или цифровых носителях. Эти данные, наряду с директивными технологическими материалами, разрабатываемыми на стадии выпуска рабочей конструкторской документации, являются основой для разработки рабочих технологических процессов. Отметим отдельно, что западная методология обычно выделяет три стадии проектного этапа: концептуальное проектирование, эскизное проектирование и рабочее проектирование.

Ранее, обычно при проектировании новых самолетов, такой параметр, как полная себестоимость серийного самолета ( $C_c$ ) впервые прогнозировался лишь на третьей стадии проектного этапа — стадии *эскизного проектирования*. Здесь происходил выбор формы, определение архитектуры и габаритов, конструкции в целом, схем членения самолета на агрегаты, отсеки, панели; выбор конструкции стыков, способов и технологий соединения, здесь же определялся выбор конструкционных материалов, устанавливались производственные и иные ограничения. На этой стадии (эскизного проекта) на основе статистических данных, обобщающих предыдущий опыт, экономико-математического моделирования, экспертно-аналитических оценок формировалась массовая сводка будущего самолета.

Обычно, в практике советского авиастроения 60–90<sup>х</sup> годов, на стадии эскизного проекта для определения себестоимости серийного самолета  $C_c$  использовался так называемый метод **укрупненного расчета собственных затрат**. Тогда этот показатель в общем виде выглядел следующим образом:

$$C_{cN} = \{Z_c [A, G(G), V(V), N(N), i(i) \cdot K_o \cdot K_t] + \Sigma (C_{ки}, C_{дв}, P_{вн})\} \quad (2)$$

где  $C_{cN}$  — полная себестоимость серийного самолета с порядковым номером  $N$ ;  $Z_c$  — собственные затраты предприятия на производство этого самолета;  $A$  — постоянная, выражающая величину собственных затрат для данного класса самолетов при значении факторов, равном 1;  $G$ ,  $V$ ,  $N$ ,  $i$  — показатели, учитывающие соответственно массу ( $G$ ), скорость ( $V$ ), порядковый номер самолета с начала серийного производства, соответствующий году, по которому устанавливается проект оптовой цены ( $N$ ), период от выпуска первого самолета до выпуска самолета с порядковым  $N(i)$ , корректируемые параметрами соответствующих моделей;  $K_o$  — коэффициент увеличения затрат, учитывающий отчисления в фонд освоения новой техники;  $K_t$  — корректирующий коэффициент, учитывающий изменение закономерности формирования собственных затрат во времени;  $C_{ки}$ ,  $C_{дв}$  — соответственно стоимость покупных комплектующих и двигателей;  $P_{вн}$  — величина внепроизводственных расходов.

В ряде случаев, для предварительного определения будущих собственных затрат предприятия ( $Z_c$ ) использовался метод сопоставления с затратами аналогичного предприятия, сформированными при производстве самолета — ближай-

шего прототипа. Зависимость имела следующий вид:

$$Z_c = f^0 [Z_c^{пр} \cdot K_{уд} \cdot \Phi(K_c, K_G)], \quad (3)$$

в которой  $Z_c^{пр}$  — собственные затраты предприятия на изготовление изделия прототипа с порядковым номером  $N$ ;  $K_{уд}$  — корректирующий коэффициент, учитывающий удорожание (удешевление) затрат при производстве нового самолета по сравнению с принятым прототипом;  $K_c$  — коэффициент конструктивно-технологической сложности, по сравнению с прототипом;  $K_G$  — коэффициент изменения объема работ по сравнению с прототипом.

Указанные коэффициенты определялись специалистами ОКБ-разработчика, совместно с НИАТ<sup>1</sup>, при участии работников серийного завода, исходя из сопоставительного анализа основных видов работ, необходимых для производства важнейших элементов конструкций и сопоставления характеристик масс нового самолета и прототипа, с учетом статистических закономерностей изменения трудоемкости производства от массы пустого самолета или массы и скорости по группе или подгруппе ближайших прототипов; например,  $K_G$  определялся следующим образом:

$$K_G = \frac{T_n}{T_{на}}, \quad (4)$$

где  $T_n$ ,  $T_{на}$  соответственно нормативные трудоемкости производства нового самолета, имеющего аналогичную массу, и самолета-прототипа, имеющих одинаковые порядковые номера.

Очевидно, что оба подхода к оценке себестоимости серийного самолета и затрат на его изготовление, используемые в 60–90<sup>х</sup> годах в советском авиастроении на стадии эскизного проекта, базировались на очень приближенных экспертных оценках, формируемых коэффициентами  $K_o$ ,  $K_t$  и  $K_{уд}$ ,  $K_c$ ,  $K_G$ . Да и цель определения себестоимости серийного самолета ( $C_c$ ) на стадии эскизного проекта была особенной — необходимо было сформировать **обоснованные затраты**, которые бы не противоречили прошлому опыту и позволяли бы в достаточной степени планировать принятые в отрасли темпы снижения трудоемкости производства на основе совершенствования его организации и планового технического перевооружения. Эту цель приведенные методы и подходы позволяли достичь.

Необходимо особо отметить, что именно на этой стадии — стадии эскизного проектирования, в составе задач отработки конструкции на технологичность осуществлялся поиск наиболее

<sup>1</sup> НИАТ — в советское время был головной общесоюзный Институт авиационной технологии и организации производства, дислоцировался в г. Москве, имевший в разное время до 8 филиалов на территории СССР

эффективных конструктивно-технологических решений. В качестве критериев, определяющих их эффективность, наиболее часто использовались следующие: *стоимость* изменения 1 кг массы конструкций, *стоимость* изменения надежности, *стоимость* изменения выносливости, а также комплексные критерии, такие как **условия целесообразности** выбора варианта конструкции, приводящего к экономии средств на его изготовление или требующего для своего изготовления дополнительных затрат [1]. Все эти критерии базировались на ключевых показателях авиационных производств, выпускающих **серийно продукцию-прототип**.

Кроме этого, в отраслевой документации того времени был обобщен актуальный на тот период отечественный и мировой опыт, позволяющий сформулировать наиболее общие рекомендации проектантам, позволяющие создавать технологичные конструкции. Важнейшие среди них — избегать установления высоких точностей размеров и чистоты поверхности; ограничивать использование поверхностей двойной, особенно знакопеременной кривизны; ограничивать использование ненормализованных элементов; расширять применение литых заготовок в ненагруженных элементах; стремиться к дезинтеграции конструкции за счет ее рационального членения.

Из приведенного очевидно, что проектные решения, принимаемые на стадии эскизного проекта, в основном и определяли себестоимость самолета в будущем серийном производстве.

На четвертой проектной стадии ЖЦС — стадии *рабочего проектирования*, выбранные проектные решения не оказывали столь существенного влияния на стоимость изготовления, как решения, принимаемые на предыдущей стадии.

Следующий этап ЖЦС, на котором впервые реально проявлялась себестоимость самолета — был этап серийного производства нового самолета. В авиационной промышленности того периода (60–90-е годы прошлого столетия) повсеместно использовался так называемый **метод расчета собственных затрат по статьям калькуляции**.

В соответствии с ним

$$Z_c = \Sigma C_m, C_z, P_{nc}, P_{ocn}, P_{cn}, P_{ц}, P_3, P_{шп}, \quad (5)$$

где  $C_m$  — расчетная стоимость материалов и покупных полуфабрикатов исходя из их цен на момент начала производства;  $C_z$  — сумма основной заработной платы производственных рабочих исходя из установленной на предприятии средней стоимости 1 чел.-ч работы, нормативной трудоемкости

коэффициента, учитывающего динамику роста зарплаты;  $P_{nc}^1$  — расходы по освоению новых видов продукции (рассчитывались исходя из показателей прошлых периодов с учетом коэффициента массы нового самолета и прототипа);  $P_{ocn}^1$  — расходы на специальную оснастку (рассчитывались по экономико-математическим моделям, полученных на основе обработки отраслевой статистики);  $P_{cn}$  — специальные расходы, устанавливались в зависимости от порядкового номера самолета и определялись также по экономико-математическим моделям;  $P_{ц}$ ,  $P_3$  — соответственно суммы цеховых и общезаводских расходов, которые рассчитывались как определенный процент к основной зарплате производственных рабочих, установленный на заводе-изготовителе;  $P_{шп}$  — сумма прочих производственных расходов, определяемая в отрасли в тот период как  $P_{шп} = 0,03 \cdot Z_c$ .

Далее, определив исходную расчетную величину собственных затрат  $Z_c$ , можно было расчетным путем получить собственные затраты предприятия, соответствующие производству самолета заданного порядкового номера

$$Z_{cN} = Z_c N^\lambda, \quad (6)$$

где  $Z_{cN}$  и  $Z_c$  — соответственно собственные затраты на самолет  $N$ -ого и первого порядкового номера;  $N$  — порядковый номер изделия с начала серийного производства;  $\lambda$  — коэффициент, характеризующий темп снижения собственных затрат предприятия по мере освоения серийного производства ( $-1 < \lambda < 0$ ). Расчетно-типичным считалось снижение темпа затрат при показателе  $\lambda$  в пределах:  $(-0,27) \div (-0,15)$  (рис. 1).

Названные методики проектного этапа оценки полной себестоимости серийного самолета в первом приближении следующим образом определяли структуру этого показателя (см. рис. 2).

В свою очередь, укрупненная структура собственных затрат типичного предприятия выглядела следующим образом (см. рис. 3).

Из приведенных данных видно, что для принятого типа и размера самолета (двухдвигательный, турбореактивный, региональный, массой 25...35 тонн) около 50 процентов себестоимости приходилось на собственно производственную себестоимость ( $Z_c$ ). При этом основная зарплата производственных рабочих составляла до 15 процентов, постоянные расходы на подготовку производства — до 18,6 процентов с тенденцией роста по мере освоения серии, а затраты на

<sup>1</sup> Затраты серийных предприятий по статьям  $P_{nc}$  и  $P_{ocn}$ , произведенные в период освоения серийного производства погашались из сформированного предварительно фонда новой техники

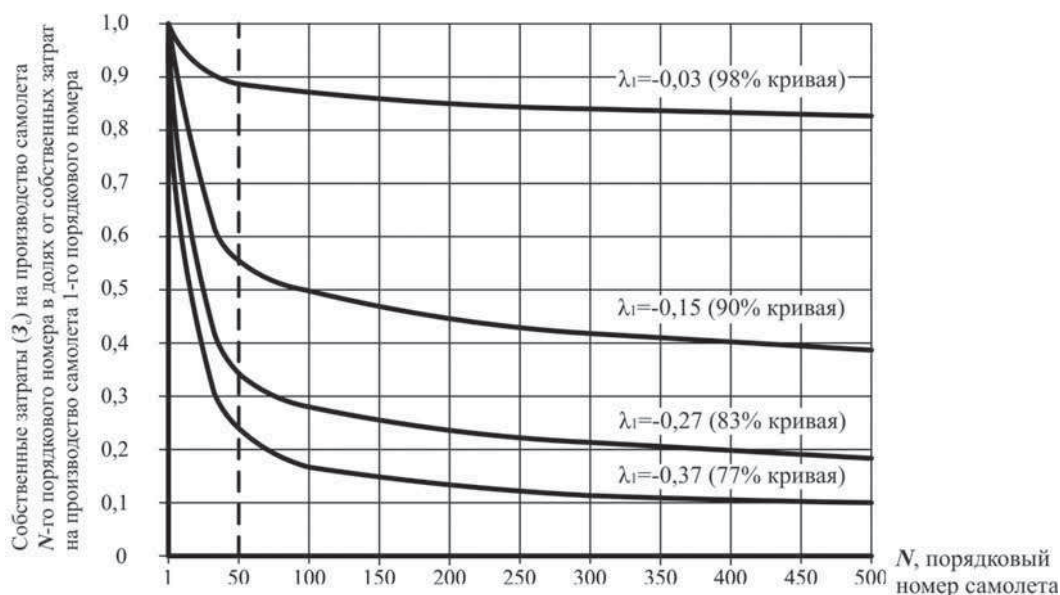
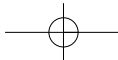


Рис. 1. Зависимость собственных затрат ( $Z_c$ ) на производство самолета от порядкового номера его выпуска с учетом возможного разброса значений, определяемых коэффициентом  $\lambda_1$ , характеризующим темп снижения собственных затрат ( $-1 < \lambda_1 < 0$ ) или, что чаще принято характеризовать, "процентностью" кривой

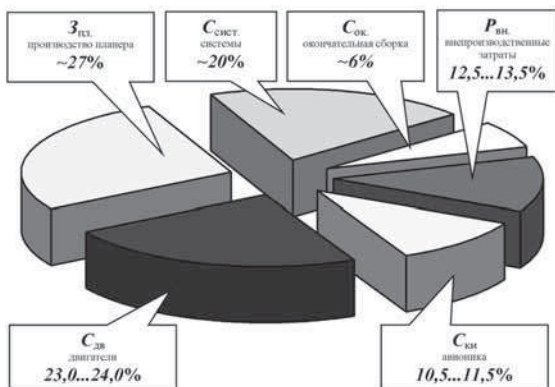


Рис. 2. Укрупненная структура показателей полной себестоимости серийного самолета, определяемая на стадии эскизного проектирования (для пустого самолета с массой в пределах 25...35 т, оснащенного двумя турбореактивными двигателями)

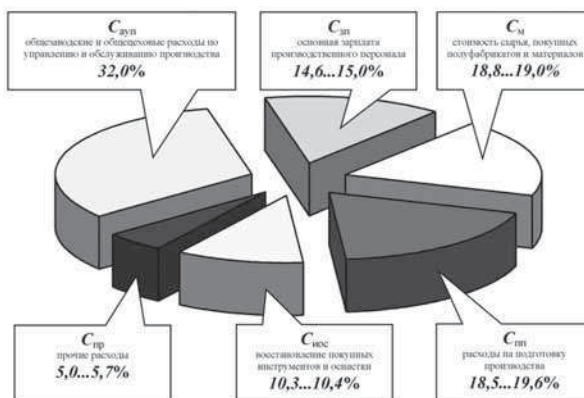


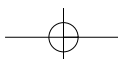
Рис. 3. Укрупненная структура собственных затрат предприятия на производство серийного самолета. Разброс показаний определялся с прогнозируемой динамикой освоения производства самолета с начала производства до выхода на серийное производство в течение 10 лет

управление и обеспечение производства составляли 32 процента, превышая все остальные составляющие структуры общих затрат.

Необходимо обратить внимание на то, что структура затрат сколько-нибудь существенных изменений по мере освоения серийного производства не претерпевала. Незначительно уменьшались только доли затрат на восстановление инструмента, оснастки и прочие расходы. Так как при построении рассматриваемых зависимостей за

основу брались статистические данные десятков работающих и серийно выпускающих самолеты предприятий, приведенная структура затрат, в общем, вызывает доверие и в первом приближении может быть использована для современных оценок себестоимости производства.

Снижение затрат предприятия по мере освоения серийного производства, как уже отмечалось, прогнозировалось при помощи коэффициента — снижения темпа собственных затрат.



Логических обоснований, объясняющих закономерности возможных темпов снижения затрат не было. Все зависимости строились на базе статистической обработки отчетности предприятий по принятым экономико-математическим моделям, оперирующих с основными показателями этой отчетности.

Известны также общепринятые в отрасли закономерности снижения трудоемкости постройки самолета в зависимости от его порядкового номера. Для региональных и среднемагистральных гражданских самолетов характерным считался темп снижения, соответствующий 83 процентной кривой.

Так как структура затрат в течение первых 10 лет освоения серийного производства в основном была неизменной, а темпы снижения затрат на постройку самолета и трудоемкость его производства рассчитывались как близкие, то остается предполагать, что основные составляю-

щие показателя собственных затрат  $Z_c$  должны были снижаться по мере увеличения серии с тем же темпом, что и трудоемкость производства.

Но этот вывод противоречит производственной практике. Такие составляющие показателя собственных затрат как **стоимость сырья покупных полуфабрикатов и материалов** —  $C_m$ , **восстановление изношенного инструмента и оснастки** —  $C_{иос}$ , **расходы на управление и обслуживание производства** —  $C_{АУП}$  достаточно стабильны во времени и не могут существенно снижаться в зависимости от количества выпускаемых самолетов (см. рис. 4). В этом случае в небольшой мере могут иметь незначительное снижение лишь затраты на подготовку производства.

Действительно, существенно зависимым от темпов снижения трудоемкости производства такая составляющая собственных затрат, как  $C_3$  — основная зарплата производственного персонала.

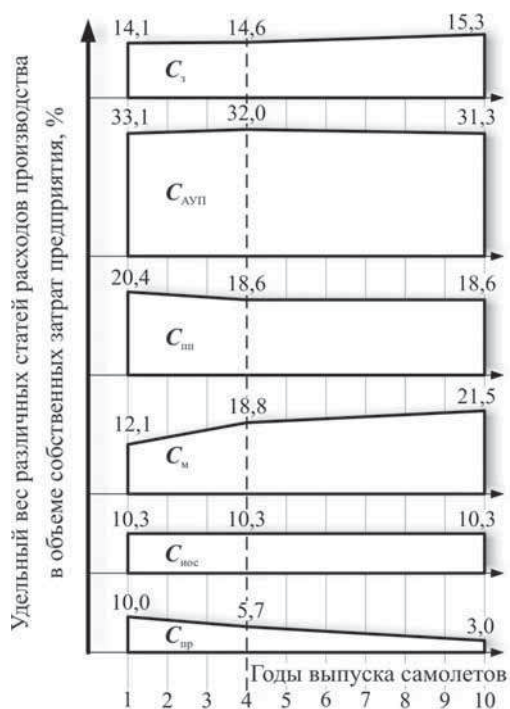
Но, помним, что доля этой составляющей в общей структуре собственных затрат в соответствии с ранее действующими методиками не превышает 14,6...15,3%. Следовательно, трудно ожидать коррелирующего влияния компонента  $C_3$  на показатель  $Z_c$ .

Из всего приведенного следует, что модели оценочных расчетов советского периода, используемые на ранних стадиях проектирования, для определения показателей полной себестоимости серийного самолета и производственной себестоимости самолета вряд ли могут быть признаны корректными и, в этой связи, пригодными для доработки и использования в нынешних достаточно специфичных условиях.

Кстати, лукавство этих показателей понятна и объяснима. Очевидно, что они вначале формировались как прогнозные, а затем становились плановыми, и их необходимо было достигать. Инструмент для относительно корректного решения этой задачи всегда был — это возможность отнесения затрат, приходящихся на данный самолет, на другие изделия, проекты и работы, особенно учитывая, что недостатка в подобных работах тогда не ощущалось.

Единственно полезной может быть структура формирования себестоимости самолета и собственных затрат предприятия.

Автор счел возможным столь подробно привести общеизвестные отраслевые подходы и методики, по которым ранее определялись показатели собственной себестоимости, чтобы в следующем разделе рассмотреть возможность и целесообразность использования их в новых условиях трансформируемого рынка гражданского авиационного строительства.



**Рис. 4.** Динамика изменения по годам выпуска самолетов удельного веса статей расходов предприятия в сумме собственных его затрат:

$C_3$  — основная зарплата производственных рабочих;  
 $C_{АУП}$  — общезаводские и общецеховые расходы по управлению и обслуживанию производства;  $C_{ин}$  — расходы на подготовку и освоение производства;  $C_m$  — затраты по материалам и покупным полуфабрикатам;  $C_{иос}$  — затраты по компенсации износа инструмента и приспособлений целевого назначения;  $C_{пр}$  — прочие производственные расходы, в том числе специальные

### Общие итоги трансформации производства гражданского самолетостроения на постсоветском пространстве после распада СССР

В те годы в гражданском самолетостроении происходили процессы во многом схожие для разных стран.

Первый период — 90<sup>е</sup> годы можно характеризовать как этап шоковой трансформации. В трех странах бывшего СССР — в России, Украине, Узбекистане, где располагались основные предприятия, специализированные под выпуск гражданских самолетов, были разрушены системы централизованного управления, финансирования и формирования госзаказа для предприятий авиастроения.

В России, некогда Союзное министерство авиационной промышленности было расформировано, реорганизовано, многократно трансформировано, включалось в состав, в свою очередь изменяющих свой статус и функции различных органов госуправления.

В Украине в тот же период — 90<sup>х</sup> годов, наоборот, были сделаны попытки "с нуля" создать структуры госуправления предприятиями, относящихся ранее к оборонному общесоюзному комплексу. Так, вначале был образован "Гособоронпром", затем "Министерство машиностроения, военно-промышленного комплекса и конверсии", затем "Министерство промышленной политики", в сферу управления которых включались предприятия авиа- и самолетостроения.

Лишившись госзаказов, в отсутствие апробированных правовых и хозяйственных моделей трансформации, практически без оборотных средств и ресурсов предприятия, в которых доля продукции гражданского самолетостроения являлась определяющей, были вынуждены практически остановить серийное производство. Ситуация осложнялась еще и тем фактором, что в тот период по сути отсутствовали рыночные мотивации для развития гражданского самолетостроения.

Так, **во-первых**, в связи с резким падением уровня жизни основного населения стран СНГ изменилась структура пассажиропотоков и в десятки раз сократились авиапассажирские перевозки, что, естественно, не стимулировало государственные и появившиеся негосударственные авиакомпании к оформлению заказов на новую пассажирскую авиатехнику.

**Во-вторых**, в наследство от СССР на постсоветском пространстве остался довольно большой и разнообразный парк гражданских

самолетов, срок эксплуатации которых еще мог быть продлен не менее чем на 10...15 лет.

Именно в тот первый период были разрушены система и структура серийного производства большинства заводов, специализированных для выпуска гражданских самолетов.

Второй период — это нынешнее время — начиная, условно, с 2000 года. К этому периоду госорганы приобрели уже определенный опыт управления постсоветской экономикой. В России (ГосНИИГА) и Украине (УкрНИИАТ) был сформирован определенный аналитический материал, отражающий ситуации на рынке авиаперевозок на определенный момент и прогнозные тренды на ближайшее десятилетие. Были разработаны и утверждены правительствами России и Украины Программы развития авиастроения на ближайший период и на перспективу, базирующиеся во многом на рыночных мотивациях, реалистичных оценках возможных вариантов инвестирования и определяющие необходимые условия для стабилизации состояния, а в дальнейшем его позитивного развития<sup>1</sup>. В России были предприняты кардинальные шаги по трансформации гражданского сектора авиастроения с изменением формы собственности из государственной в акционерную. Похожие процессы происходят и в украинском авиастроении.

Тем не менее, подводя итоги развития авиастроения последних полутора десятков лет, можно сделать **вывод**, что единственным положительным результатом является осмысление государственным и корпоративным менеджментом серьезности и, в ряде случаев, необратимости процессов, происшедших в гражданском секторе самолетостроения.

Так, эксплуатантами — на рынках, близка к потере ниша среднемагистральных самолетов, а среди дальнемагистральных самолетов уже около половины парка составляют самолеты западных стран. Пока ещё ниша региональной пассажирской авиации потенциально может быть занята техникой стран постсоветского пространства, но время, отпущенное для этого, неумолимо истекает [2].

В сфере промышленного производства в секторе гражданского самолетостроения по существу повсеместно утрачена **система серийного производства самолетов**, количество выпускаемой заводами техники свидетельствует о трансформации серийного типа производств в единичное.

Для отечественных самолетостроительных предприятий типичной является ситуация, когда

<sup>1</sup> Федеральная целевая программа "Развитие гражданской авиационной техники России на 2002–2010 гг. и на период до 2015 г."; Державна комплексна програма розвитку авіаційної промисловості України до 2010 року (координатор розробки — УкрНИИАТ)

80 и более процентов технологического оборудования имеют "возраст" более 20 лет, а автоматизированное оборудование с ЧПУ составляет не более 10...15 процентов от общего числа и относится, в основном, к механообрабатывающему производству. Износ основных фондов составляет 50 процентов и более.

В связи с избыточностью инфраструктуры, малым коэффициентом загрузки оборудования деформирована профессиональная структура персонала. На долю основных производственных рабочих приходится лишь до 20...25 процентов общей численности работающих.

Кроме этого, возраст основных производственных рабочих близок к предельному. В то же время рынок труда не может предложить специалистов соответствующей квалификации и более молодых по возрасту. Отраслевая и заводская системы подготовки кадров не функционируют. Из-за этих факторов и неэффективной организации производства показатели производительности труда и выработки в несколько раз ниже, чем это характерно для аналогичных предприятий мирового авиастроения.

Для большинства предприятий гражданского самолетостроения постсоветского пространства эти показатели неконкурентны по отношению к соответствующим западным аналогам.

Так, для **современного авиационного** производства гражданских самолетов, например, среднемагистрального и регионального классов типичным являются показатели полного цикла серийного производства в пределах 6...8 месяцев, а темп выпуска самолетов в интервале 10...15 в месяц, общий расчетный объем всей программы производства не менее 300...600 штук. Малые сроки эксплуатации оборудования основного производства, его высокие качественные показатели и оптимальная структура парка являются важной характеристикой, присущей конкурентоспособному авиационному производству.

Очевидно, что в сложившейся на постсоветском пространстве ситуации простых рецептов, а тем более единого рецепта "лечения" предприятий, нет и быть не может.

**Допущение 1.** Тем не менее, есть определенные основания считать, что предыдущий опыт и культура конструкторско-технологического проектирования сложных, разнообразных, во многом уникальных авиационных систем сегодня не утрачены. Производственная структура в принципе может быть адаптирована к новым условиям ведения хозяйства и требованиям рынка.

**Допущение 2.** Будем также считать, что **государственная система управления априори**

**сможет воспринять основные и общепринятые правила построения взаимоотношений с менеджментом и в будущем, возможно, акционерами предприятий самолетостроения, сумеет сформировать стабильно функционирующее законодательство и правила ведения авиастроительного бизнеса, стартовых и постоянных преференций этой специфической и во многом привилегированной отрасли машиностроения.**

Если принять эти допущения, тогда необходимо определиться с одним из важнейших показателей "Проекта производства гражданского самолета" — полной себестоимостью самолета в серийном производстве. Это тот критерий, который аккумулирует и итожит в себе эффективность деятельности многих тысяч специалистов и коллективов десятков предприятий.

В сегодняшних условиях показатель себестоимости серийного производства самолета из показателя "справочного", во многом необходимого для обоснования будущих затрат и определения необходимых для этого централизованных бюджетных средств, превращается в один из основных, определяющих конкурентоспособность продукции, возможные ниши рынков сбыта, особенности реализации и обеспечения эксплуатации.

От того, насколько корректно может быть спрогнозирована и выполнена оценка себестоимости будущего продукта на самых ранних стадиях проекта — во многом будет зависеть судьба будущего изделия. По сути, показатель **себестоимости** становится важнейшим параметром проекта.

Этот параметр в качестве важнейшего компонента входит в состав наиболее общего и важнейшего показателя эффективности функционирования производственной системы — её **производительности**. Производительность в настоящее время наиболее часто трактуют как отношение количества продукции, произведенной данной системой за данный период времени, к количеству ресурсов, потребленных для создания или производства этой продукции за тот же период [3]. Несмотря на очевидную важность, проблеме определения стоимости конструкции не уделялось необходимого внимания не только в СССР, но, и как признают зарубежные специалисты, в странах Запада. Так в 1997 году известные специалисты в этой области свидетельствовали: "можно найти небольшое количество примеров, когда авиационные транспортные системы оптимизировались с учетом их полного набора характеристик, включая оптимизацию по стоимости" [4]. С тех пор, как отмечают многие западные авторы, в этой области наметился существенный прогресс [5].

Рассмотрим кратко, какие модели, подходы, методики, известные нам ранее, могут быть корректно использованы в новых условиях производства — когда серийное производство отсутствует, а существующие его фрагменты, очевидно, подлежат существенной модернизации и трансформации.

**Цена и стоимость — важнейшие показатели, определяющие проект создания гражданского самолета**

В нынешних условиях на постсоветском пространстве проблема прогнозирования себестоимости самолета и затрат предприятия на производство на ранних этапах проектирования, определения граничных показателей по структурным составляющим себестоимости, управления стоимостью в процессе производства и комплектации становится концептуальной — решающим образом влияющей на конкурентоспособность самолета, возможность его продвижения на рынки и привлечения для этих целей необходимых ресурсов.

Кратко приведем основные условия, определяющие конкурентоспособность гражданского самолета в своей нише рынка:

- качество проекта, позволяющее обеспечить достижение основных показателей, предусмотренных ТТЗ, выше или не ниже ближайших мировых аналогов;

- наличие эффективного организованного серийного производства, способного обеспечить необходимое качество изготовления и себестоимость существенно ниже соответствующих мировых аналогов;

- имеющаяся эффективная система эксплуатации, обслуживания, выполнения регламентных работ и ремонтов, соответствующая современным мировым аналогам по показателям качества, сроков и цены;

- сформированный устойчивый имидж бренда — марки разработчика-производителя.

Естественно, на практике все эти условия трансформируются в совокупность количественных и качественных показателей и при благоприятном их сочетании дают основание поставщику самолета претендовать на максимально возможную преysкурантную цену по сравнению с ближайшим аналогом.

Другая группа факторов оказывает влияние на возможную цену покупки, которую может себе позволить покупатель (эксплуатант).

Это, **во-первых**, состояние рынка пассажироперевозок на момент заказа или покупки самолета и **во-вторых**, состояние рыночной экономики вообще, которое определяет наличие, доступность и цену финансовых

ресурсов на рынке.

Таким образом, прогнозная цена гражданского самолета, формируемая на ранних стадиях проекта, так и расчетная цена, определяемая на начальных этапах производства, и, собственно, себестоимость серийного производства, зависят от множества трудно прогнозируемых, но, тем не менее, требующих оценки и учета факторов.

**Первый типичный случай.** Кратко проанализируем ситуации, возникающие у менеджеров при формировании **нового проекта** "Серийный выпуск гражданского самолета".

Очевидно, предшествует первой стадии жизненного цикла проекта самолета задача выявления потребности рынка в новом продукте. Для этого необходимы глубокие и компетентные маркетинговые исследования (как правило, с привлечением независимых экспертов) объективных показателей и тенденции развития рынка пассажироперевозок на период не менее чем на 15...20 ближайших лет. С одной стороны, специалисты должны объективно, с высокой степенью вероятности определить объем, структуру рынка перевозок, региональные особенности и предпочтения эксплуатантов и пассажиров на ближайшие десятилетия.

С другой стороны, должна быть максимально точно оценена возможность удовлетворения спрогнозированных запросов рынка находящимися в эксплуатации и производимыми самолетами. При этом следует учесть перспективы продления ресурса имеющейся техники, оценить перспективы появления новых проектов, возможно находящихся на разных стадиях проектирования и производства. На рис. 5...12, табл. 1 приведены отдельные примеры подобных исследований [6]. Если в результате удаётся выявить ёмкие рыночные ниши, то тогда определяются сроки и темпы планируемого их занятия новым "продуктом" — будущим гражданским самолетом. В итоге появляется один из важнейших "рыночных" показателей будущего проекта в составе специального раздела технических предложений.



Рис. 5. Динамика изменений ВВП и показателей развития мирового рынка авиаперевозок в 1990–2001 гг.



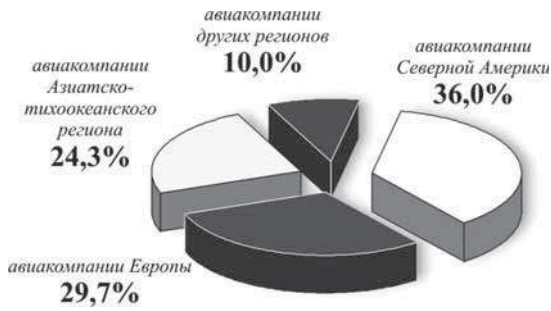
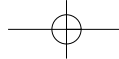


Рис. 6. Структура мирового пассажирооборота, выполненного на регулярных авиалиниях авиакомпаниями различных регионов

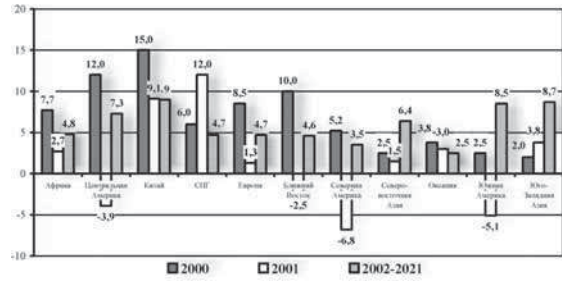


Рис. 7. Темпы прироста внутренних пассажирских перевозок в регионах мира (2000...2001 гг. в % к предыдущему году; 2002...2021 гг. — прогноз среднегодовых темпов)<sup>1</sup>

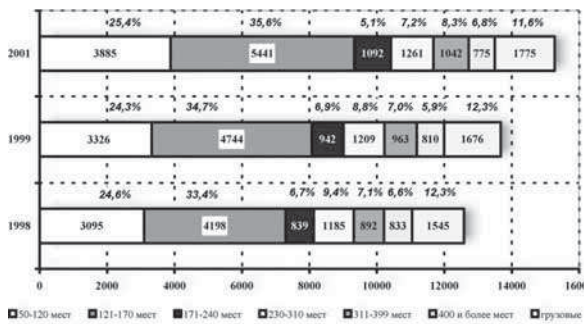


Рис. 8. Структура мирового парка воздушных судов в 1998, 1999, 2001 гг. (количество воздушных судов и их доля в мировом парке)<sup>2</sup>

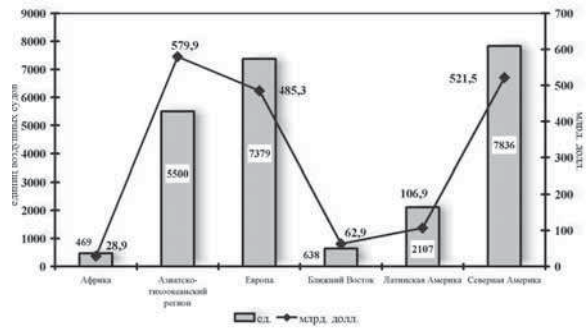


Рис. 9. Географическая структура поставок воздушных судов в 2002–2021 гг. (рассчитано по источнику: "Boeing", Current Market Outlook, 2002)



Рис. 10. Прогноз развития парка воздушных судов на 2001–2020 гг.<sup>3</sup>

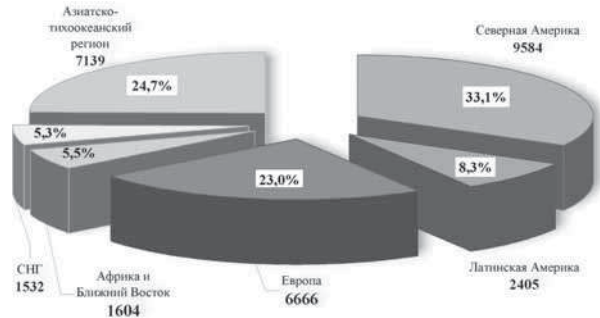


Рис. 11. Региональная структура мировых поставок самолетов в 2001–2020 гг. (рассчитано по источнику: "EU Aerospace Industry", 2002)

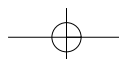
Для этого, исходя из прогнозируемого времени, в течение которого ниша рынка может быть свободной, устанавливают основные количественные

показатели проекта: количество выпускаемых изделий всего, темпы выпуска и лимитная прецедентная цена будущего самолета.

<sup>1</sup> Расчитано по источнику: Boeing, Current Market Outlook, August, 2002, Appendix A

<sup>2</sup> Расчитано по источнику: Boeing, Current Market Outlook, Appendix B, 1999, 2000, 2002

<sup>3</sup> Расчитано по источнику: «EU Aerospace Industry», European Aeronautics A Vision for 2020, 2002



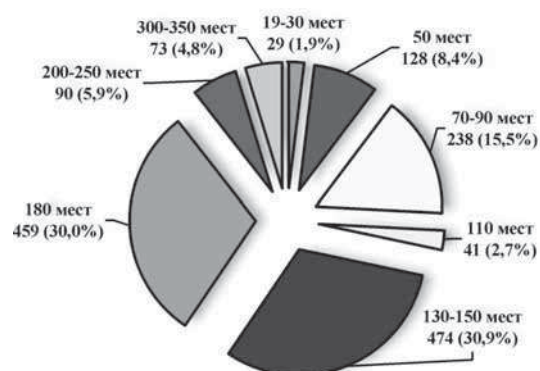


Рис. 12. Структура поставок пассажирских воздушных судов в страны СНГ в 2001–2020 гг. (рассчитано по источнику: "Rolls-Royce", The Outlook. Geographic Perspectives)

После этого формируется еще одно приложение к техническому предложению — "инвестиционное". В нем, исходя из спрогнозированных потребного количества, темпов выпуска самолетов и лимитной прейскурантной цены, рассчитываются объемы необходимых инвестиций, сроки их поступления, оцениваются предложения кооперантов — основных систем, определяются и утверждаются проекты лимитной расчетной полной себестоимости серийного самолета; проектно-лимитные показатели собственных затрат основного предприятия и кооперантов агрегатов и основных систем.

Отдельно, как результат компромисса между возможностями инвестирования, объективной

оценки свободы рыночной ниши и лимитной расчетной полной себестоимостью, рассчитываются затраты начальных стадий всего ЖЦС — проектирования, изготовление первых, как правило, 3...5 самолетов.

После согласования и уточнения этих показателей могут быть определены основные расчетные технико-экономические показатели Проекта и основные их лимитные составляющие: расходная часть и темпы инвестирования, срок начала производства, темп выпуска самолетов и сроки выхода на серийное производство, определение точки окупаемости проекта и предполагаемая реалистическая прибыль всего проекта.

В качестве примера на рис. 13 приведена зависимость стоимости программы разработки и серийного производства самолета от его пассажироплощадности, построенные на основе опубликованных данных [7–8]. Типичным при принятии подобных программ считается, когда затраты на программу могут окупиться в течение 3...7 лет производства, а общий ее доход превышает затраты в 8÷10 раз. Уместно также привести достаточно распространенную версию оценки влияния решений, принимаемых на различных стадиях жизненного цикла самолета, затраты, осуществляемые на этих стадиях его жизненного цикла.

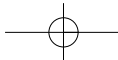
Очевидно, что здесь приведены далеко не все процедуры, предшествующие запуску проекта, но и этих данных достаточно, чтобы констатировать — "рыночная" и "инвестиционная" части современного **технического предложения** отличаются от привычных нам и используемых во времена Союза.

Таблица 1

Поставки пассажирских самолетов (единиц) в 2001...2020 гг.\*

| Емкость самолета (мест)      | Северная Америка | Латинская Америка | Европа | Африка и Ближний Восток | СНГ  | Азиатско-тихоокеанский регион | Всего |
|------------------------------|------------------|-------------------|--------|-------------------------|------|-------------------------------|-------|
| 19...30                      | 1396             | 413               | 321    | 176                     | 29   | 426                           | 2761  |
| 50                           | 1675             | 455               | 940    | 203                     | 128  | 430                           | 3831  |
| 70...90                      | 772              | 241               | 906    | 111                     | 238  | 429                           | 2697  |
| 110                          | 491              | 286               | 495    | 156                     | 41   | 525                           | 1994  |
| 130...150                    | 2183             | 568               | 1479   | 345                     | 474  | 1623                          | 6672  |
| 180                          | 926              | 128               | 564    | 100                     | 459  | 594                           | 2771  |
| 200...250                    | 1076             | 169               | 840    | 228                     | 90   | 906                           | 3309  |
| 300...350                    | 534              | 100               | 693    | 219                     | 73   | 1267                          | 2886  |
| 400 и более                  | 203              | 10                | 211    | 30                      | 0    | 611                           | 1065  |
| Всего пассажирских самолетов | 9256             | 2370              | 6449   | 1568                    | 1532 | 6811                          | 27986 |

\* Источник: "EU Aerospace Industry", 2002



5/2009

Пассажировместимость самолета,  
человек

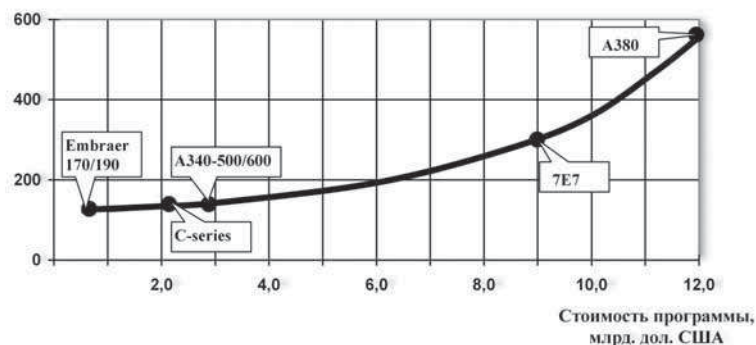


Рис. 13. Зависимость стоимости программы разработки и освоения серийного производства самолетов от их пассажировместимости

Из приведенного следует, что, если ранее, при привычной нам схеме организации проекта, **полная себестоимость самолета в серийном производстве  $C_c$**  в качестве справочного показателя впервые появлялась лишь на третьей стадии проекта — стадии эскизного проектирования, то в нынешних условиях этот показатель в качестве важнейшего параметра — расчетно-лимитного фигурирует уже со стадии этапа разработки **технического предложения**.

Этот параметр, как уже отмечалось, из справочного превращается в один из основных параметров оптимизации всего проекта (рис. 14–15).

В прошлой отечественной практике самолетостроения отсутствовали модели и методы определения и расчета этого параметра для целей использования их на ранних стадиях проекта в составе соответствующих этапов ЖЦС.

**В последние годы нашими специалистами** во многом решены следующие задачи:

- разработаны основные процедуры, определены адекватные реальной ситуации методы, получены и апробируются на практике расчетные модели, позволяющие с достаточной степенью точности прогнозировать как показатель  $C_c$ , так и оценивать затраты на производство первой установочной партии и стоимость Программы разработки и производства самолета в целом с учетом выявленных ограничений (рис. 16);

- предложены метод и методики оценки вариантов, объемов и графика инвестирования проекта в зависимости от задачи темпов и количества выпуска самолетов.

Мы также готовы продемонстрировать и аргументировать необходимость модернизации большинства процедур ранних стадий проекта (второй, третьей по отечественной классификации или первой и второй — по западной), предложить новые алгоритмы этих процедур.

Очевидной является также необходимость существенной корректировки процедур проектирования — стадии второй, третьей и четвертой, дополняя их разделами "управления себестоимостью и затрат".

Рассмотрим кратко **второй типичный случай**, который также характерен для менеджеров-авиастроителей на постсоветском пространстве — когда стоит задача возобновления производства

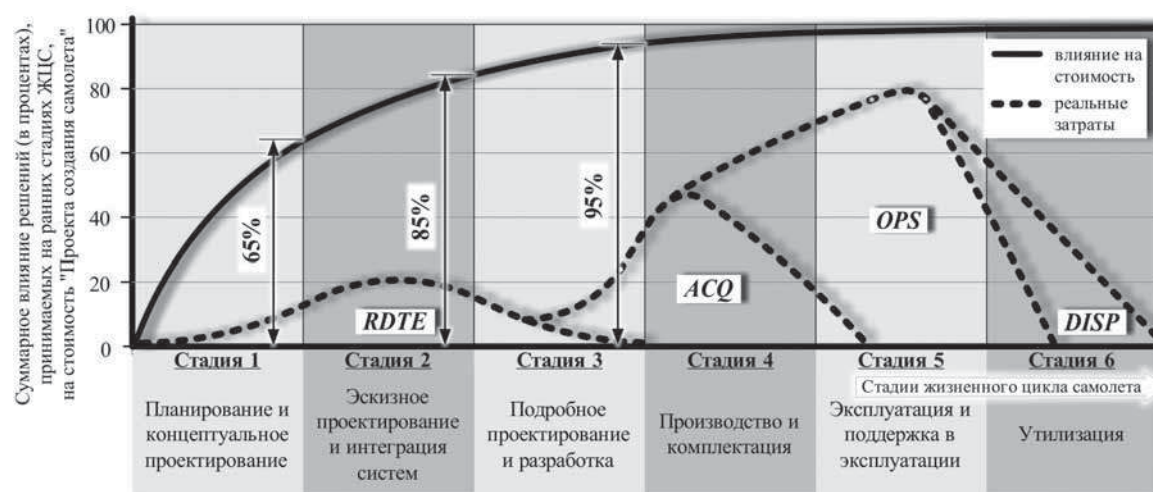
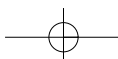


Рис. 14. "Цена" решений, принимаемых на ранних стадиях жизненного цикла самолета, и реальные затраты, осуществляемые на этих стадиях [9]



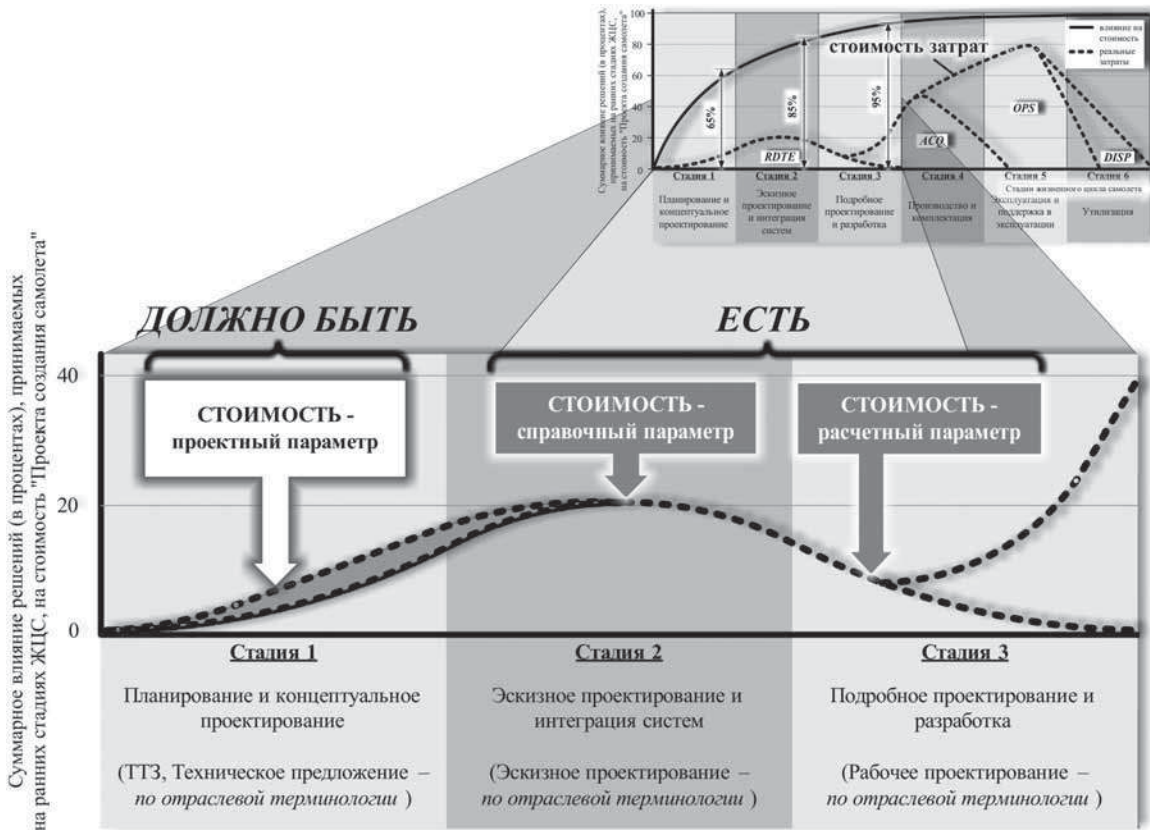
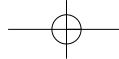


Рис. 15. Прогнозирование стоимости самолета на проектных стадиях его жизненного цикла

| Концептуальное проектирование   |  | Эскизное проектирование  |   | Рабочее проектирование   |  |
|---|--|--|---|--|--|
| <b>Известные подходы</b>  | <b>Оценка перспективности использования в практике самолетостроения России и Украины</b>   | <b>Известные подходы</b>   | <b>Оценка перспективности использования в практике самолетостроения России и Украины</b>  | <b>Известные подходы</b>   | <b>Оценка перспективности использования в практике самолетостроения России и Украины</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Методы анализа конструкции для моделирования стоимости</li> <li>Комплекс методик для автоматизированного проектирования с учетом цены</li> <li>Метод проектирования как нахождения компромисса между эксплуатационными, лётно-техническими характеристиками, поддержкой в эксплуатации и стоимостью</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Возможно использование концептуальных моделей, необходима коррекция структуры проектных работ, введение процедур параллельного проектирования конструкции и прогнозирования её стоимости по стадиям и в целом по всему ЖЦС</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Методики определения стоимости продукта по качественным показателям:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>интуитивные</li> <li>экспертно-аналитические</li> <li>ситуативные</li> <li>экстраполируемые и масштабируемые</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Возможно использование.</li> <li>Многие методы и модели схожи с используемыми в отраслевой документации периода советского авиационного строительства</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Методики качественной оценки стоимости продукта:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>параметрические</li> <li>аналитические, базирующиеся на:                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>оценке эксплуатации</li> <li>оценке отказов</li> <li>оценке допустимых отклонений</li> <li>оценке стоимости видов работ</li> <li>оценке характерных особенностей</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>Пакеты прикладных программ, например, SEER, SEER-DFM</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Необходимо проведение практической апробации возможности использования имеющихся на рынке продуктов. По имеющимся данным продукты требуют большого объема доработок по адаптации к реальным условиям</li> </ul> |
| <b>УкраНИИАТ</b>  | <b>УкраНИИАТ</b>   | <b>УкраНИИАТ</b>   | <b>УкраНИИАТ</b>  | <b>УкраНИИАТ</b>   | <b>УкраНИИАТ</b>   |
| Имеются концептуальные предложения для рассмотрения экспертами и специалистами. В УкраНИИАТ разрабатываются регламенты и процедуры формирования и управления стоимостью самолета  | Имеются предложения для проведения экспертиз с целью отбора наиболее перспективных из существующих на рынке программных продуктов и доработки их применительно к потребностям заказчика. Специалисты УкраНИИАТ совместно с партнерами готовы участвовать в работе            | В стадии практической апробации находится оригинальные методики разработки УкраНИИАТ совместно с рядом фирм  |   |  |  |
| <b>Стадия 1</b>   | <b>Стадия 2</b>  | <b>Стадия 3</b>  |   |  |  |

Рис. 16. Угруппенная оценка состояния проблемы прогнозирования стоимости самолета в зависимости от проектных стадий ЖЦС

ПРОМЫШЛЕННАЯ ПОЛИТИКА



ранее спроектированного самолета или когда возникает необходимость модернизации с целью совершенствования эксплуатационных характеристик, расширения или видоизменения его функций.

Здесь с достаточной степенью точности известна полная себестоимость всех построенных ранее самолетов. Кстати, уточним, на момент производства, в действующей на тот момент валюте, стоимости труда, энергоносителей, инфраструктуры и т.д., известна также структура затрат, составляющих этот параметр. Имеются также стоимости основных покупных систем, комплектующих, материалов и полуфабрикатов. Уточним, опять — все это известно на прошлый период производства.

Кроме того, часто имеются "заделы" в виде ранее изготовленных узлов, агрегатов, систем и недостроенных самолетов, по которым ранее, в различные периоды, уже произведены оплаты. Совершенно очевидно, что адекватное определение единственной величины  $Z_c^b$  на возобновление и в целом  $C_c^b$  — возобновления производства в этом случае является практически нерешаемой задачей. В большей степени здесь речь может идти об установлении граничных условий  $(C_c^b)^\pm$ , значение которых может определить относительно справедливое значение  $C_{c_{N_0+1}}^b$  — при возобновляемом строительстве самолета.

На практике, если имеющееся ранее серийное производство было приостановлено, то значение

$C_{c_{N_0+1}}^b$  — не является продолжением тренда — ранее скалькулированной до остановки производства себестоимости, то есть  $C_{c_{N_0+1}}^b \neq C_{c_{N_0}}$ , более того, в общем случае:  $C_{c_{N_0+1}}^b \gg C_{c_{N_0}}$ , здесь  $C_{c_{N_0+1}}^b$  — себестоимость первого самолета, после возобновления производства;  $C_{c_{N_0}}$  — себестоимость последнего выпущенного самолета.

Следует отметить, что имеется тенденция к видоизменению структуры составляющих себестоимости показателей. Это объясняется тем, что стоимость покупных и комплектующих у поставщиков сильно зависит от стабильности работы их производств, объемов загрузки, формы собственности и еще многих факторов, которые должны быть учтены при формировании показателя  $C_{c_{N_0+1}}^b$ .

Точно также собственные затраты предприятия при возобновлении производства  $Z_c^b$  могут оказаться намного больше ожидаемых (рис. 17). Их, естественно, следует также уточнить. Только после этих процедур может быть определена преискурантная цена самолета при возобновлении производства  $(Ц_n^b)$ . Вполне возможно, что она окажется меньше уточненного значения  $C_{c_{N_0+1}}^b$ .

В таком случае, очевидно как и в первом из приведенных примеров должны быть рассчитаны основные технико-экономические показатели, обосновывающие эффективность возобновления Программы воспроизводства: проектные затраты на модернизацию и испытания, новые данные и уточненная структура калькуляции собственных затрат  $Z_c^b$  и полной себестоимости  $C_{c_{N_0+1}}^b$  как пер-

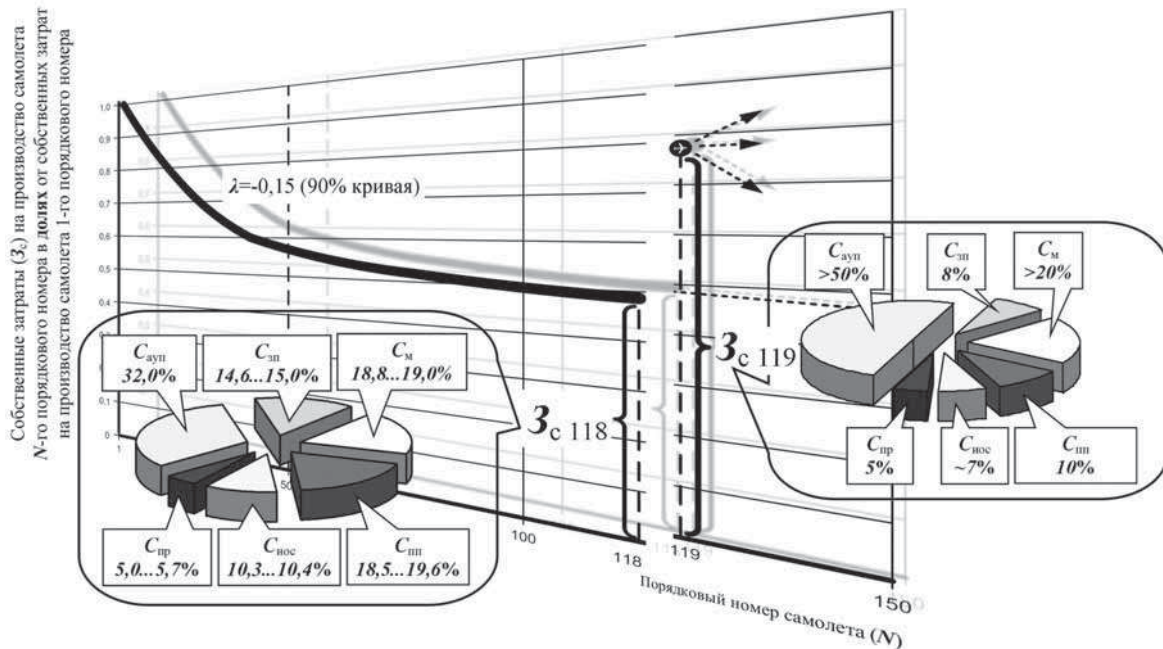
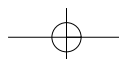


Рис. 17. Изменение ниспадающего тренда собственных затрат ( $Z_c$ ) от порядкового номера самолета ( $N$ ) при возобновлении производства после его остановки (приостановки)



вого самолета после начала воспроизводства, так и аналогичных показателей серийного производства после его нового запуска.

Конечно, должна быть уточнена новая серия и вновь просчитаны и уточнены инвестиционные потребности Программы и возможные источники их покрытия.

По нашим оценкам стоимость воспроизводства после длительной приостановки или полной остановки серийного производства может быть существенной и составлять, в зависимости от конкретных условий, около 40...60 процентов от ранее инвестированных на организацию серийного производства, например, регионального самолета, эта величина может составлять не менее 300...400 тыс. долл. США.

В целом очевидно, что на нынешней стадии развития общества, когда пассажирский авиационный транспорт становится важнейшим, а в ряде случаев, единственным средством физической коммуникации, проблема повышения экономичности его производства и эксплуатации будет все более актуальной.

В этой связи, видимо, по новому следует оценивать имеющиеся подходы к выработке процедур финансово-экономического анализа, используемых при принятии решений о запуске в производство новых дорогостоящих продуктов [9–11]. Отдельно, с позиций сегодняшней ситуа-

ции на постсоветском пространстве исследовать взаимосвязи объема производства, себестоимости продукта, изменения этих показателей от типичных параметров производства. Особо следует обратить внимание на определение ключевых контрольных параметров проекта – определение точек безубыточности программы выпуска самолетов. Под этими показателями обычно понимают соответственно следующее: равенство издержек от разработки и производства продукта (самолет) и дохода от его реализации, а во втором случае – равенство общих издержек суммы переменных и постоянных производственной системы и общего дохода от деятельности. Так, например, с большой долей упрощения, если затраты  $C_c$  на изготовление  $N$ -го самолета представить как  $C_c(N) = A \cdot N^{-\lambda}$ , где  $\lambda > 0$ ,  $A > 0$  – коэффициенты, а рыночную цену – цену продажи самолета с номером " $N$ " как  $P[t(N), v_1, \dots, v_s]$ , где  $t(N)$  – год выпуска  $N$ -го самолета,  $v_1, \dots, v_s$  – внешние факторы, влияющие на цену,  $F$  – постоянные издержки. Тогда точку достижения безубыточности можно представить следующим образом:

$$C_c(N) = P[t(N), v_1, \dots, v_s] - F \text{ или}$$

$A \cdot N^{-\lambda} = P[t(N), v_1, \dots, v_s] - F$ , откуда можно определить с какого номера " $N$ " самолета будет обеспечен его безубыточный выпуск:

$$N = \left( \frac{P[t(N), v_1, \dots, v_s] - F}{A} \right)^{\lambda} \quad (7)$$

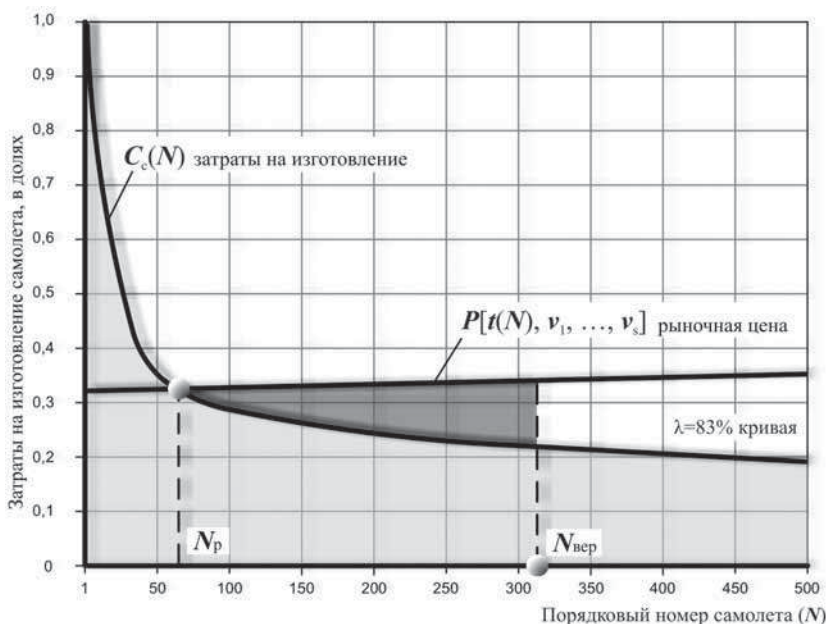


Рис. 18. Упрощенная иллюстрация геометрического смысла определения достижения точки безубыточности программы выпуска самолетов ( $N_{\text{вер}}$ ) выпускаемых самолетов:

$N_p$  – точка равновесия затрат и рыночной цены

На практике предприятию кроме прямых затрат на производство приходится нести ряд косвенных – на содержание социальной сферы, обеспечивать расчеты по кредиту и т.д. Для учета этих факторов используется понятие "реальной точки безубыточности" (рис. 18). Рассчитанный таким образом показатель безубыточности отражает уровень производства, который необходимо обеспечить, чтобы компенсировать все необходимые затраты предприятия, а не только включаемые в отчетность по себестоимости продукции [12]. Кроме расчета показателей безубыточности важным является параметр маржинальной прибыли –

разницы между полученными (или планируемыми) доходами и прямыми расходами. При помощи маржинального анализа удобно оценивать влияния различной, в том числе авиационной, продукции на образование прибыли, "выгодность" производства того или иного продукта [13–15].

Приведенные данные свидетельствуют, что производство дорогостоящего наукоемкого рыночного продукта, каким является гражданский самолет, требует особого внимания к проблеме формирования его стоимости, начиная с самых первых проектных стадий. Причем в разных видах этот показатель присутствует и на всех других стадиях ЖЦС. Не менее важной оказывается оценка и расчет безубыточности выпуска самолета как одного из продуктов производственной системы, которая может, как ускорить окупаемость проекта, так и затянуть её, сделав проект убыточным.

По многим из приведенных проблем имеются сегодня варианты решений, алгоритмы, расчетные модели, методики, пакеты прикладных программ. В целом ряде направлений этих работ специалисты Украинского научно-исследовательского института авиационной технологии приобрели положительный опыт и достигли существенных положительных результатов.

В современной мировой практике при инжиниринге проектов, особенно проектов, связанных с жизненными циклами дорогостоящих наукоемких продуктов, чаще, чем "стоимость продукта" используется более обобщенное понятие — "ценность для потребителя" [16]. Задаче максимизации этого показателя должна подчиняться вся система управления проектом ЖЦС. Однако эта тема заслуживает отдельного рассмотрения, к которой автор надеется вернуться.

#### Литература

1. *Беляков И.Т., Борисов Ю.Д.* Технологические проблемы проектирования летательных аппаратов. — М.: Машиностроение, 1978. — 240 с.: ил.
2. *А. Фомин.* "Иномарок" в российском небе становится все больше. — Ж. Взлет, 3, 2009. — С. 20–23.
3. *Синк Д.С.* Управление производительностью: планирование, измерение и оценка, контроль и повышение: Пер. с англ. / Общ. ред. и вступ. ст. В.И. Данилова-Данильяна. — М.: Прогресс, 1989. — 528 с.
4. *J. Sobieszczanski-Sobieski and R.T. Haftka.* Multidisciplinary aerospace design optimization: survey of recent developments. *Structural Optimization*, 14:1 — 23, 1997.
5. *Kaufman M.* Cost/weight optimization of aircraft structures. {ВЗЯТЬ у В.А. Матвиенко}
6. *Кривов Г.А.* Мировая авиация на рубеже XX–XXI столетий. Промышленность, рынки / Г.А. Кривов, В.А. Матвиенко, Л.Ф. Афанасьева. — К.: 2003. — 296 с.
7. *Матвиенко В.А.* Формирование и реализация программ создания гражданских самолетов нового поколения. Опыт ведущих зарубежных производителей / В.А. Матвиенко, А.А. Щербак. — Технологические системы, 2005. — № 3. — С. 41–46.
8. *Кривов Г.А.* Конкурентоспособность в современном авиастроении. Пути достижения и поддержания. / Г.А. Кривов, В.А. Матвиенко. — Технологические системы, 2006. — № 2. — С. 16–22.
9. *Беренс В.* Руководство по оценке эффективности инвестиций: Пер. с англ. / В. Беренс, П.М. Хавранек. — Изд. перераб. и доп. — М.: Интерэксперт: Инфра-М, 1995. — 528 с.
10. *Бланк И.А.* Инвестиционный менеджмент / И.А. Бланк. — К.: МП "ИНТЕМ" ЛТД; Юнайтед Лондон Трейд Лимитед, 1995. — 448 с.
11. *Савицкая Г.В.* Анализ эффективности деятельности предприятия: методологические аспекты / Г.В. Савицкая. — 6-е изд. испр. — М.: Новое знание, 2001. — 703 с.
12. *Лебеда Т.* Теория и практика управления. — № 4, 11, 2004.
13. *Савчук В.П., Прилипко С.И., Величко Е.Г.* Анализ и разработка инвестиционных проектов: Учебное пособие. — Киев: Абсолют-В, Эльга, 1999.
14. *Ковалев В.В.* Финансовый анализ. — М.: Финансы и статистика, 1997.
15. *Финансовый менеджмент.* — М.: Наука, 1999.
16. *Проекция взглядов.* — Ж. Бизнес № 21(852). 25.05.2009. — С. 46–48.