

УДК 001.892

Оценка эффективности и устойчивости функционирования научно-производственной базы создания авиационной техники

А.М. Жеребин, В.В. Кропова

Аннотация

Предлагается подход к оценке реализуемости программ и планов развития авиационной техники на основе моделирования научно-производственной базы создания авиационной техники, анализа эффективности и устойчивости ее функционирования.

Ключевые слова

Устойчивость; безопасность; предельное состояние; индикатор; критерий рационального выбора; дестабилизирующее воздействие; стабильное развитие; межотраслевой баланс; производственная функция;

Постановка задачи

Реализуемость программ и планов развития авиационной техники (АТ) связана, в том числе, с возможной потерей устойчивости и безопасности функционирования соответствующей научно-производственной базы.

Безопасность является одним из важнейших показателей качества функционирования системы, а именно, ее способности поддерживать свое нормальное функционирование в условиях внутренних возмущений и внешних воздействий. В данном случае речь идет о способности отечественной промышленности поддерживать на соответствующем современном требованиям уровне производство авиационной техники в соответствии с возникающими потребностями.

Угрозы безопасности функционирования научно-производственной базы связаны с внешними и внутренними воздействиями на сферу научно-технических разработок, в данном случае ориентированных на создание перспективных авиационных систем, и на производственно-технологическую сферу, обеспечивающую серийное производство АТ.

Воздействия на сферу прикладной науки, ее экспериментальную базу, НИИ, КБ и другие исследовательские и проектные организации имеет как прямые, так и косвенные последствия. Прямые последствия связаны с возможно недостаточным для разработки перспективных конкурентоспособных образцов АТ уровнем научно-технологического развития; косвенные – с отсутствием перспективных разработок в области АТ и вынужденным производством серийных (возможно морально устаревших) образцов АТ и/или с отсутствием промышленных технологий, соответствующих по своему уровню предлагаемым к производству разработкам.

Воздействия на производственную базу и соответствующие промышленные предприятия также имеет как прямые, так и косвенные последствия. Прямые последствия – невозможность производства всех видов АТ, необходимых для решения жизненно важных задач страны, и/или утрата способности осваивать и серийно выпускать АТ требуемого технико-технологического уровня. Косвенные последствия – невозможность создания приборов, компьютерного и другого оборудования, необходимых на этапе научно-технологических разработок для математического и полунатурного моделирования, экспериментальных исследований.

Оценка устойчивости функционирования научно-производственной базы при реализации программ развития авиационной техники

Одним из возможных подходов к оценке текущего состояния безопасности функционирования научно-производственной базы и последствий принимаемых решений по мерам предотвращения и парирования угроз является подход, связанный с оценкой уровня безопасности на основе оперирования текущими и предельными (критическими) значениями показателей, характеризующих деятельность отдельных предприятий, групп предприятий, отраслей промышленности, промышленности в целом.

В систему количественных и качественных показателей на уровне наукоемкой отрасли, корпорации, предприятия представляется целесообразным включение следующих индикаторов – критичных к предельным состояниям системы параметров:

1. Финансовые индикаторы
 - объем портфеля заказов;
 - фактический объем инвестиций и необходимый для поддержания и развития имеющегося потенциала;
 - уровень инновационной активности (объем инвестиций и нововведений);
 - уровень рентабельности производства;
 - фондоотдача (капиталоемкость производства);

- просроченная (дебиторская и кредиторская) задолженность;
- доля обеспеченности собственными источниками финансирования оборотных средств.

2. Индикаторы производства

- динамика производства;
- реальный уровень загрузки производственных мощностей;
- затраты на НИОКР по отношению к объему продукции;
- доля НИР в общем объеме НИОКР;
- возрастная структура и технический ресурс парка машин и оборудования;
- темп обновления основных производственных фондов;
- стабильность производственного процесса (ритмичность, колебания загрузки в течение определенного времени);
- конкурентоспособность продукции.

3. Социальные индикаторы

- уровень оплаты труда по отношению к среднему показателю по отрасли, промышленности или экономики в целом;
- уровень задолженности по зарплате;
- структура (возрастная и квалификационная).

На основании расхождения фактических и нормативных величин показателей и размеров отклонения от пороговых значений индикаторов состояния функционирования и развития оборонно-промышленного комплекса (ОПК) можно характеризовать как

- нормальное, когда индикаторы находятся в пределах пороговых значений;
- предкризисное, когда переступается пороговое значение хотя бы одного из индикаторов, а другие входят в зоны приближенные к пороговым значениям;
- кризисное, когда переступается пороговое значение большинства основных индикаторов;
- критическое, когда нарушаются все или почти все барьеры.

Пусть в каждый дискретный момент времени $t \in \overline{1, T}$, где T – интервал планирования или прогнозирования, состояние исследуемой системы определяется значениями параметров из заданной их совокупности $X = \{x_i; i = \overline{1, N}\}$. Для простоты будем считать, что каждый из параметров является индикатором. Индикатор – критичный к предельным состояниям системы параметр, выход которого за известные предельные значения приводит к потере устойчивости системы и возможности ее перехода в другое качественное состояние,

интерпретируемое, например, как гибель системы. Будем считать, что для каждого рассматриваемого параметра $x_i \in X; i = \overline{1, N}$ предельные или критические значения I_{kpi}^1 – нижняя граница, I_{kpi}^2 – верхняя граница, определены, например, на основе экспертных оценок.

Будем считать, что

I. Система устойчива в момент времени $t \in \overline{1, T}$ по параметру $x_i \in X; i = \overline{1, N}$, если:
 $(\gamma_i^1(t)I_{kpi}^1 \leq x_i(t) \leq \gamma_i^2(t)I_{kpi}^2)$,

где: $\gamma_i^1(t), \gamma_i^2(t)$ – коэффициенты, позволяющие корректировать предельные значения параметров и исследовать чувствительность полученных результатов к изменениям исходных неточных, определяемых в основном экспертным путем данных

II. Система устойчива в момент времени $t \in \overline{1, T}$ по совокупности параметров $\{x_i; i = \overline{1, N}\}$, если:
 $(\forall i, i = \overline{1, N}; \gamma_i^1(t)I_{kpi}^1 \leq x_i(t) \leq \gamma_i^2(t)I_{kpi}^2)$.

III. Система устойчива на интервале планирования или прогнозирования T, если:
 $(\forall t, t = \overline{1, T})(\exists(u(t), u(t+1), \dots, u(T))):$
 $(\forall t_1, t_1 = \overline{1, T}, u(t_1) \in U(t_1), r(u, t_1) \leq R_{зад}(t_1), \sum_{t=1}^T r(u, t) \leq R_{\Sigma зад})$
 $(\forall i, i = \overline{1, N}; \gamma_i^1(t)I_{kpi}^1 \leq x_i(t) \leq \gamma_i^2(t)I_{kpi}^2)$,

где: $u(t), r(u, t)$ – соответственно управление и ресурсы, затрачиваемые на его реализацию, в момент времени t;

$U(t), R_{зад}(t)$ – соответственно множество допустимых управлений и располагаемые ресурсы в момент времени t;

$R_{\Sigma зад}$ – суммарные ресурсы, выделяемые на содержание и развитие системы на интервале планирования T.

В зависимости от решаемой задачи в качестве показателей устойчивости системы могут использоваться как локальные показатели, т.е. показатели, отнесенные к некоторому фиксированному моменту времени на интервале планирования и обозначенные $f(t)$, так и глобальные показатели устойчивости системы на всем рассматриваемом интервале планирования T, обозначенные F(T). Выражения для показателей $f(t)$, F(T) приведены в табл. 1, где коэффициенты α и β имеют смысл коэффициентов важности.

Таблица 1.

	Локальные показатели устойчивости $f(t)$	Глобальные показатели устойчивости $F(t)$
Точечная оценка	$f_i(t) = \min_{j=1,2} \left\{ \frac{x_i(t) - I_{kpi}^j \gamma_i^j(t)}{I_{kpi}^j \gamma_i^j(t)} \right\}$	$F_i(T) = \min_{t=1,T} \{ f_i(t) \}$
Гарантированная оценка	$f_G(t) = \min_{i=1,N} \{ \beta_i^n(t) f_i(t) \}$	$F_G(T) = \min_{t=1,T} \{ \beta^G f(t) \}$
Оценка «в среднем»	$f_C(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \beta_i^C(t) f_i(t)$	$F_C(T) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \beta^C(t) f(t)$
Обобщенная оценка	$f(t) = \alpha_1^G f_C(t) + \alpha_2^G f_G(t)$	$F(T) = \alpha_1^G F_C(T) + \alpha_2^G F_G(T)$

Приведенные в табл. 1 показатели устойчивости могут использоваться в качестве критериев рационального выбора при решении в нормальных условиях функционирования системы различных управленческих задач: стабилизации, регулирования, оптимизации функционирования системы. При этом управленческие задачи могут решаться применительно как к отдельным подпериодам планирования, так и на всем интервале планирования, что и определяет вид критерия. Выражения для критериев рационального выбора представлены в табл. 2.

Таблица 2.

	Тактический подход	Стратегический подход
Стабилизация	$(\forall t, t = \overline{1, T})(\exists u(t) \in U(t): f(t) = f(0) = const)$	$(\exists(u(1), u(2), \dots, u(T)) : (\forall t, t = \overline{1, T}; u(t) \in U(t), f(t) = f(0) = const))$
Регулирование	$(\forall t, t = \overline{1, T})(\exists u(t) \in U(t): f(t) = f_{зад}(t))$	$(\exists(u(1), u(2), \dots, u(T)) : (\forall t, t = \overline{1, T}; u(t) \in U(t), f(t) = f_{зад}(t))$
Оптимизация	$(\forall t, t = \overline{1, T})(\exists u(t) \in U(t): f(t) \rightarrow \max)$	$(\exists(u(1), u(2), \dots, u(T)) : (\forall t, t = \overline{1, T}, u(t) \in U(t), F(T) \rightarrow \max)$

Если в некоторый момент времени оказывается, что

$$(\exists t, t = \overline{1, T})(\exists i, i = \overline{1, N})(\forall u(t) \in U(t) : (x_i(t) < \gamma_i^1(t) I_{kpi}^1) \vee (x_i(t) > \gamma_i^2(t) I_{kpi}^2))$$

можно говорить о ситуации потери устойчивости и функционировании системы в экстремальных условиях.

Для количественной оценки опасности для дальнейшего функционирования системы имеющей место ситуации потери устойчивости введем показатель, характеризующий продолжительность интервала времени Δt , в течение которого система функционирует в экстремальных условиях, и показатель, характеризующий масштаб дестабилизации системы p . Выражения для показателей экстремальности условий функционирования системы Δt и p приведены в табл. 3, где коэффициенты θ , η^C и η^Γ имеют смысл коэффициентов важности.

Таблица 3.

Продолжительность	$\Delta t_i(t) = \sum_{t_1=t}^T v_i(t_1) * \prod_{t_2=t}^{t_1} v_i(t_2) , \quad t = \overline{1, T}, \quad i = \overline{1, N}$ $v_i(t) = \begin{cases} 1, & \text{если } (x_i(t) < \gamma_i^1(t)I_{kpi}^1) \vee (x_i(t) > \gamma_i^2(t)I_{kpi}^2) \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$
Масштаб	$p_i(t) = \eta_i^C(t) * \frac{1}{\Delta t_i(t)} * \sum_{t_1=t}^{t+\Delta t_i(t)} \theta_1(t_1)q_i(t_1) + \eta_i^\Gamma(t) \max_{t_1=t, t+\Delta t_i(t)} \{\theta_1(t_1)q_i(t_1)\}$ $q_i(t) = \begin{cases} \frac{x_i(t) - \gamma_i^1(t)I_{kpi}^1}{\gamma_i^1(t)I_{kpi}^1}, & \text{если } x_i(t) < \gamma_i^1(t)I_{kpi}^1 \\ \frac{\gamma_i^2(t)I_{kpi}^2 - x_i(t)}{\gamma_i^2(t)I_{kpi}^2}, & \text{если } x_i(t) > \gamma_i^2(t)I_{kpi}^2 \end{cases}$

В зависимости от значений показателей Δt и p ситуацию потери устойчивости можно рассматривать либо как ситуацию кризиса

$$(\forall t, t = \overline{1, T})(\exists (u(t), u(t+1), \dots, u(T)) : (\forall i, i = \overline{1, N}; \Delta t_i(t) \leq \mu_i(t)\Delta t_{ik}(p_i))) ,$$

где: $\Delta t_{кр}(p)$ - предельное значение интервала времени, в течение которого функционирование системы в экстремальных условиях, характеризующихся масштабом p , не приводит к переходу в другое качественное состояние;

$\mu(t)$ - коэффициенты, позволяющие корректировать предельные значения параметра и исследовать чувствительность полученных результатов к их изменениям,

преодолимого при тех ресурсах и наборе возможных управлений, которыми располагает система, либо как ситуацию катастрофы,

$$((\exists t, t = \overline{1, T})(\exists i, i = \overline{1, N}) : (\forall u(t) \in U(t) : (\Delta t_i(t) > \mu(t)\Delta t_{kpi}(p_i)))$$

когда ресурсов системы недостаточно для достижения поставленных целей в рамках заданной парадигмы управления и требуется либо привлечение дополнительных ресурсов,

либо изменение парадигмы управления, либо корректировка целей функционирования или развития системы.

В зависимости от решаемой задачи в качестве показателей дестабилизации системы в условиях кризиса могут использоваться как локальные показатели, обозначенные $g(t)$, так и глобальные показатели, обозначенные $G(T)$. Выражения для показателей $g(t)$, $G(T)$ приведены в табл. 4, где коэффициенты ρ и λ имеют смысл коэффициентов важности.

Таблица 4.

	Локальные показатели дестабилизации $g(t)$	Глобальные показатели дестабилизации $G(T)$
Точечная оценка	$g_i(t) = \frac{\mu(t)\Delta t_{ik}(p_i) - \Delta t_i(t)}{\mu(t)\Delta t_{ik}(p_i)}$	$G_i(T) = \max_{i=1,T} \{g_i(t)\}$
Гарантированная оценка	$g_{\Gamma}(t) = \max_{i=1,N} \{p_i^{\Gamma}(t) g_i(t)\}$	$G_i(T) = \max_{i=1,T} \{g(t) \rho^{\Gamma}(t)\}$
Оценка «в среднем»	$g_C(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \rho_i^C(t) g_i(t)$	$G_C(T) = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \rho^C(t) g(t)$
Обобщенная оценка	$g(t) = \lambda_1^{\Gamma} g_C(t) + \lambda_2^{\Gamma} g_{\Gamma}(t)$	$G(T) = \lambda_1^{\Gamma} G_C(T) + \lambda_2^{\Gamma} G_{\Gamma}(T)$

Для условий кризиса критерии принятия решений могут быть определены по аналогии с табл. 1, с той разницей, что для показателей $g(t)$ и $G(T)$ желательно достижения наименьших значений.

Следует заметить, что степень живучести наукоемких производств в кризисных условиях оказалась достаточно высокой, прогнозы о прекращении их деятельности не оправдались. Возможность выживания наукоемких производств определяется конкурентоспособностью выпускаемой продукции, которая в свою очередь зависит от уровня внутренних цен на продукцию и услуги. На внутренние цены влияют две группы факторов, во-первых, расходы на создание научно-технических заделов, на заработную плату персонала и амортизационные отчисления, во-вторых, цены на расходные материалы – сырье, полуфабрикаты, комплектующие и т.п.. Переход в критическую зону может произойти, если продукция отечественных наукоемких производств станет полностью не конкурентоспособной на внутреннем и внешнем рынках.

Оценка эффективности функционирования научно-производственной базы создания авиационной техники

Основными факторами, характеризующими процессы функционирования экономической системы (экономики страны в целом, оборонно-промышленного комплекса, авиационной отрасли) являются:

– структура межотраслевых связей и технология производства, отражающая потребность в тех или иных видах ресурсов, включая природные, для производства единицы продукции в каждой из отраслей;

– динамика изменения основных производственных фондов, связанная с расширением производства, восстановлением выведенных из строя мощностей, мобилизационным развертыванием незагруженных производств, модернизацией и заменой оборудования на принципиально новое;

– динамика изменения ресурсов трудоспособного населения и производительности труда в отраслях экономики, связанная с изменением жизненного уровня, включая образовательный уровень, экологическую обстановку.

Механизм функционирования экономической системы в развернутом виде представляется межотраслевым балансом (МОБ), описывающим взаимосвязи по производству, потреблению и накоплению общественного продукта в разрезе отраслей экономики.

В рамках МОБ затраты на производство продукции X_j отраслю j ($j = \overline{1, n}$, n – число условно чистых отраслей), складываются из затрат сырья и материалов (промежуточного продукта), произведенных другими отраслями, и добавленной стоимости, включающей амортизацию основного капитала, затраты рабочей силы, доходы предпринимателей, т.е. условно-чистой продукции:

$$X_j = \sum_{i=1}^n P_{ij} + V_{ij}$$

а вся продукция, произведенная отраслью i за определенный период времени, например, за год, распределяется на промежуточный продукт, т. е. предметы труда и средства производства, израсходованные и поглощенные в процессе производства в данном году другими отраслями, и конечное потребление Y_i :

$$X_i = \sum_{j=1}^n P_{ij} + Y_i$$

В качестве производственной функции, описывающей связь между затратами материально-технических средств и трудовых ресурсов в процессе производства и выпуском продукции каждой отрасли принята производственная функция с постоянными пропорциями, в предположении, что для принятой технологии каждый вид ресурсов используется оптимально.

Таким образом,

$$X_j = \min_{j,j=1,n} \left\{ k_j \cdot K_j; kl_j \cdot L_j; \min_{i,i=1,n} \left\{ \frac{x_{ij}}{a_{ij}}, i = \overline{1,n}, j = \overline{1,n} \right\} \right\},$$

где:

X_j - валовый выпуск продукции j-ой отрасли;

k_j - коэффициент фондоотдачи;

K_j - стоимость основных производственных фондов отрасли;

kl_j - средняя производительность труда в отрасли i;

L_j - количество работающих в отрасли;

x_{ij} - величина поставки продукции i-ой отрасли для производства продукции в j-ой отрасли;

матрица $\|a\|$ характеризует принятые в отраслях технологии производства,

a_{ij} - коэффициент прямых затрат, отражающий потребность продукции i-ой отрасли для выпуска единицы продукции j-ой отрасли;

$$a_{ij} = P_{ij} : Xo_j,$$

где:

P_{ij} - норма поставки продукции отрасли i для отрасли j в соответствии с МОБ;

Xo_j - норма валового выпуска продукции j-ой отрасли в соответствии с МОБ.

Таким образом, производство продукции лимитируется производственными мощностями, трудовыми ресурсами, поставками промежуточной продукции из смежных отраслей и зависит от принятой технологии производства и производительности труда в отраслях.

Использование такого представления производственной функции дает возможность выявить, какая из компонент является сдерживающим фактором развития ("узким местом") производства в каждой из отраслей и должна быть подвергнута соответствующему воздействию с целью повышения производственного потенциала.

Все величины, входящие в выражение, являются функциями времени и уровней внешних воздействий.

$$X_j = \min \{ RL_j(t, u) \cdot kr_j(t, u) \},$$

где:

X_j - валовый выпуск продукции j-ой отрасли;

RL_j - ресурс типа l отрасли j;

kr_j - коэффициент, определяемый технологией производства;

t - текущее время;

u - уровень воздействия.

Уравнения, составляющие модель, описывают следующие положения:

1. Валовый выпуск продукции отрасли i на шаге t определяется в соответствии с выбранной производственной функцией:

$$X_i(t) = \min \left\{ \begin{array}{l} K_i(t) \cdot k_i(t) \\ L_i(t) \cdot kl_i(t) \\ x_{ji}(t) \div a_{ji}(t) \end{array} \right\}, j=1, \dots, n$$

где:

$X_i(t)$ - валовый выпуск продукции i-ой отрасли на шаге t;

$K_i(t)$ - эффективная мощность основных производственных фондов i-ой отрасли на шаге t;

$k_i(t)$ - коэффициент фондоотдачи отрасли на шаге t;

$L_i(t)$ - общее число работающих в i-ой отрасли на шаге t;

$kl_i(t)$ - производительность труда в отрасли;

$x_{ji}(t)$ - поставки из j-ой отрасли для производства в i-ой отрасли на шаге t;

$a_{ji}(t)$ - коэффициенты прямых затрат;

n - число отраслей, составляющих МОБ.

2. Стоимость основных фондов складывается из стоимостей зданий и сооружений и стоимостей оборудования разных типов.

Расширение (восстановление) основных фондов типа j происходит из средств, производимых фондообразующей отраслью j для конечного потребления.

Стоимость фондов каждого типа j на шаге t описывается формулой вида:

$$\bar{K}_{ij}(t) = \bar{K}_{ij}(t-1) - dK_{ij}(t) + (Y_j(t-1) \cdot b_j + Z_j(t-1)) \cdot d_{ij}(t-1)$$

где:

$\bar{K}_{ij}(t-1)$ - стоимость фондов типа j в отрасли i на предыдущем шаге;

$dK_{ij}(t)$ - изменение, увеличение при развитии или уменьшение стоимости основных фондов j -ого типа фондов отрасли i на шаге t ;

$Y_j(t-1)$ -конечный продукт j -ой отрасли,

$b_j(t)$ -капиталовложение, доля конечного продукта отрасли j , выделяемая на расширение или восстановление;

$Z_j(t-1)$ -запасы продукции j -ой отрасли на шаге $(t-1)$;

$d_{ij}(t-1)$ - доля потребности i -ой отрасли в суммарных капиталовложениях в фонды типа j развивающихся (пораженных) отраслей;

При этом

$$Y_j(t) = X_j(t-1) \cdot (1 - kpos_j)$$

где:

$kpos_j$ -доля вала отрасли j , идущая на поставки.

3. Строительство (развитие, восстановление) начинается с наиболее сильно влияющих на уровень производства (узких мест) отраслей.

Для расширяемых (реконструируемых, восстанавливаемых) на данном шаге отраслей ресурсы строительства каждого типа j делятся пропорционально степени влияния на производственный потенциал, объему требуемого замещения фондов или доле полученного ущерба:

$$d_{ij}(t) = (Ko_{ij} - \dot{K}_{ij}(t)) / \sum_{ip=1}^{np} (Ko_{ipj} - \dot{K}_{ipj}(t))$$

где:

Ko_{ij} -номинальная стоимость основных фондов типа j отрасли i ;

$\dot{K}_{ij}(t)$ -стоимость фондов типа j отрасли i для текущего времени;

ip -номера требующих увеличения основных фондов отраслей;

np -число отраслей, мощности которых расширяются (восстанавливаются) на данном шаге t .

4. При определении эффективной мощности основных фондов учитывается, что для строительства и освоения новых и восстанавливаемых фондов требуется определенный временной интервал-лаг l . Т.е. выпуск продукции на восстановленных мощностях начнется с момента времени $t+l$, если вложение средств начато в момент t . Таким образом

$$K_i(t) = \dot{K}_i(t-1)$$

где:

$\dot{K}_i(t-l)$ - стоимость основных фондов отрасли i на момент вложения средств восстановления.

В соответствии с принятым предположением о нецелесообразности замещения одних видов ресурсов другими при принятой для каждого момента времени t технологии производства

$$\dot{K}_i(t) = \min(r_j \cdot \dot{K}_{ij}(t))$$

где:

r_j - коэффициент, показывающий необходимую долю фондов типа j в общей стоимости основных фондов отрасли i .

$\dot{K}_{ij}(t)$ - стоимость фондов типа j в отрасли i в момент t ;

5. Коэффициент фондоотдачи каждой отрасли зависит от уровня загрузки оборудования. В период мобилизации промышленности загрузка мощностей может стать максимально возможной. При этом за время мобилизации (T_{mob}) коэффициент фондоотдачи каждой отрасли возрастает и может быть описан следующим образом:

$$k_i(t) = \begin{cases} k_i(0) \cdot (1 + (1/kz_i - 1) \cdot t / T_{mob}) & \text{при } t < T_{mob} \\ k_i(T_{mob}) & \text{при } t \geq T_{mob} \end{cases}$$

где:

t - текущее время;

$k_i(0)$ - номинальный коэффициент фондоотдачи;

kz_i - номинальный коэффициент загрузки оборудования отрасли i .

6. При изменении структуры производства или снижении числа работающих в отраслях, подвергшихся внешнему воздействию, пополнение или восстановление трудовых ресурсов производится из резерва незанятого трудоспособного населения и через перераспределение наличных трудовых ресурсов других отраслей. При неизменной для принятой технологии производства производительности труда по отраслям для расширения или восстановления сбалансированного производства валового национального продукта страны в случае какого-либо воздействия трудовые ресурсы должны быть восстановлены в исходных пропорциях по отраслям. Для случая восстановления числа работающих в отрасли после какого-либо дестабилизирующего воздействия с учетом времени переподготовки и

обучения кадров по нормам военного времени число работающих в производственной отрасли можно описать формулой:

$$L_i(t) = L_i(t1) + (Lm_i - L(t1)) \cdot (1 - \exp(-0.7 \cdot (t - t1)))$$

где:

$L_i(t1)$ - число работающих в отрасли i после воздействия;

Lm_i - максимально возможное число работающих i -ой отрасли после перераспределения и использования резерва с учетом требуемых пропорций.

При смене технологий перераспределение трудовых ресурсов должно определяться более детализовано с учетом повышающихся требований к уровню образования и квалификации кадров, изменения состава занятых в производстве (ИТР, управленческий аппарат).

7. При изменении уровня гражданского потребления, характеризуемого в модели объемом конечного продукта заданной структуры, например в случае нанесения ущерба производству в конфликтной ситуации, происходит изменение производительности труда работающих. Для получения зависимости производительности труда от уровня гражданского потребления требуется проведение исследований в области медицины, психологии, социологии и т.д. В модели принято, что при снижении потребления до заданного минимально допустимого уровня производительность труда остается неизменной. Дальнейшее снижение гражданского потребления приводит к снижению производительности труда в соответствии с выражением

$$kl_i(t) = \begin{cases} kl_i(t=0) & \text{при } GP(t) \geq GP \min \\ f(GP(t) / GP \min) & \text{при } GP(t) < GP \min \end{cases}$$

где:

$kl_i(t)$ - текущие производительности труда по отраслям;

$kl_i(t=0)$ - номинальные производительности труда;

$GP(t)$ - текущее значение объема гражданского потребления, соответствующее сумме объемов конечной продукции отраслей, определяющей жизненный уровень населения;

$GP \min$ - минимально допустимый уровень гражданского потребления;

f - функция, характеризующая снижение производительности при снижении уровня гражданского потребления.

В случае принятой в модели линейной зависимости при $GP(t) \geq GP_{\min}$:

$$kl_i(t) = kl_i(t=0) \cdot GP(t) / GP_{\min}$$

8. Включение загрязнителей и других видов воздействия экономической деятельности на окружающую среду в общий объем гражданского потребления, т.е. в национальный доход на душу населения как показатель благосостояния требует установления приемлемых норм воздействия на окружающую среду, а так же, фактического и физического описания и измерения выпуска и уничтожения загрязнителей экономической системой.

9. Уменьшение поставок от любой из отраслей приведет к снижению в той же пропорции валов всех отраслей, в том числе и фондообразующих не позднее, чем через 2 такта обмена поставками (следует из анализа имеющихся матриц МОБ различных государств с учетом принятой производственной функции следует).

Ограничение конечного потребления на минимально допустимом уровне позволяет увеличить долю поставок от пораженной отрасли, тогда

$$x_{ij}(t) = x1_{ij}(t) \cdot (1 - (X_{O_i}(t) \cdot (1 - kpos_i) \cdot kmgp_i) / X_i(t)) / kpos_i$$

где:

$x_{ij}(t)$ -поставки от i -ой отрасли к j -ой после перераспределения вала;

$x1_{ij}(t)$ -поставки от i -ой отрасли к j -ой без перераспределения;

$X_{O_i}(t)$ -номинальный вал i -ой отрасли (до воздействия);

$kpos_i$ доля вала отрасли i , идущая на поставки в соответствии с МОБ;

$kmgp_i$ доля конечного продукта отрасли i , соответствующая минимально допустимому уровню гражданского потребления.

$X_i(t)$ -вал отрасли i в момент t ;

10. Импорт товаров отражается в матрице МОБ отрицательными значениями в столбце квадранта конечного потребления. Если импорт товара i , то есть отрицательная величина, окажется больше конечного внутреннего потребления этого товара, соответствующий конечный спрос Y_i окажется отрицательным. Когда Y_i уменьшается, валовой выпуск всех секторов, и особенно валовой выпуск X_i , должен (как следствие) уменьшаться. В какой-то момент этот выпуск достигнет нуля, что означает, что весь прямой и косвенный спрос на этот товар будет покрываться за счет импорта. Соответствующая национальная отрасль производства автоматически исчезает из эндогенной части таблицы межотраслевого баланса. Импорт товаров называется неконкурентным, когда даже

значительное возрастание спроса не приводит к возникновению их производства в стране (например, в случае ряда полезных ископаемых из-за их отсутствия на территории государства).

11. Влияние новых технологий учитывается:

-при повышении эффективности существующего способа производства изменением коэффициентов фондоотдачи и производительности труда (см. п. 1),

-при изменении требуемых при производстве затрат сырья и полуфабрикатов изменением коэффициентов прямых затрат.

Кроме того, методика позволяет учесть влияние новых технологий на требуемые структуру и объемы основных фондов, величины лагов введения в строй и освоения новых и восстанавливаемых мощностей, на время мобилизационного развертывания, на темпы перераспределения людских ресурсов, на изменение производительности труда при снижении уровня потребления в периоды конфликтов.

Выводы

Наиболее существенно влияющими на процесс реализации программ и планов развития авиации являются такие виды риска как финансово-экономический, научно-технический, производственно-технологический.

В данной работе речь идет о модельно-методическом аппарате, создаваемом в интересах оценки производственно-технологического риска, обусловленного старением основных производственных фондов, утратой предприятиями технологий, отсутствием комплектующих изделий, оттоком квалифицированных кадров и др.

Предлагаемый подход к оценке производственно-технологического риска основывается на моделировании функционирования научно-производственной базы создания авиационной техники с использованием концепции межотраслевого баланса и анализе устойчивости функционирования научно-производственной базы с использованием концепции предельных (критических) значений показателей безопасности.

Библиографический список

1. О.Н. Дмитриев, С.Х. Екшембиев, Ж.И. Любаева, Ю.А. Ковальков, Э.С. Минаев Стратегическое управление авиационно-промышленной корпорацией России – М., издательство «КноРус», 2007 – 566 с.
2. С.Д. Бодрунов, О.Н. Дмитриев, Ю.А. Ковальков Авиационно-промышленный комплекс России на рубеже XXI века. Проблемы эффективного управления. В 2 частях. Часть 1. – М., издательство «Аэрокосмическое оборудование», 2002 – 552 с.

3. В.В. Леонтьев Межотраслевая экономика – М., издательство «Экономика», 1997 – 479 с.
4. В.Л. Макаров, А.Е. Варшавский Наука и высокие технологии России на рубеже третьего тысячелетия – М., издательство «Наука», 2001 – 636 с.

Сведения об авторах

ЖЕРЕБИН Александр Михайлович, профессор, заместитель генерального директора ГНЦ РФ ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем», д.т.н., тел.: (499)157-53-81, e-mail: zham@gosniias.ru

КРОПОВА Валентина Владимировна, начальник лаборатории ГНЦ РФ ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем», к.т.н., тел.: (499)157-94-62, e-mail: VVKropova@mail.ru