

ОЦЕНКА РЕАЛИЗУЕМОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОГРАММ В АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

П.А. Дроговоз¹
Н.С. Ефимова²
В.Д. Калачанов²

drogovoz@bmstu.ru
efimova_ns@mail.ru
kaf506@mai.ru

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

² Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва, Российская Федерация

Аннотация

Проведен анализ эффективного развития производственного потенциала отечественной авиационной промышленности. Разработана методика расчета обобщающих показателей оценки реализуемости производственных программ на уровне технологических переделов и видов авиационного производства. Применение такой методики позволит более обоснованно определить материалоемкость новых видов авиационной продукции и производительность нового оборудования и в конечном счете оценить реализуемость перспективных производственных планов. Мониторинг производственных показателей отечественной авиационной промышленности сможет дать новый импульс исследованиям в области организации разработки, производства и обслуживания наукоемкой продукции с учетом ее специфики. Несмотря на большую ценность научных исследований трудов целого ряда ученых в области организации производства на предприятиях, в настоящее время имеются нерешенные проблемы промышленно-технологического характера

Ключевые слова

Авиационная промышленность, оптимизация, ключевые показатели, производственная программа, высокотехнологичное производство, наукоемкая продукция, мониторинг производственных процессов

Поступила 18.03.2019

Принята 11.10.2019

© Авторы, 2020

Введение. В настоящее время для любого авиационного предприятия актуальной проблемой является разработка методов мониторинга развития производственного потенциала. Важным, по мнению авторов, является внедрение комплекса показателей, которые рассчитываются с большой степенью точности и должны быть использованы для анализа эффективности работы такого предприятия. Важным этапом оптимизации организации

производства при создании наукоемкой продукции на предприятиях авиационной промышленности должно являться повышение качества производственных показателей, которые включают в себя комплекс показателей объемов производства и выпуска наукоемкой техники. Внедрение на предприятиях таких показателей и их мониторинг позволит своевременно определять необходимость проведения производственных преобразований в наукоемких отраслях промышленности для оптимизации предприятий. Применение на авиационных предприятиях методики оценки реализуемости производственных программ позволит определить динамику и диапазоны конкурентоспособности наукоемкой продукции и повысить уровень производственного потенциала этих предприятий.

В целях разработки оценки реализуемости производственных программ на авиационных предприятиях необходимо использовать единый понятийный аппарат и методологический инструментарий для оценки их конкурентоспособности. Множество ее определений свидетельствует о сложности этой экономической категории и возможности разнопланового исследования [1–3]. В настоящее время в мировой литературе много внимания уделяется вопросам повышения конкурентоустойчивости отраслей промышленности в целом.

Материалы и методы задач, принятые допущения. В настоящее время авиационная промышленность обеспечивает интеллектуальную составляющую авиационных вооружений и военной техники — существенную долю общей стоимости производимых авиационных изделий.

К числу основных проблем, характеризующих современное состояние и условия функционирования авиационных предприятий можно отнести следующие: недостаточное бюджетное финансирование по государственному оборонному заказу, недозагрузка производственных мощностей, значительное ограничение самостоятельной деятельности предприятий на внешнем рынке со стороны государства.

В настоящее время выделяются следующие главные стратегические задачи развития авиационной промышленности [4–6].

1. Внедрение системного планирования процессов проектирования и производства оборонной наукоемкой продукции, в том числе военной техники и компонентов, промышленных технологий, рационального производственного кооперирования.

2. Существенное сокращение накопленного технологического отставания, в том числе за счет комплексного технического перевооружения имеющихся и создания новых современных производств [7, 8].

3. Снижение удельных издержек за счет сокращения избыточных мощностей, рациональной специализации предприятий, в том числе путем создания межотраслевых холдинговых технологических центров, догрузки мощностей за счет гражданской продукции и создание кооперативной системы управления издержками.

4. Поэтапный переход на современные информационные технологии проектирования, организации производства и сервисного обслуживания продукции, производимой авиапредприятиями [9, 10].

Для достижения поставленных целей необходимо:

- содействовать разработке глобально конкурентоспособной продукции авиационной промышленности;
- продвигать продукцию авиационной промышленности на мировом рынке.

В современных работах, посвященных анализу реализуемости текущих и перспективных производственных планов на уровне отдельных авиапредприятий и производств, предлагается использовать следующую модель [11–13]. Допустим, предприятие может выпускать виды продукции, обозначаемые индексами $i = 1, 2, \dots, n$. В выпуске продукции участвуют различные виды производств (например, заготовительное, механообработывающее, сварочное и др.), обозначаемые индексами $j = 1, \dots, m$. Введем следующие условные обозначения: $q^i(t)$ — выпуск продукции вида i в году t , $i = 1, 2, \dots, n$; a_j^i , $i = 1, 2, \dots, n$, $j = 1, \dots, m$, — технологический коэффициент материалоемкости, показывающий, сколько единиц продукции j -го производства (например, тонн литья, квадратных метров покрытий и т. п.) необходимо для выпуска единицы продукции вида i . Он предполагается стабильным на протяжении длительного времени, поскольку его значение обусловлено конструкцией и технологией производства данного вида продукции. Таким образом, при заданных выпусках конечной продукции можно оценить суммарные объемы выпуска отдельных производств данного предприятия в году $t \{q_j(t)\}$, $j = 1, \dots, m$, суммируя объемы выпуска, необходимые для производства всех видов конечной продукции, следующим образом:

$$q_j(t) = \sum_{i=1}^n a_j^i q^i(t), \quad j = 1, \dots, m. \quad (1)$$

Для любого высокотехнологичного производства этот суммарный выпуск подчиняется мощностному ограничению: $q_j(t) \leq V_j(t)$, $j = 1, \dots, m$, где $V_j(t)$ — мощность j -го производства в году t .

Можно оценить коэффициент использования мощности j -го производства данного предприятия в году t по формуле

$$k_j(t) = \frac{q_j(t)}{V_j(t)}, \quad j = 1, \dots, m. \quad (2)$$

Ни для одного вида производств данного авиапредприятия в любой момент времени коэффициент использования мощности не может превышать 100 %.

На программу выпуска продукции различных видов накладываются следующие ограничения (при условии линейности технологии, т. е. постоянства технологических коэффициентов, они представляют собой систему линейных неравенств):

$$\sum_{i=1}^n a_j^i q^i(t) \leq V_j(t), \quad j = 1, \dots, m. \quad (3)$$

Обозначим $N_j(t)$ — число единиц оборудования j -го производства в году t . Оценить среднюю натуральную производительность единицы оборудования j -го производства можно по формуле

$$v_j = \frac{V_j(t)}{N_j(t)}, \quad j = 1, \dots, m. \quad (4)$$

На основе инвестиционных программ развития материально-технической базы предприятия для каждого j -го производства в году t можно оценить прирост производственной мощности j -го производства в году t : $V_j^+(t) = v_j \cdot N_j^+(t)$, $j = 1, \dots, m$, где $N_j^+(t)$, $j = 1, \dots, m$, — запланированный прирост числа единиц оборудования данного вида производства в году t .

Получить на практике значения средней производительности единицы оборудования можно, взяв в качестве базового один из прошедших годов t_0 (либо усреднив соответствующие данные за несколько прошлых лет) и предположив, что в дальнейшем эти удельные величины существенно не изменятся:

$$v_j \approx \frac{V_j(t_0)}{N_j(t_0)}, \quad j = 1, \dots, m. \quad (5)$$

При прогнозировании динамики производственных мощностей весьма сложная проблема возникает в части оценки объемов выбытия основных фондов. Как правило, принимается следующая упрощенная

гипотеза: выпуск новых видов продукции возможен только на основе новой материально-технической базы в силу более жестких требований, предъявляемых к качеству производственных процессов, необходимости реализации прогрессивных технологий и т. д. Таким образом, и текущие производственные возможности предприятий по выпуску новой продукции определяются именно наличием нового оборудования (согласно наиболее часто используемым правилам учета — со сроком использования не более 5 лет). В то же время за период планирования, характерный для среднесрочных перспективных производственных планов отрасли (в пределах 10 лет), можно ожидать, что массового выбытия нового оборудования не будет. Что касается долгосрочных планов (более 10–15 лет), то детализированный прогноз вряд ли будет достоверным и можно ограничиться лишь оценкой полных планируемых объемов инвестиций для обеспечения материально-технической базы [14, 15].

Итак, если не учитывать выбытие нового оборудования балансы его количества и мощности для каждого вида производства и каждого будущего года планового периода $t = 1, 2, 3, \dots, T-1$ (год $t = 1$ — текущий) можно записать следующим образом:

$$N_j^{\text{НОВ}}(t+1) = N_j^{\text{НОВ}}(1) + \sum_{s=1}^t N_j^+(s), \quad (6)$$

$$V_j^{\text{НОВ}}(t+1) = V_j^{\text{НОВ}}(1) + \sum_{s=1}^t V_j^+(s), \quad j = 1, \dots, m, \quad t = 1, 2, \dots, T-1.$$

Далее необходимо оценить для каждого года планового периода $t = 1, 2, \dots, T$ уровень мощностей каждого вида производств данного высокотехнологичного авиационного предприятия, потребный для выполнения перспективной программы выпуска новой продукции. Он определяется плановой трудоемкостью производственной программы (в части выпуска новой продукции) данного производства в году t , $q_j^{\text{НОВ}}(t)$. В свою очередь, ее можно оценить на основе агрегированной материалоемкости новой продукции $a_j^{\text{НОВ}}$, которую можно приближенно определить, сопоставляя в выбранном базовом году t_0 выпуск продукции нового поколения $q^{\text{НОВ}}(t_0)$ и трудоемкость производственной программы j -го производства в части выпуска продукции нового поколения $q_j^{\text{НОВ}}(t_0)$.

Последняя величина не может быть определена на основании данных предприятия. Приближенно ее можно оценить, умножив общую трудоемкость производственной программы j -го производства $q_j(t_0)$ на долю

новой продукции (она рассматривается в виде продуктового агрегата) в общей производственной программе предприятия в базовом году. На основе данных предприятия можно оценить эту долю следующим образом:

$$\alpha^{\text{нов}}(t_0) = \frac{q^{\text{нов}}(t_0)}{q^{\Sigma}(t_0)} \text{ — в натуральном выражении}$$

или

$$\alpha^{\text{нов}}(t_0) = \frac{Q^{\text{нов}}(t_0)}{Q^{\Sigma}(t_0)} \text{ — в стоимостном выражении, что, вероятно,}$$

более корректно в силу разнообразия видов продукции и возможной несопоставимости их натуральных объемов.

Здесь $q^{\Sigma}(t) = \sum_{i=1}^n q^i(t)$; $Q^{\Sigma}(t) = \sum_{i=1}^n Q^i(t) = \sum_{i=1}^n p^i(t)q^i(t)$ — суммарные

объемы продукции, где $q^i(t)$ и $p^i(t)$ — натуральный выпуск и цена единицы продукции вида i в году t .

Итак, трудоемкость производственной программы j -го производства в части выпуска продукции нового поколения в базовом году определяется как

$$q_j^{\text{нов}}(t_0) = \alpha^{\text{нов}}(t_0) q_j(t_0) = \frac{q^{\text{нов}}(t_0)}{q^{\Sigma}(t_0)} q_j(t_0), \quad j = 1, \dots, m, \quad (7)$$

из чего следует, что коэффициент материалоемкости новой продукции можно определить по следующей формуле:

$$a_j^{\text{нов}} = \frac{q_j^{\text{нов}}(t_0)}{q^{\text{нов}}(t_0)} = \alpha^{\text{нов}}(t_0) \frac{q_j(t_0)}{q^{\text{нов}}(t_0)} = \frac{q_j(t_0)}{q^{\Sigma}(t_0)}, \quad j = 1, \dots, m. \quad (8)$$

Таким образом, потребный уровень мощностей нового оборудования j -го производства в году t можно оценить следующим образом:

$$V_j^{\text{потреб}}(t) = a_j^{\text{нов}} q^{\text{нов}}(t), \quad j = 1, \dots, m, \quad t = 1, 2, \dots, T. \quad (9)$$

Сопоставляя планируемый (при заданной программе ввода нового оборудования в строй $\{N_j^+(t)\}$) уровень мощности j -го производства в году t $V_j^{\text{нов}}(t)$ с потребным для выполнения производственной программы уровнем мощности данного производства $V_j^{\text{потреб}}(t)$, можно сделать выводы о достаточности уровня мощностей конкретных производств данного предприятия для успешного выполнения производственных планов [16, 17].

Фактически все приведенные оценки потребной численности парка оборудования и реализуемости производственных программ предприятий основаны на следующих важных допущениях: основу перспективных производственных планов составляют изделия нового поколения; новая продукция выпускается исключительно на новом оборудовании, которое в пределах периода планирования не выбывает из строя; на основе текущих данных достоверно оценивается производительность нового оборудования, а также агрегированная материалоемкость продукции нового поколения и экстраполируются на весь период планирования.

В то же время оценка текущего объема, стоимости, мощности и производительности нового оборудования представляет собой отдельную проблему. На первый взгляд, основываясь на данных предприятий, достаточно оценить долю относительно современного производственного оборудования в общей численности парка оборудования; сопоставив ее с текущей мощностью производства в целом, можно определить его мощность по следующей формуле:

$$V_j^{\text{нов}}(1) = V_j(1) \frac{N_j^{\text{нов}}(1)}{N_j(1)} = \frac{q_j(1)}{k_j(1)} \frac{N_j^{\text{нов}}(1)}{N_j(1)} = v_j^{\text{нов}} N_j^{\text{нов}}, \quad j = 1, \dots, m. \quad (10)$$

Соответственно производительность нового оборудования для данного производства определяется как отношение мощности нового оборудования к численности парка нового оборудования:

$$v_j^{\text{нов}} = \frac{V_j^{\text{нов}}(1)}{N_j^{\text{нов}}(1)} = \frac{V_j(1)}{N_j(1)} = \frac{q_j(1)}{k_j(1)} \frac{1}{N_j(1)} = v_j, \quad j = 1, \dots, m, \quad (11)$$

т. е. средняя производительность нового оборудования принимается равной таковой для всего парка оборудования данного производства в целом (а иные оценки и невозможно сделать, не имея информации о загрузке оборудования, дифференцированной по возрастным группам). Однако такие оценки будут некорректными, а точнее — заниженными, по следующим причинам [18, 19].

1. Новые технологии и виды оборудования повышают производительность труда и фондоотдачу и вполне могут обеспечить больший выпуск продукции меньшим числом единиц оборудования.

2. В авиапромышленности происходит, но еще не завершена кардинальная производственная реструктуризация, в результате которой должны сформироваться специализированные высокотехнологичные производства, выпускающие отдельные компоненты или выполняющие определенные

технологические операции для создания финальных изделий. Такая специализация, предметная или технологическая, также повышает эффективность использования оборудования иногда в несколько раз.

Аналогично в описанной методике фактически считается, что материалоемкости производства продукции нового поколения для каждого вида производства равны средним для всего ассортимента продукции. Трудоемкость производственной программы j -го производства в части выпуска продукции нового поколения оценивалась как произведение суммарной трудоемкости производственной программы данного производства и доли новой продукции:

$$a_j^{\text{нов}} = \frac{q_j^{\text{нов}}(t_0)}{q^{\text{нов}}(t_0)} = \alpha^{\text{нов}}(t_0) \frac{q_j(t_0)}{q^{\text{нов}}(t_0)} = \frac{q_j(t_0)}{q^{\Sigma}(t_0)} = a_j, \quad j = 1, \dots, m. \quad (12)$$

Однако и такое допущение может быть принципиально некорректным. Переход к выпуску новой наукоемкой техники сопряжен со значительными структурными сдвигами в части используемых технологий и относительного вклада различных производств. Можно оценить агрегированную материалоемкость продукции нового поколения более корректно (не прибегая к описанному ранее допущению $q_j^{\text{нов}}(t_0) = \alpha^{\text{нов}}(t_0) q_j(t_0)$, сильно искажающему результаты) при наличии информации о трудоемкости производственной программы каждого производства данного предприятия именно в части выпуска новой продукции $q_j^{\text{нов}}(t_0)$. Теоретически, если имеются отчетные данные за несколько прошедших лет и коэффициенты материалоемкости для каждой группы изделий («переходные» и нового поколения) являются стабильными, то можно оценить их значения, пользуясь следующей линейной регрессионной моделью [20, 21]:

$$q_j(t_{\text{баз}}) = a_j^{\text{нов}} q^{\text{нов}}(t_{\text{баз}}) + a_j^{\text{перех}} q^{\text{перех}}(t_{\text{баз}}) + e_j(t_{\text{баз}}), \quad (13)$$

где $\{t_{\text{баз}}\}$ — годы базового периода; $a_j^{\text{нов}}$, $a_j^{\text{перех}}$ — коэффициенты материалоемкости (по j -му производству) продукции нового поколения и «переходных» типов; $q^{\text{нов}}(t_{\text{баз}})$, $q^{\text{перех}}(t_{\text{баз}})$ — агрегированные выпуски продукции нового поколения и «переходных» типов в году $t_{\text{баз}}$; $e_j(t_{\text{баз}})$ — ошибка (невязка) модели по j -му производству в году $t_{\text{баз}}$.

Как указано ранее, на основе данных предприятия можно оценить долю продукции нового поколения $\alpha^{\text{нов}}(t)$ в производственной программе предприятия и долю относительно современного оборудования

(например, возраст которого не превышает 5 лет) в общей численности парка оборудования j -го производства этого предприятия:

$$\beta_j^{\text{нов}}(t) = \frac{N_j^{\text{нов}}(t)}{N_j(t)}, \quad j = 1, \dots, m. \quad (14)$$

Сопоставление этих долей, а также коэффициентов загрузки оборудования для каждого вида производства данного предприятия позволяет сделать некоторые выводы относительно технологий производства изделий различных типов, а также эффективности использования оборудования.

Если предположить, что вся производственная программа предприятия для данного вида производства уже выполняется исключительно на новом оборудовании, можно получить верхнюю оценку его производительности следующим образом:

$$\hat{v}_j^{\text{нов}} = \frac{q_j(t)}{N_j^{\text{нов}}(t) k_j^{\text{нов}}(t)}, \quad j = 1, \dots, m. \quad (15)$$

Напротив, если предположить, что новое оборудование используется только для выпуска изделий нового поколения, можно получить нижнюю оценку его производительности:

$$\check{v}_j^{\text{нов}} = \frac{q_j(t) \alpha_j^{\text{нов}}(t)}{N_j^{\text{нов}}(t) k_j^{\text{нов}}(t)}, \quad j = 1, \dots, m. \quad (16)$$

Однако в обоих случаях необходимо знать коэффициенты загрузки нового оборудования $\{k_j^{\text{нов}}(t)\}$. В принципе, при фиксированном значении такого усредненного коэффициента коэффициент загрузки именно нового оборудования может лежать в весьма широком диапазоне — в общем случае от 0 до 100 % [22].

На авиапредприятиях экономически целесообразно разработать и внедрить типовые формы оценки реализуемости производственных программ. Мониторинг предлагаемой оценки позволит определить уровень мощностей отдельных производств и своевременно в рамках инвестиционных и производственных программ предприятий внести корректировки. Предлагается объединить все виды продукции предприятия в две укрупненные группы: продукция нового технологического уровня, требующая новых технологий и оборудования; прочая продукция.

В предлагаемой форме 1 «Выпуск продукции и его изменение» (табл. 1) указываются фактические значения выпуска (стоимостный и натуральный) продукции каждой перечисленной категории за 2015 г. и плановые значения выпуска на каждый год планового периода 2017–2020 гг.

Форма 1. «Выпуск продукции и его изменение»

Категория продукции ($i = 1, 2$)	Год (t)	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Изделия нового технологического уровня ($i = 1$)	Натуральный выпуск, ед. ($q^1(t)$)						
	Стоимостный выпуск, тыс. р. ($x^1(t)$)						
Прочая продукция ($i = 2$)	Натуральный выпуск, ед. ($q^2(t)$)						
	Стоимостный выпуск, тыс. р. ($x^2(t)$)						
Относительное изменение выпуска по сравнению с 2017 г.							
Категория продукции ($i = 1, 2$)	Год (t)	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Изделия нового технологического уровня ($i = 1$)	Натуральный выпуск						
	Стоимостный выпуск						
Прочая продукция ($i = 2$)	Натуральный выпуск						
	Стоимостный выпуск						

Оборудование может быть сгруппировано по видам производств либо объединено в более крупные группы: оборудование основного производства; оборудование вспомогательного производства; испытательное и экспериментально-стендовое оборудование и др.

В свою очередь, внутри каждой группы оборудование следует разделить на следующие категории: *A* — оборудование, позволяющее реализовать прогрессивные технологии, необходимые для производства продукции нового технологического уровня; *B* — морально устаревшее оборудование, которое не может применяться для производства продукции нового технологического уровня; *C* — прочее оборудование, которое может использоваться как для производства продукции нового технологического уровня, так и для производства прочей продукции.

В предлагаемой форме 2 «Использование и потребная численность парка оборудования» (табл. 2) указываются фактическая численность

парка оборудования перечисленных категорий в 2015 г., а также интегральный коэффициент использования оборудования каждой категории в 2015 г. (суммарный) и в рамках программы производства каждой категории продукции (нового технологического уровня и прочей). На основе этих данных рассчитывается минимально потребная численность парка оборудования каждой категории на каждый год планового периода 2017–2020 гг.

Таблица 2

Форма 2. «Использование и потребная численность парка оборудования»

Группа оборудования (основное, вспомогательное, экспериментально-стендовое и др.)			
Категория оборудования ($j = A, B, C$)	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
Численность парка оборудования в 2015 г., ед. ($N_j(2015)$)			
Интегральный коэффициент использования оборудования в 2015 г. ($k_j(2015)$)			
В том числе в рамках программы производства			
Продукции нового технологического уровня ($k_j^1(2015)$)			
Прочей продукции ($k_j^2(2015)$)			
Минимальная потребная (для выполнения производственной программы) численность парка оборудования ($N_j^{\text{потреб}}(t)$; $j = A, B, C$; $t = 2015-2020$ гг.), ед.			
Год ($t = 2015-2020$ гг.) / категория оборудования ($j = A, B, C$)	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
Минимальная потребная (для выполнения производственной программы) численность парка оборудования ($N_j^{\text{потреб}}(t)$; $j = A, B, C$; $t = 2015-2020$ гг.), ед.			
2015			
2016			
2017			
2018			
2019			
2020			

Динамика изменения численности парка оборудования прогнозируется на основе данных о состоянии оборудования и принятой инвестиционной программы предприятия.

В предлагаемой форме 3 «Динамика инвестиций и объема основных фондов»* (табл. 3) указываются фактические объемы ввода в строй (натуральные и стоимостные) оборудования каждой перечисленной категории в 2015 г. Для морально устаревшего оборудования здесь и далее рассматривается капитальный ремонт, поскольку закупка и ввод в строй нового оборудования данной категории невозможны либо неэффективны.

Результаты. На основании полученной в формах 2 и 3 необходимой и прогнозной численности парка оборудования каждой категории можно дать объективную расчетную оценку реализуемости производственной программы предприятия (в части обеспеченности материально-технической базой), а также оценку потребности в дополнительных инвестициях для обеспечения ее реализуемости. В предлагаемой форме 4 «Оценка обеспеченности реализации производственных программ и объема необходимых дополнительных мероприятий» (табл. 4) для каждого года планового периода 2019–2020 гг. и для каждой перечисленной категории оборудования сопоставляются необходимая и прогнозная численности парка оборудования, а также делаются выводы об обеспеченности реализации производственных программ производственной базой следующим образом:

– если потребная численность парка всех категорий оборудования в данном году не превышает прогнозной численности, делается вывод — «выполнение производственной программы обеспечивается»;

– если хотя бы для одной категории оборудования потребная численность парка превышает прогнозную численность, делается вывод — «возможен дефицит мощностей».

Далее для каждого года планового периода 2017–2020 гг. и для каждой категории оборудования оценивается необходимый для реализации производственной программы дополнительный объем ввода в строй основных фондов (в стоимостном выражении) $\Delta F_j^{+\text{доп}}(t)$:

$$\Delta F_j^{+\text{доп}}(t) = \frac{\Delta F_j^+(2015)}{\Delta N_j^+(2015)} \left[N_j^{\text{потреб}}(t) - N_j^{\text{прогноз}}(t) \right],$$

$$t = 2016 - 2020 \text{ гг.}, \quad (17)$$

где $\Delta N_j^+(2015)$ и $\Delta F_j^+(2015)$ — натуральный (в ед.) и стоимостный (в тыс. р.) объемы ввода в строй оборудования j -й категории в 2015 г.

* Заполняется для каждой группы оборудования (основного, вспомогательного и т. д.) данного предприятия.

Таблица 3

Форма 3. «Динамика инвестиций и объема основных фондов»

Группа оборудования (основное, вспомогательное, экспериментально-стендовое и др.)							
Ввод оборудования в строй							
Категория оборудования ($j = A, B, C$)	Год (t)	2015	2016	2017	2018	2019	2020
A	Натуральный, ед. ($\Delta N_A^+(t)$)						
	Стоимостный, тыс. р. ($\Delta F_A^+(t)$)						
B	Натуральный, ед. ($\Delta N_B^+(t)$)						
	Стоимостный, тыс. р. ($\Delta F_B^+(t)$)						
C	Натуральный, ед. ($\Delta N_C^+(t)$)						
	Стоимостный, тыс. р. ($\Delta F_C^+(t)$)						
Выбытие оборудования в натуральном измерении, ед. ($\Delta N_j^-(t)$; $j = A, B, C$; $t = 2015-2020$ гг.)							
Категория оборудования / год		2017	2018	2019	2020		
A							
B							
C							
Прогнозная численность парка оборудования ($N_j^{\text{прогноз}}(t)$; $j = A, B, C$; $t = 2016-2020$ гг.), ед.*							
Категория оборудования / год		2015	2016	2017	2018	2019	2020
A							
B							
C							

Форма 4. «Оценка обеспеченности реализации производственных программ и объема необходимых дополнительных мероприятий»

Группа оборудования (основное, вспомогательное, экспериментально-стендовое и др.)						
Расчетная оценка обеспеченности реализации производственных программ промышленно-производственной базой						
Категория оборудования ($j = A, B, C$) / год (t)	2015	2016	2017	2018	2019	2020
A						
B						
C						
Необходимый для реализации производственной программы дополнительный объем ввода в строй основных фондов ($\Delta F_j^{+доп}(t)$); $j = A, B, C$; $t = 2016-2020$ гг.)						
Категория оборудования / год	2016	2017	2018	2019	2020	
A						
B						
C						
Интегральная экспертная оценка обеспеченности реализации производственных программ (в части промышленно-производственной базы)						
Степень обеспеченности /год	2016	2017	2018	2019	2020	
Программа выпуска продукции нового технологического уровня						
Программа выпуска прочей продукции						

Процедура оценки реализуемости производственной программы (в части промышленно-производственной базы) завершается интегральной экспертной оценкой обеспеченности реализации производственных программ. Оценка выполняется для каждого года планового периода 2017–2020 гг. и для каждой перечисленной категории продукции (нового технологического уровня и пр.).

Степень обеспеченности указывается на следующих возможных уровнях: достаточная (даже при имеющемся парке оборудования, с учетом его выбытия к соответствующему году); условно-достаточная (при условии

реализации принятой инвестиционной программы); низкая (требуются дополнительные мероприятия сверх принятой программы — пояснить, какие именно с указанием суммы потребных дополнительных расходов); критическая (принятая производственная программа не может быть реализована даже с учетом дополнительных инвестиций и требует корректировки — пояснить причину и необходимое сокращение программы выпуска продукции, в %).

Обсуждение. Поскольку для потенциального развития отечественной авиапромышленности решающее значение имеют процессы технологического перевооружения производства, внедрение новых технологий и оборудования, можно сделать вывод о том, что существующая структура статистической отчетности предприятия не позволяет в достаточной мере точно и достоверно определить производительность оборудования новых типов, а следовательно, и потребные для выполнения перспективных производственных программ значения численности парка оборудования, объемы инвестиций в развитие материально-технической базы различных видов производств на конкретных предприятиях и, в конечном счете, сделать однозначный вывод о реализуемости производственных планов (в части обеспеченности материально-технической базой).

В связи с обнаруженным несоответствием потребного и доступного объемов исходных данных целесообразно рекомендовать ввести дифференцированный учет наличия, возраста и приобретения оборудования по видам производств. Отдельно учитывать коэффициент загрузки нового оборудования (возрастом до 5 лет) и плановую трудоемкость производственной программы выпуска новой продукции. Наличие этих данных позволит более обоснованно определить материалоемкость новых видов продукции и производительность нового оборудования и в итоге оценить реализуемость перспективных производственных планов.

Для этого целесообразно свести исходную информацию и первичные расчеты в следующие формы: «Выпуск продукции и его изменение»; «Использование и потребная численность парка оборудования»; «Динамика инвестиций и объема основных фондов»; «Оценка обеспеченности реализации производственных программ и объема необходимых дополнительных мероприятий». В дальнейшем целесообразно внедрение предложенных типовых форм мониторинга на авиапредприятиях.

Заключение. Современное развитие российской экономики сопровождается глобализацией характера и нарастающим ужесточением конкурентной борьбы на международных рынках высокотехнологичной продукции.

В этих условиях стратегические векторы экономического прогресса России фокусируются на проблеме повышения конкурентоспособности наукоемких отраслей.

В настоящее время наблюдается развитие методического инструментария эффективного управления организацией производства в высокотехнологичных отраслях промышленности. Важным, по мнению авторов, является внедрение комплекса показателей, которые рассчитываются с большой степенью точности и должны быть использованы для анализа итогов работы авиапредприятия. Важным этапом оптимизации организации производства в высокотехнологичных отраслях промышленности должно являться повышение качества производственных показателей, которые включают комплекс показателей объемов производства и производственных мощностей. Внедрение на предприятиях таких показателей позволит своевременно определять необходимость проведения производственных преобразований в авиапромышленности в целях модернизации предприятий, сокращения избыточных производственных мощностей, а на основе применения методики оценки обеспеченности реализации производственных программ предприятий можно сделать вывод о наращивании конкурентных свойств авиационной промышленности и определить динамику и диапазоны конкурентоспособности наукоемкой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Adler P.S. The future of critical management studies: A Paleo-Marxist critique of labour process theory. *Organization Studies*, 2007, vol. 28, no. 9, pp. 1313–1345.
DOI: <https://doi.org/10.1177%2F0170840607080743>
- [2] Батковский А.М., Калачанов В.Д. Моделирование инновационного развития экономических систем. *Вопросы радиоэлектроники*, 2015, № 2, с. 258–279.
- [3] Kim J., MacDuffie J.P., Pil F.K. Employee voice and organizational performance: team versus representative influence. *Hum. Relat.*, 2010, vol. 63, no. 3, pp. 371–394.
DOI: <https://doi.org/10.1177%2F0018726709348936>
- [4] Lee B.H. The political economics of industrial development in the Korean automotive sector. *IJATM*, 2011, vol. 11, no. 2, pp. 137–151.
DOI: <https://doi.org/10.1504/ijatm.2011.039541>
- [5] Li C., Bai Y., Xiang X., et al. To mine coordinated development degrees of high-tech equipment manufacturing industry and logistics industry via an improved grey hierarchy analysis model. *J. Grey Syst.*, 2017, vol. 29, no. 1, pp. 105–119.
- [6] Lyu J., Wang W., Ren Y., et al. An evaluation method for use phase affordability of aviation equipment. *ICSRS*, 2016, pp. 42–45.
DOI: <https://doi.org/10.1109/ICSRS.2016.7815835>

- [7] Мантуров Д.В., Ефимова Н.С. Внедрение систем информационной поддержки наукоемкой продукции при организации производства в авиастроении. *Вооружение и экономика*, 2012, № 3, с. 50–55. URL: <http://www.viek.ru/19/50-55.pdf>
- [8] McNamara C. Overview of organizational performance management: guidelines and resources. *managementhelp.org*: веб-сайт.
URL: <http://managementhelp.org/organizationalperformance/index.html>
(дата обращения: 14.10.2019).
- [9] De Sousa Damiani J.H. Regional development in Brazil and the challenges facing technology-intensive cities: a proposal for a framework of a municipal innovation system. *PICMET*, 2016, pp. 510–522. DOI: <https://doi.org/10.1109/PICMET.2016.7806558>
- [10] Morrissey R., Guarraia P., Pauwels V., et al. Building efficient organizations. *bain.com*: веб-сайт.
URL: <http://www.bain.com/publications/articles/building-efficient-organizations.aspx>
(дата обращения: 14.10.2019).
- [11] Nikezić S., Dželetović M., Vučinić D. Chester Barnard: Organisational-Management Code for the 21st Century. *Procedia-Soc. Behav. Sc.*, 2016, vol. 221, pp. 126–134.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.098>
- [12] Panahifar F., Byrne P.J., Heavey C. ISM analysis of CPFR implementation barriers. *Int. J. Prod. Res.*, 2014, vol. 52, no. 18, pp. 5255–5272.
DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.886789>
- [13] Knutstad G.J., Ravn E. Technology utilization as competitive advantage — a sociotechnical approach to high performance work systems. *Adv. Mat. Res.*, 2014, vol. 1039, pp. 555–561. DOI: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.1039.555>
- [14] Pokrajac S., Nikolić M., Filipović M. Industrial competitiveness as a basis of Serbian reindustrialization. *J. App. Eng. Sc.*, 2016, vol. 14, no. 2, pp. 248–259.
- [15] Radu C. Modern instruments for measuring organizational performance. *Annals of the University of Oradea: Economic Science*, 2010, vol. 1, no. 2, pp. 951–956.
- [16] Rolfsen M., Langeland C. Successful maintenance practice through team autonomy. *Employee Relations. Employee Relations*, 2012, vol. 34, no. 3, pp. 306–321.
DOI: <https://doi.org/10.1108/01425451211217725>
- [17] Sparrow P., Cooper C. Organizational effectiveness, people and performance: new challenges, new research agendas. *JOEPP*, 2014, vol. 1, no. 1, pp. 2–13.
DOI: <https://doi.org/10.1108/JOEPP-01-2014-0004>
- [18] Vonortas N., Zirulia L. Strategic technology alliances and networks. *EINT*, 2015, vol. 24, no. 5, pp. 490–509. DOI: <https://doi.org/10.1080/10438599.2014.988517>
- [19] Ефимова Н.С. Формирование методов информационной поддержки процессов развития наукоемкой продукции в условиях информационной безопасности предприятия. *Вестник МАИ*, 2015, № 2, с. 214–220.
- [20] Batkovskiy A.M., Fomina A.V., Batkovskiy M.A., et al. Implementation risks in investment projects on boosting high-tech business production capacity: analysis and management. *JAES*, 2016, vol. 16, no. 4, pp. 1200–1209.

[21] Chursin A., Drogovoz P., Sadovskaya T., et al. A linear model of economic and technological shocks in science-intensive industries. *JAES*, 2017, vol. 12, no. 6, pp. 1567–1577.

[22] Chursin A., Drogovoz P., Sadovskaya T., et al. The dynamic model of elements' interaction within system of science-intensive production under unstable macroeconomic conditions. *JAES*, 2017, vol. 12, no. 5, pp. 1520–1530.

Дроговоз Павел Анатольевич — д-р экон. наук, профессор, заведующий кафедрой «Предпринимательство и внешнеэкономическая деятельность» МГТУ им. Н.Э. Баумана (Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1).

Ефимова Наталья Сергеевна — канд. экон. наук, доцент кафедры «Управление высокотехнологичными предприятиями» Московского авиационного института (национального исследовательского университета) (Российская Федерация, 125993, Москва, Волоколамское ш., д. 4).

Калачанов Вячеслав Дмитриевич — д-р экон. наук, заведующий кафедрой «Управление высокотехнологичными предприятиями» Московского авиационного института (национального исследовательского университета) (Российская Федерация, 125993, Москва, Волоколамское ш., д. 4).

Просьба ссылаться на эту статью следующим образом:

Дроговоз П.А., Ефимова Н.С., Калачанов В.Д. Оценка реализуемости производственных программ в авиационной промышленности. *Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение*, 2020, № 2, с. 88–108.

DOI: <https://doi.org/10.18698/0236-3941-2020-2-88-108>

ASSESSMENT OF PRODUCTION PROGRAM FEASIBILITY IN AVIATION INDUSTRY

P.A. Drogovoz¹

drogovoz@bmstu.ru

N.S. Efimova²

efimova_ns@mail.ru

V.D. Kalachanov²

kaf506@mai.ru

¹ Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

² Moscow Aviation Institute (National Research University),
Moscow, Russian Federation

Abstract

The purpose of the study was to analyze the effective development of the production potential of the domestic industry of aviation engineering. We developed a method for calculating the summarizing indicators of assessing the feasibility of production programs of the aviation industry at the level of technological conversions and types of aircraft production.

Keywords

Aviation industry, optimization, key indicators, production program, hi-tech production, knowledge-intensive products, process monitoring

The application of such method will make it possible to more reasonably determine the material consumption of new types of aviation products and the productivity of new equipment, and, ultimately, assess the feasibility of promising production plans. Monitoring of production indicators of the domestic aviation engineering industry will encourage new research in the field of organizing the development, production and maintenance of hi-tech products, taking into account its specificity. Although plenty of important scientific research has been carried out by scientists in the field of organization of production at enterprises, there are currently unsolved problems of industrial-technological nature

Received 18.03.2019

Accepted 11.10.2019

© Author(s), 2020

REFERENCES

- [1] Adler P.S. The future of critical management studies: A Paleo-Marxist critique of labour process theory. *Organization Studies*, 2007, vol. 28, no. 9, pp. 1313–1345. DOI: <https://doi.org/10.1177%2F0170840607080743>
- [2] Batkovskiy A.M., Kalachanov V.D. Modeling innovation development economic systems. *Voprosy radioelektroniki*, 2015, no. 2, pp. 258–279 (in Russ.).
- [3] Kim J., MacDuffie J.P., Pil F.K. Employee voice and organizational performance: team versus representative influence. *Hum. Relat.*, 2010, vol. 63, no. 3, pp. 371–394. DOI: <https://doi.org/10.1177%2F0018726709348936>
- [4] Lee B.H. The political economics of industrial development in the Korean automotive sector. *IJATM*, 2011, vol. 11, no. 2, pp. 137–151. DOI: <https://doi.org/10.1504/ijatm.2011.039541>
- [5] Li C., Bai Y., Xiang X., et al. To mine coordinated development degrees of high-tech equipment manufacturing industry and logistics industry via an improved grey hierarchy analysis model. *J. Grey Syst.*, 2017, vol. 29, no. 1, pp. 105–119.
- [6] Lyu J., Wang W., Ren Y., et al. An evaluation method for use phase affordability of aviation equipment. *ICSRS*, 2016, pp. 42–45. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICSRS.2016.7815835>
- [7] Manturov D.V., Efimova N.S. Introduction of systems of information support of the knowledge-intensive production at the production organization in aircraft industry. *Vooruzhenie i ekonomika* [Armament and Economics], 2012, no. 3, pp. 50–55 (in Russ.). Available at: <http://www.viek.ru/19/50-55.pdf>
- [8] McNamara C. Overview of organizational performance management: guidelines and resources. *managementhelp.org: website*. Available at: <http://managementhelp.org/organizationalperformance/index.html> (accessed: 14.10.2019).

- [9] De Sousa Damiani J.H. Regional development in Brazil and the challenges facing technology-intensive cities: a proposal for a framework of a municipal innovation system. *PICMET*, 2016, pp. 510–522.
DOI: <https://doi.org/10.1109/PICMET.2016.7806558>
- [10] Morrissey R., Guarraia P., Pauwels V., et al. Building efficient organizations. *bain.com: website*. Available at: <http://www.bain.com/publications/articles/building-efficient-organizations.aspx> (accessed: 14.10.2019).
- [11] Nikezić S., Dželetović M., Vučinić D. Chester Barnard: Organisational-Management Code for the 21st Century. *Procedia Soc. Behav. Sc.*, 2016, vol. 221, pp. 126–134.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.098>
- [12] Panahifar F., Byrne P.J., Heavey C. ISM analysis of CPFR implementation barriers. *Int. J. Prod. Res.*, 2014, vol. 52, no. 18, pp. 5255–5272.
DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.886789>
- [13] Knutstad G.J., Ravn E. Technology utilization as competitive advantage — a sociotechnical approach to high performance work systems. *Adv. Mat. Res.*, 2014, vol. 1039, pp. 555–561. DOI: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.1039.555>
- [14] Pokrajac S., Nikolić M., Filipović M. Industrial competitiveness as a basis of Serbian reindustrialization. *J. App. Eng. Sc.*, 2016, vol. 14, no. 2, pp. 248–259.
- [15] Radu C. Modern instruments for measuring organizational performance. *Annals of the University of Oradea: Economic Science*, 2010, vol. 1, no. 2, pp. 951–956.
- [16] Rolfsen M., Langeland C. Successful maintenance practice through team autonomy. *Employee Relations*, 2012, vol. 34, no. 3, pp. 306–321.
DOI: <https://doi.org/10.1108/01425451211217725>
- [17] Sparrow P., Cooper C. Organizational effectiveness, people and performance: new challenges, new research agendas. *JOEPP*, 2014, vol. 1, no. 1, pp. 2–13.
DOI: <https://doi.org/10.1108/JOEPP-01-2014-0004>
- [18] Vonortas N., Zirulia L. Strategic technology alliances and networks. *EINT*, 2015, vol. 24, no. 5, pp. 490–509. DOI: <https://doi.org/10.1080/10438599.2014.988517>
- [19] Efimova N.S. Formation of information support methods for processes of science-intensive production development in the conditions of enterprise information security. *Vestnik MAI [Aerospace MAI Journal]*, 2015, no. 2, pp. 214–220 (in Russ.).
- [20] Batkovskiy A.M., Fomina A.V., Batkovskiy M.A., et al. Implementation risks in investment projects on boosting high-tech business production capacity: analysis and management. *JAES*, 2016, vol. 16, no. 4, pp. 1200–1209.
- [21] Chursin A., Drogovoz P., Sadovskaya T., et al. A linear model of economic and technological shocks in science-intensive industries. *JAES*, 2017, vol. 12, no. 6, pp. 1567–1577.
- [22] Chursin A., Drogovoz P., Sadovskaya T., et al. The dynamic model of elements' interaction within system of science-intensive production under unstable macroeconomic conditions. *JAES*, 2017, vol. 12, no. 5, pp. 1520–1530.

Drogovoz P.A. — Dr. Sc. (Econ.), Professor, Head of the Department of Entrepreneurship and Foreign Economic Activity, Bauman Moscow State Technical University (2-ya Baumanskaya ul. 5, str. 1, Moscow, 105005 Russian Federation).

Efimova N.S. — Cand. Sc. (Econ.), Assoc. Professor, Department of Management of High-Tech Enterprises, Moscow Aviation Institute (National Research University) (Volokolamskoe shosse 4, Moscow, 125993 Russian Federation).

Kalachanov V.D. — Dr. Sc. (Econ.), Professor, Head of the Department of Management of High-Tech Enterprises, Moscow Aviation Institute (National Research University) (Volokolamskoe shosse 4, Moscow, 125993 Russian Federation).

Please cite this article in English as:

Drogovoz P.A., Efimova N.S., Kalachanov V.D. Assessment of production program feasibility in aviation industry. *Herald of the Bauman Moscow State Technical University, Series Mechanical Engineering*, 2020, no. 2, pp. 88–108 (in Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.18698/0236-3941-2020-2-88-108>