

7.5. ПЛАНИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ (НА ПРИМЕРЕ АВИАСТРОЕНИЯ)

Клочков В.В., д.э.н., к.т.н., в.н.с., Институт проблем управления имени В.А. Трапезникова Российской Академии наук, г. Москва; директор департамента, Национальный исследовательский центр «Институт им. Н.Е. Жуковского», г. Жуковский

[Перейти на ГЛАВНОЕ МЕНЮ](#)

[Вернуться к СОДЕРЖАНИЮ](#)

Рассматривается проблема планирования уровня производственных мощностей предприятий и выбора технологий в условиях неопределенности сроков и плановых объемов выпуска продукции. Предложена простая экономико-математическая модель, позволяющая определить области этих факторов риска, в которых наиболее модернизация производства или его полное техническое перевооружение. Иллюстративные расчеты проведены и рекомендации получены для российской авиационной промышленности.

ВВЕДЕНИЕ

Российская высокотехнологичная промышленность в настоящее время переживает весьма сложный этап, на котором друг на друга накладывается сразу несколько взаимосвязанных переходных процессов. Это, во-первых, реструктуризация отраслей – формирование и преобразование интегрированных структур, изменение состава и структуры предприятий. Во-вторых, масштабное техническое перевооружение (которое тесно связано с реструктуризацией, поскольку она влияет на объемы и структуру создаваемых производственных мощностей). В-третьих, во многих отраслях происходит освоение выпуска новых поколений продукции, которые требуют нового уровня производственных технологий. Все эти процессы являются чрезвычайно ресурсоемкими. Кроме того, они требуют принятия уже в ближайшие 1-3 года ответственных стратегических решений (о структуре предприятий и производственных мощностей, об уровне производственного потенциала – количественном и качественном), последствия которых будут проявляться на протяжении десятилетий. Эти решения приходится принимать в условиях жестких ограничений (на финансовые и другие ресурсы, на время выполнения приоритетных производственных программ и т.п.), а также – высокой неопределенности условий работы предприятий и отраслей в целом. Можно ли в таких условиях выработать рациональные решения о развитии производственного потенциала, которые, несмотря на описанные неблагоприятные (для планирования) факторы, обеспечат приемлемые результаты развития отрасли? Здесь предлагается ряд методов решения этих проблем, ориентированных на специфику авиастроения, одной из приоритетных отраслей российской высокотехнологичной промышленности. При этом общие методологические подходы могут оказаться полезными и в других отраслях.

На процессы развития производственного потенциала предприятий и отраслей промышленности влияют несколько определяющих факторов:

- производственные программы предприятий и интегрированных структур (ИС) отрасли;
- располагаемые инвестиционные ресурсы;

- цены и возможности приобретения оборудования и технологий в рамках технического перевооружения предприятий;
- принципы выбора технологий для выполнения производственных планов в рамках располагаемых инвестиционных ресурсов.

В части располагаемых инвестиционных ресурсов в краткосрочный, до 3 лет, период основное влияние на развитие материально-технической базы (МТБ) отрасли окажут:

- во-первых, решения государственных органов власти, принимающих решения о выделении средств на развитие МТБ;
- и, во-вторых, возможности государственного бюджета (в существенно меньшей степени – собственные средства предприятий, которые в большинстве своем не располагают достаточными свободными денежными потоками).

На протяжении этого периода в такой инертной, «долгосрочной» отрасли, как авиастроение, еще не успеет проявиться долгосрочное влияние нынешних инвестиций на производственный потенциал предприятий, конкурентоспособность их продукции и объемы ее выпуска, финансовые результаты работы предприятий и свободный денежный поток собственных средств, которые могли бы быть направлены в том числе на развитие производственного потенциала предприятий и ИС. Такие долговременные эффекты, рассмотренные, например, в работах [8, 10], в данном случае не успеют оказать существенного влияния на развитие МТБ отрасли. Основным источником инвестиций в развитие МТБ отрасли в указанный период остается государственный бюджет, причем финансирование развития МТБ осуществляется в основном по линии двух программ – Государственной программы «Развитие авиационной промышленности РФ на период до 2025 г.» [1] и Федеральной целевой программы «Развитие оборонно-промышленного комплекса РФ на период 2011-2020 гг.» (в дальнейшем – Государственной программы с аналогичным названием, но на очередной период [2]). Объемы финансирования в рамках этих программ и сроки выделения средств подвержены рискам изменения (в худшую сторону) по причине сокращения возможностей федерального бюджета Российской Федерации в условиях продолжающегося экономического кризиса и медленного восстановления российской экономики. В предшествующие периоды уже неоднократно имели место секвестры госбюджетных расходов, в том числе по программам развития авиастроения и оборонно-промышленного комплекса (ОПК) в целом.

К неопределенным факторам, факторам риска в процессе развития МТБ авиационной промышленности, относятся не только объем финансирования, выделяемый на соответствующие цели. Также неопределенность результата развития МТБ, объема вводимых в строй производственных мощностей и их качественного уровня вносят:

- возможные изменения цен и условий приобретения (особенно за рубежом, что актуально в силу преобладания импорта в данной сфере) производственного оборудования, программного обеспечения и производственных технологий в иной форме;
- отличающаяся от 100%-й эффективность использования инвестиционных ресурсов на предприятиях и в ИС.

Эти аспекты рассматривались в работах [4, 5, 12]. Не менее значимыми и в то же время неопределенными являются сами плановые направления развития МТБ российской авиационной промышленности: выбор технологий, типажа оборудования и т.п. Развитие производственного потенциала предприятий, с одной стороны, направлено на эффективное выполнение будущих производственных программ, с другой стороны – ограничивается объемом располагаемых инвестиционных ресурсов.

Подчеркнем, что выполнение производственных программ должно быть, по возможности, эффективным. То есть следует выбирать такие технологии производства продукции, характеристики оборудования и т.п., чтобы обеспечить выпуск заданных объемов продукции в заданном ассортименте с заданными характеристиками качества при наименьших затратах. Причем следует учитывать не только инвестиционные затраты, но и прямые издержки производства продукции. Как правило, они соотносятся следующим образом: ценой больших инвестиционных расходов можно внедрить более экономичную технологию производства, которая обеспечит более низкий уровень прямых издержек, что схематично отображено на рис. 1, где показаны характерные графики зависимостей общих затрат от объемов выпуска продукции.

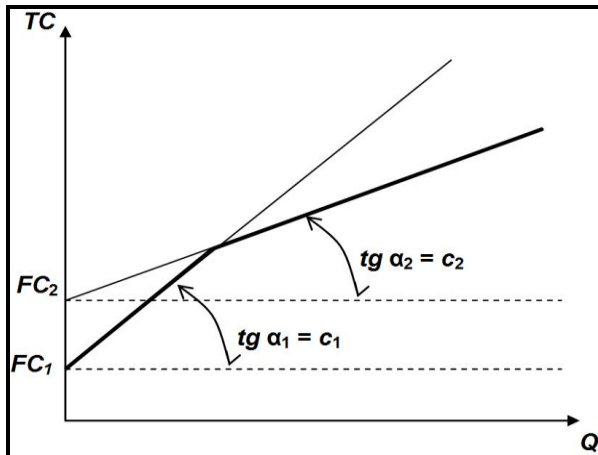


Рис. 1. Суммарные затраты на производство продукции по нескольким альтернативным технологиям (пример)

Поэтому в зависимости от планируемого объема выпуска выбирается оптимальная технология, которая обеспечивает наименьшие общие затраты на реализацию всей программы:

- при малых объемах – менее капиталоемкая, хотя и требующая больших прямых издержек (на рис. 1 она обозначена индексом 1);
- при больших объемах – более экономичная технология в смысле снижения средних переменных затрат, хотя и требующая большего объема инвестиций, которые в этом случае распределяются на значительное количество изделий (на рис. 1 обозначена индексом 2).

Соответствующий уровень общих затрат за весь период производства отображается нижней огибающей графиков на рис. 1 (строго говоря, альтернатив и соответствующих им кривых общих затрат может быть и более двух). В дальнейшем будем предполагать, что решения о выборе технологий принимаются рациональным образом по описанному выше принципу. В то же время, разумеется, правильность принятых таким образом решений зависит от правильности прогноза будущих объемов производства изделий, которые являются неопределенными и также относятся к факторам риска с точки зрения развития МТБ российской авиационной промышленности.

Специфика производственных планов российской авиационной промышленности, и их влияние на условия развития МТБ отрасли

Поскольку МТБ создается или поддерживается прежде всего для производства некоторой номен-

клатуры продукции, основной ведущий фактор при выработке соответствующих решений – производственные планы предприятий и ИС авиационной промышленности. Рассматриваемый период является весьма краткосрочным в сравнении с характерной длительностью инвестиционного цикла в авиастроении и в сравнении с длительностью жизненного цикла продукции. Поэтому значительная часть проектов развития МТБ отрасли направлена на реализацию программ выпуска продукции, имеющих значительно более долгосрочный горизонт планирования. То есть развитие МТБ предприятий и ИС авиационной промышленности в период до 2020 г. направлено в основном на обеспечение выпуска продукции в период после 2020 г. – до 2025 г., а нередко и в более долгосрочной перспективе. Производственные планы, которые необходимо принимать во внимание при прогнозировании и планировании развития МТБ российской авиационной промышленности в рассматриваемый краткосрочный период, разумеется, должны охватывать период до 2025-2030 г. В рассматриваемый период до 2020 г. эти производственные планы обладают уникальной спецификой, которая существенно усложняет условия развития МТБ российского авиастроения (по сравнению лишь с традиционными факторами риска – объемами инвестиций и условиями приобретения оборудования).

Проанализируем, какие именно образцы авиационной техники предполагается производить в период до 2020 г., а также за этим горизонтом, поскольку в указанный период может (и фактически будет) проводиться также технологическая подготовка серийного производства (ТПП) изделий, которые будут выпускаться уже после 2020 г. Производственные программы предприятий и ИС российской авиационной промышленности в период до 2020 г., а также после 2020 г. (как правило, до 2025 г.), в основном сформированы и представлены в открытом доступе (см. [1, 14]). Прежде всего они предусматривают освоение серийного производства (или, по крайней мере, технологическую подготовку производства):

- новых образцов авиационной техники – прежде всего среднемагистрального пассажирского самолета МС-21, легкого транспортного самолета Ил-112В, вертолетов Ми-38 и Ка-62, авиадвигателей ПД-14 и т.п., в более отдаленной перспективе – широкофюзеляжного дальнемагистрального самолета (ШФ ДМС), производство которого планируется в кооперации с авиационной промышленностью Китайской Народной Республики (КНР), и авиадвигателя большой тяги ПД-35;
- ряда изделий, производство которых формально восстанавливается (поскольку они были разработаны в 1980-1990-е гг. и даже производились серийно и эксплуатировались или до настоящего времени находятся в эксплуатации) – регионального турбовинтового самолета Ил-114, ШФ ДМС Ил-96-400М и т.п.

Описанная тенденция возобновления производства ранее разработанных изделий в значительной степени вызвана тем, что РФ для решения конкретных государственных задач обеспечения экономической безопасности страны (в части транспортной безопасности) уже в краткосрочной перспективе требуются изделия отечественной авиационной

промышленности определенных классов. При этом для решения тех же задач на более высоком уровне эффективности новые образцы авиационной техники еще не разработаны (или, по крайней мере, не сертифицированы). Либо даже не создан достаточный научно-технический задел (НТЗ), достигший промышленного уровня готовности технологий (подробнее см. [9, 19]), что позволило бы приступить к созданию и последующему выпуску новых образцов с приемлемым уровнем риска. Поэтому в качестве альтернативы длительному ожиданию реализации этих высокорисковых проектов предлагается возобновить выпуск изделий, разработанных ранее, выпускавшихся и поступающих в эксплуатацию.

Такое решение является сложным и неоднозначным с экономической, технологической и других точек зрения. Для большинства описанных изделий второй группы фактически требуется проводить:

- почти полномасштабную технологическую подготовку серийного производства, ТПП (поскольку технологические цепочки либо в значительной степени утрачены, либо просто отсутствовали на территории РФ, как для Ил-114¹),
- или даже (помимо указанной ТПП) опытно-конструкторские работы (ОКР), направленные на существенную модернизацию образцов под современные требования, – что также фактически реализуется в отношении всех перечисленных типов изделий.

Первым практически реализованным проектом такого рода можно считать перенос с расположенного в Ташкенте (Узбекистан) предприятия в РФ, на Ульяновское предприятие «Авиастар», производства транспортных самолетов Ил-76 (в модификации Ил-76МД-90А). Освоение серийного производства этого изделия, до сих пор еще не оконченное, поскольку не достигнуты плановые темпы выпуска, в полной мере продемонстрировало масштаб проблем, которые предстоит решить, а также потребных для этого объемов различных (не только финансовых) ресурсов. В рамках проекта пришлось оцифровать конструкцию и технологию производства изделий, разработанных свыше 40 лет назад, адаптировать их под современные производственные технологии, насколько это возможно без радикального перепроектирования изделия, которое попутно все-таки было существенно модернизировано в части силовой установки, конструкции крыла, бортового оборудования и т.д. То есть нередко по стоимости и длительности такое восстановление производства ранее разработанных и даже выпускавшихся серийно изделий сравнимо с разработкой и освоением производства полностью новых образцов. При этом неизменяемая основа конструктивных решений в значительной степени ограничивает применение новых технологий, как продуктовых, так и производственных, и снижает уровень технического совершенства изделий, а также эффективность производственных процессов. Так, по сравнению с современными технологиями сборки ряда элементов планера (напри-

мер, шпангоутов фюзеляжа и др.), реализованными в самолете Sukhoi Superjet 100, технологии сборки, характерные для изделий, изначально разработанных в 1970-е гг., обладают трудоемкостью и длительностью производственного цикла, большей в несколько раз.

В то же время ряд заложенных в конструкцию указанных образцов принципиальных технических решений не устарел (ввиду объективных закономерностей динамики технологического развития – в некоторых областях оно существенно замедляется и не приходится ожидать радикальных новшеств), и вполне может быть использован в обозримом будущем, что и определяет значительный модернизационный потенциал таких изделий. В данной работе не предполагается анализировать обоснованность решений о восстановлении производства указанных групп изделий – они рассматриваются как данность, существенно влияющая на развитие МТБ отрасли.

Что касается изделий первой группы, т.е. образцов авиационной техники, разработанных или разрабатываемых на новом технологическом уровне (и в части продуктовых технологий и, как правило, в части производственных технологий), освоение их серийного производства в значительной мере подвержено риску сдвига сроков в сторону более поздних. Причем этот сдвиг может быть вызван не столько неготовностью МТБ², сколько неготовностью образца к серийному производству по причинам:

- задержек сертификации изделий, ужесточения требований рынка, на котором уже невозможна реализация имеющихся изделий (по экономическим либо внеэкономическим причинам, прежде всего из-за ужесточения норм безопасности, экологических стандартов и т.п.);
- недостижения изначально запланированного уровня характеристик и необходимости доводки (причем, нередко – с возвратом на предыдущие стадии жизненного цикла, включая перепроектирование конструкции и даже проведение дополнительных прикладных научно-исследовательских разработок (НИР) в обеспечение создания данного образца, поскольку его разработка проводилась без достаточного НТЗ, доведенного до промышленного уровня готовности).

Именно такие риски в значительной степени и повлияли на принятие решений о восстановлении производства изделий второй группы. И на данный момент, когда принимаются решения о конкретных мероприятиях по развитию МТБ отдельных предприятий и ИС авиационной промышленности, сохраняется значительная неопределенность:

- сроков готовности новых образцов к началу серийного производства и эксплуатации;
- будущих совокупных, за весь жизненный цикл изделия (ЖЦИ), объемов их производства с учетом потребности заказчиков.

¹ Их производство было начато в 1990-е гг. на Ташкентском авиастроительном производственном объединении (ПО) им. В.П. Чкалова, но после выпуска нескольких экземпляров прекращено ввиду существенного изменения ситуации в авиационной промышленности Узбекистана.

² Тем более именно дефицитом ресурсов на развитие МТБ, что принято считать основной причиной задержки реализации большинства программ российской авиационной промышленности, – тогда как и в этой сфере возможна неготовность самих производственных технологий, а также производственной базы, включая организацию системы поставщиков и т.п., т.е. недостижение необходимого уровня готовности производства, УГП, или *manufacture readiness level (MRL)*, подробнее см. [19].

Строго говоря, помимо количественной неопределенности, сохраняется и качественная, поскольку до начала серийного производства сама конструкция этих изделий (как и технология их производства) может претерпеть изменения в результате доводки или модернизации.

Сравнивая перечни изделий, перечисленных выше в составе первой и второй групп, можно заметить, что многие изделия второй группы, производство которых предполагается возобновить, страхуют определенные новые типы изделий соответствующего класса и назначения в первой группе. Так, например, окончание разработки и освоение в кооперации с КНР серийного производства ШФ ДМС намечены на 2022-2023 гг. До тех пор решение некоторых государственных задач – не только в сфере национальной обороны, но и для обеспечения транспортной связности территории страны в части дальнемагистральных перевозок, несмотря на преобладание в настоящее время в парке российской гражданской авиации импортных широкофюзеляжных самолетов (ШФС), возлагается на модернизированную версию Ил-96 – Ил-96-400М. В настоящее время проект ШФ ДМС находится на стадии концептуального проектирования (включая уточнение требований обеих стран-партнеров к изделиям данного класса как таковым) и еще требует проведения прикладных НИР для создания интегрированного НТЗ и доведения его до промышленного – шестого – уровня готовности технологий, УГТ 6. Предназначенный для этого самолета перспективный авиадвигатель ПД-35 также еще требует создания НТЗ (причем здесь уровень готовности технологий еще ниже, поэтому сначала предполагается оснащение ШФ ДМС импортными авиадвигателями).

Потребные объемы производства новых изделий, в принципе, связаны со сроками начала их выпуска. Существует целый ряд факторов, касающихся временной конкуренции на рынках авиационной техники и динамики освоения эксплуатации новых изделий, которые однозначно приводят к сокращению потребного объема выпуска образца за весь жизненный цикл при сдвиге сроков начала его производства, подробнее см. [12, 13]. Опишем два основных.

1. Насыщение рынка продукцией конкурентов в период задержки начала серийного выпуска. Это особенно критично, если конкурентам удалось попасть в волну массовой замены старого парка, а данный производитель запоздал. Далее, для того чтобы вытеснить конкурентов с занятых ими рынков ему потребуется уже не просто паритетный (по сравнению с конкурентами), а прорывной продукт, подробнее см. [12], который вряд ли может быть предложен в рамках того же поколения изделий.
2. Снижение конкурентоспособности запоздавших продуктов ввиду преимущества, которое получают изделия-лидеры в эксплуатации. Из них формируется больший по численности парк, что удешевляет техническое обслуживание и ремонт (ТО и Р) парка и материально-техническое обеспечение (МТО) эксплуатации, подробнее [7]. Кроме того, проявляются и эффекты обучения в эксплуатации, приводящие к снижению удельных затрат на техническую и, в меньшей степени, летную эксплуатацию по мере накопления опыта.

При некотором пороговом уровне запаздывания начала производства образца относительно конку-

рентов проявится так называемый эффект запира-ния или блокировки, см. [18]. Оставшийся на долю аутсайдера объем продаж станет ниже точки окупаемости проекта, и с коммерческой точки зрения выгоднее будет вообще не начинать серийное производство.

Обратим особое внимание на военный сегмент авиационной промышленности, производство продукции для отечественного заказчика (Вооруженных Сил РФ). Здесь запаздывание начала серийного производства и поступления новых образцов на вооружение может критическим образом подрывать боевую мощь группировки ВКС. Именно во избежание таких явлений и принимаются консервативные решения о возобновлении выпуска изделий предшествующих поколений. Они принимаются в качестве паллиативной меры, призванной обеспечить необходимую численность и боевую мощь группировки, несмотря на то что изделия нового типа (как правило, обладающие более высокой боевой эффективностью) не могут поступить на вооружение (а тем более заместить изделия предшествующих типов) в заранее запланированные сроки. В данном сегменте, разумеется, не действуют в буквальном смысле эффекты временной конкуренции, характерные для коммерческих сегментов³, однако и здесь правомерна следующая зависимость: чем сильнее сдвиг вправо сроков готовности новых изделий к серийному производству, тем меньше потребный объем их выпуска. И в данной сфере также может иметь место такой пороговый момент времени, после которого освоение выпуска нового образца авиационной техники уже нецелесообразно, поскольку:

- задачи группировки в плановый период удовлетворительно решаются изделиями предыдущего поколения (причем численность их парка, которую требуется обеспечить, относительно высока, и в ожидании появления изделий нового типа их придется выпустить значительное количество);
- ресурсы целесообразно сразу направить на разработку (либо на создание НТЗ для разработки) следующего поколения изделий, обладающего еще более высоким уровнем технического совершенства и боевой мощи в составе группировки.

Модель затрат на техническое перевооружение и производство в зависимости от производственной программы предприятий авиастроения

Итак, важный фактор неопределенности при планировании развития производственного потенциала

³ А также и для производства авиационной техники военного и специального назначения (АТВ и СН), но для внешних заказчиков, т.е. для реализации на экспортных рынках. Если основная задача такого производства (за исключением геополитических мотивов, которыми руководствуются в сфере военно-технического сотрудничества, ВТС) состоит в получении экспортных доходов, в т.ч. и для последующего инвестирования в производство АТВ и СН для нужд отечественных государственных заказчиков [31], то в данном сегменте рынка следует руководствоваться теми же коммерческими мотивами, что и на рынках гражданской авиационной техники. Напротив, иногда производство последней преследует не столько коммерческие цели, сколько выполнение государственных задач в сфере транспортного обслуживания территории, и здесь следует руководствоваться теми же критериями, что и на рынках АТВ и СН.

авиационной промышленности – срок готовности изделий нового технологического уровня к серийному производству и началу эксплуатации. Обозначим этот момент времени t . ($t \in (0; T)$), где T – продолжительность планового периода, за его начальный момент $t = 0$ принят текущий момент времени). В общем случае до этого момента предприятиям авиационной промышленности приходится выпускать изделия предыдущего поколения (предварительно восстанавливая, т.е. фактически осваивая заново их производство, возможно, уже на современном технологическом уровне). Их общий выпуск до начала производства изделий нового поколения ограничен сверху максимальной потребностью рынка или государственного заказчика Q^{max} . Кроме того, ограничен и максимальный объем инвестиций в подготовку производства соответствующих изделий: $I \leq I^{max}$. Для упрощения будем считать, что все инвестиции делаются одновременно, в начальный момент. Обозначим стоимостную фондоемкость производства b , тогда на сумму инвестиций I могут быть созданы следующие производственные мощности:

$$V = \frac{I}{b}.$$

Если предположить, что эти мощности будут загружены полностью, т.е. выпуск продукции равен уровню мощностей:

$$q = V,$$

тогда до момента t , с начала планового периода удастся выпустить следующий суммарный объем продукции:

$$Q(t) = q \times t = V \times t = \frac{I}{b} \times t.$$

В то же время, во-первых, этот суммарный выпуск не должен превышать максимально необходимый объем Q^{max} , а во-вторых, инвестиции не могут быть выше, чем I^{max} . При малых значениях длительности производства изделий данного типа активным становится (т.е. выполняется как строгое равенство) ограничение по инвестициям, а при больших – ограничение по максимальному объему выпуска. В последнем случае во избежание заведомо нерационального расходования средств целесообразно планировать уровень мощностей таким образом, чтобы они не были избыточными, т.е. $V = \frac{Q^{max}}{t}$. Граничное значение длительности периода производства, при котором одно ограничение сменяется другим, равно $t = b \cdot \frac{Q^{max}}{I^{max}}$. Поэтому, если обозначить удельные прямые затраты производства c , общая стоимость всей программы производства изделий до момента t , может быть выражена следующей формулой:

$$TC = c \times Q + I = \begin{cases} c \times Q^{max} + b \times \frac{Q^{max}}{t}; & t > b \times \frac{Q^{max}}{I^{max}} \\ c \times \frac{I^{max}}{b} \times t + I^{max}; & t < b \times \frac{Q^{max}}{I^{max}} \end{cases}$$

Таким образом, до граничного значения $t = b \times \frac{Q^{max}}{I^{max}}$ общая стоимость растет с ростом про-

должительности периода производства (в простейшей модели, при постоянных удельных прямых затратах, – линейно), поскольку возрастает суммарный накопленный выпуск и прямые затраты. Но если продолжительность периода производства превосходит указанный порог, тогда с ее увеличением общие затраты, напротив, сокращаются, поскольку для выпуска фиксированного объема продукции Q^{max} требуются меньшие производственные мощности и, соответственно, инвестиции (поскольку они обратно пропорциональны длительности периода производства, график убывает по гиперболе, но не до нуля, а приближаясь асимптотически к уровню $c \cdot Q^{max}$). Наглядно характерный вид графика получившейся функции показан на рис. 2.

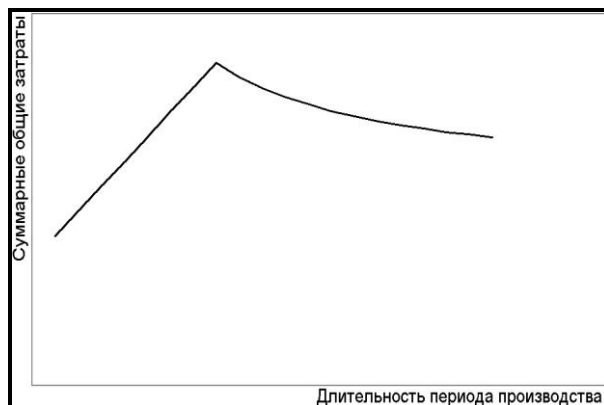


Рис. 2. Зависимость общих затрат на производство изделий от длительности периода производства

Альтернативные технологии (отличающиеся уровнем фондоемкости и прямых затрат производства) можно сравнивать, сопоставляя соответствующие графики, и выбирать оптимальную альтернативу в зависимости от значения основных факторов неопределенности в данной модели – длительности периода выпуска изделий нынешнего технологического уровня t , и потребного общего объема их производства Q^{max} . Разумеется, эти параметры производственной программы предприятий авиационной промышленности остаются неопределенными. Но расчеты по предложенной модели позволят, по крайней мере, определить области этих параметров, в которых становится предпочтительной та или иная альтернатива. Точно предсказать значения факторов риска практически невозможно – но нередко можно с высокой достоверностью предсказать, окажутся ли они выше или ниже определенных границ. Фактиче-

ски, от лиц, принимающих решения (ЛПР) требуется выбрать один из немногих дискретных сценариев будущего развития событий. Этим сценариям и соответствуют области значений факторов неопределенности, при которых, как следует из расчетов, становятся предпочтительными разные альтернативы. Особый интерес представляют случаи доминирования одной альтернативы над другими, когда она является наилучшей в очень широком диапазоне условий. В принципе, специфические технико-экономические свойства авиастроения могут способствовать проявлению таких ситуаций.

Ниже для примера рассмотрены следующие альтернативные стратегии технического перевооружения. Пусть технология 1 является относительно фондоемкой, но обеспечивает низкий уровень пря-

мых производственных затрат: $b_1 = 20$ ден. ед. / (ед./г); $c_1 = 1$ ден. ед. / ед., тогда как технология 2 обладает низкой фондоемкостью, но требует более высоких удельных прямых затрат: $b_2 = 10$ ден. ед. / (ед./г); $c_2 = 2$ ден. ед. / ед. Пусть располагаемый объем инвестиционных ресурсов составляет $I^{max} = 200$ ден. ед., а максимально необходимый объем выпуска изделий данного типа за весь ЖЦИ составляет $Q^{max} = 60$ ед. На рис. 3 изображены графики зависимости полных затрат на производство изделий за весь ЖЦИ по двум альтернативным технологиям в зависимости от длительности периода производства, аналогичные графику на рис. 2.

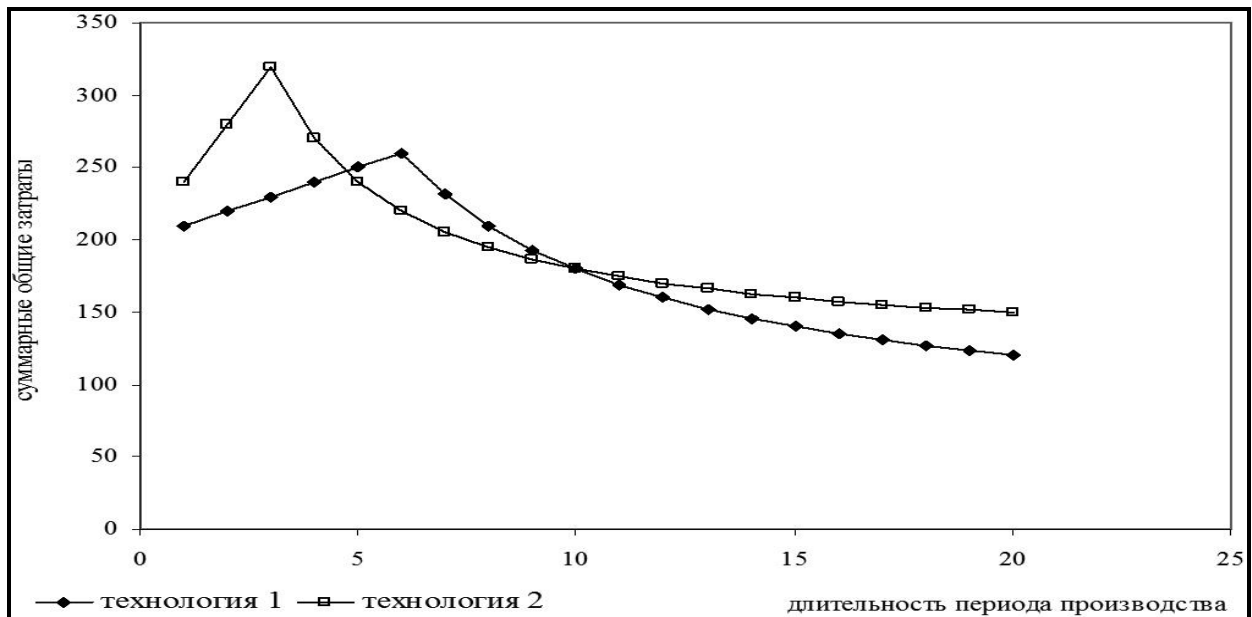


Рис. 3. Сравнение общих затрат на производство изделий (пример 1)

Сравнение графиков на рис. 3 показывает, что более дешевая технология 2 обеспечивает преимущество в затратах вплоть до 10-летнего периода выпуска изделий данного типа. Причем формально до $t = 5$ лет она также уступает более экономичной технологии 1, однако нужно учитывать, что в этой области длительностей периода производства более фондоемкая технология производства 1 заведомо не обеспечивает полного насыщения потребностей заказчика. По этой, более фондоемкой технологии, в пределах располагаемых инвестиционных ресурсов можно создать производственные мощности не более 10 ед. / г. Соответственно, за 1 год можно выпустить не более 10 ед., т.е. 1/6 полной потребности в изделиях данного типа, за 3 года – не более 30 ед., т.е. 50% от общей потребности и т.п., тогда как менее фондоемкая технология 2 за этот срок позволит полностью удовлетворить потребности заказчика. Поэтому в области малых длительностей периода производства формальное преимущество более фондоемкой и экономичной технологии 1 в уровне суммарных за-

трат не следует считать решающим критерием выбора. Ее преимущество является однозначным лишь при больших длительностях периода производства. Кроме того, заметим, что оба графика, несмотря на существенное различие параметров альтернативных технологий, весьма близки. То есть на практике различие в оценках затрат не будет значимым при выборе – решающими будут иные соображения.

В данном примере использовались характерные для современного авиастроительного производства (см., например, [17, 17, 18]) пропорции между различными составляющими себестоимости продукции. Так, для технологии 2 при достаточной для полного удовлетворения потребности в изделиях длительности их выпуска (в данном случае, она должна быть выше 3 лет), например, равной 10 лет – потребный уровень мощностей составит 6 ед. / г, что при фондоемкости $b_2 = 10$ ден. ед. / (ед./г) потребует инвестиций в объеме 60 ден. ед., тогда как прямые затраты производства 60 ед. продукции при удельных затратах $c_2 = 2$ ден. ед. / ед. составят 120 ден. ед. Как

показывает анализ статистических данных авиационной промышленности США, при массовом производстве изделий авиационной техники прямые издержки составляют более 70-80% себестоимости, тогда как условно-постоянные – не более 20-30%, причем конкретно затраты на создание и поддержание МТБ – не более 4-6%. Разумеется, рассмотренный потребный объем выпуска изделий за ЖЦИ, равный $Q^{max} = 60$ ед., не соответствует характерным масштабам серийного производства авиационной техники в мире, хотя вполне реалистичен для ряда изделий, восстановление выпуска которых планируется в ближайшие годы в российском авиастроении. Соотношения между удельными прямыми затратами и между стоимостными фондоемкостями для «новой» и «старой» технологий также можно считать реалистичными. Более «дешевая» технология здесь может соответствовать на практике модернизации старых производственных мощностей с сохранением производственных технологий предыдущего поколения.

Тогда как «новая», более «экономичная», технология на практике может соответствовать реальному техническому перевооружению производства – хотя бы и в расчете на возобновление выпуска изделий предшествующего поколения.

Как отмечено выше, в реальности потребный объем выпуска восстановленных образцов положительно коррелирован с длительностью периода их производства.

Если начало выпуска нового поколения изделий затягивается, те же задачи придется решать с помощью изделий предыдущего типа. Тем более что, как правило, для решения аналогичных задач их потребуется больше чем требовалось бы изделий нового типа (в силу более высокого уровня производительности и эффективности последних).

Поэтому при тех же исходных данных целесообразно рассмотреть и иное значение общего объема производства: $Q^{max} = 120$ ед. Результаты расчетов приведены на рис. 4, аналогичном рис. 3.

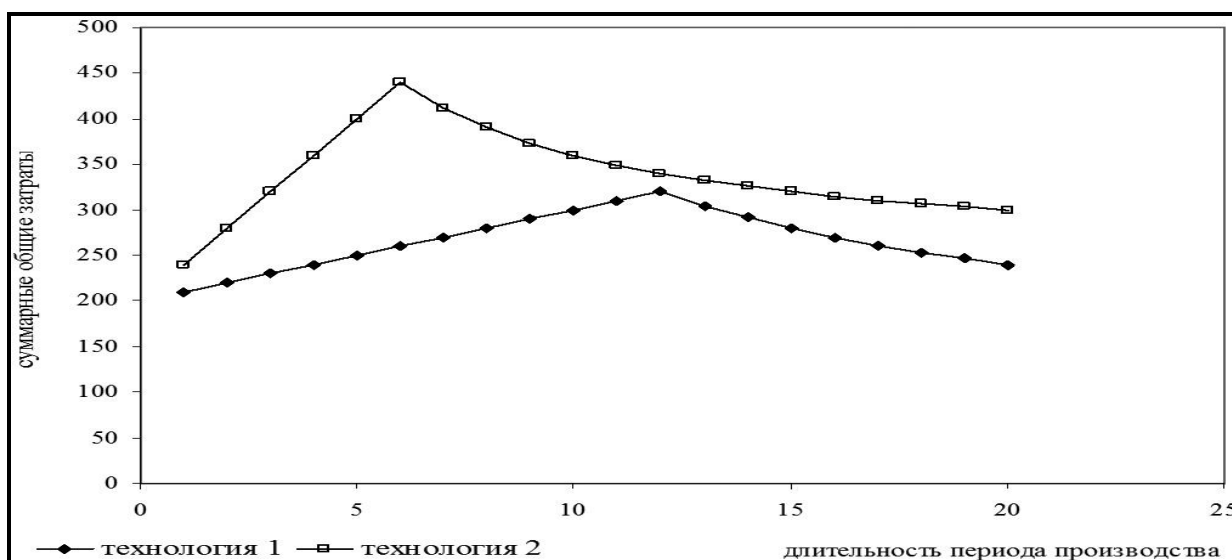


Рис. 4. Сравнение общих затрат на производство изделий (пример 2)

На данном графике более «экономичная», хотя и фондоемкая технология 1 уже обладает преимуществом в объеме суммарных затрат перед дешевой технологией 2 во всем диапазоне длительностей периода производства изделий. Сравнение этого результата с тем, что был показан на рис. 3, согласуется с качественной особенностью, показанной на рис. 1. При больших объемах выпуска становятся предпочтительными технологии, хотя и более фондоемкие, но обеспечивающие экономию прямых производственных затрат.

Выбор технологий при техническом перевооружении авиастроения: оптимальные стратегии и сценарии

Отсюда можно вывести общие рекомендации по выбору стратегии развития МТБ предприятий российской авиационной промышленности в условиях вынужденного восстановления производства изделий предшествующего технологического уровня.

Если ожидаемая длительность периода выпуска восстановленных изделий не превосходит нескольких лет, в пределах 3-5, однозначно предпочтительным решением становится модернизация имеющейся производственной базы с использованием соответствующих производственных технологий. При больших ожидаемых длительностях периода производства таких изделий, порядка 5-10 лет, но при малых общих объемах выпуска на уровне нескольких десятков также остается оптимальным указанное консервативное решение. Радикальная модернизация производства с использованием современных производственных технологий и оборудования становится предпочтительной при больших длительностях периода производства восстановленных изделий – порядка 10 лет и более, а также при большой планируемой серийности выпуска, порядка сотен изделий.

В целом обобщающий качественный вывод интуитивно понятен. В тех случаях, когда освоение произ-

водства изделий новых типов затягивается, и выполнение государственных или коммерческих задач в кратко- и среднесрочной перспективе планируется за счет восстановления производства ранее разработанных и выпускавшихся образцов, целесообразно, тем не менее, проводить техническое перевооружение предприятий и восстанавливать производство указанных изделий уже на современном технологическом уровне. Как показано в предшествующих работах [11], такое техническое перевооружение предприятий невозможно при сохранении прежней организационной структуры отрасли (индустриальной модели), оно реализуемо и эффективно лишь при переходе к сетевой структуре отрасли, новой индустриальной модели, что предусмотрено стратегиями ИС авиастроения [14]. И лишь в тех случаях, когда уже в ближайшие несколько лет (не более 3-5) ожидается завершение разработки и доводки, а также освоение производства изделий нового технологического уровня, для временного возобновления выпуска ранее разработанных и выпускавшихся изделий целесообразно ограничиться модернизацией производственных мощностей в рамках старых технологий. Соответственно при этом сохраняется и прежняя организационная структура производства, традиционная индустриальная модель, с полным циклом производства таких изделий в рамках тех предприятий, на которых оно ранее было освоено.

Следовательно, можно выделить два основных сценария (и соответствующие им две рациональные стратегии) развития МТБ российской авиационной промышленности в период до 2020 г. Причем основным фактором неопределенности, от которого зависит переключение между этими сценариями, является срок готовности к освоению серийного производства новых образцов авиационной техники – разработанных или создаваемых в настоящее время. Следует особо подчеркнуть, что в основном выбор между этими сценариями и стратегиями определяют инновационные и технологические риски, связанные с недостижением необходимых уровней готовности технологий, самих новых изделий и производственной базы.

Первый сценарий предусматривает достижение готовности к серийному производству изделий нового технологического уровня уже в пределах ближайших 3-5 лет. При этом, как обосновано выше, на краткосрочную перспективу достаточно модернизации имеющихся производственных мощностей для возобновления или поддержания производства ранее разработанных и выпускавшихся образцов. Параллельно следует направить ресурсы на радикальное техническое перевооружение предприятий на основе современных производственных технологий и оборудования. Причем создаваемые при этом мощности будут предназначены для выпуска значительных объемов изделий нового поколения.

Второй сценарий предусматривает задержку освоения производства нового поколения изделий и ориентацию преимущественно на возобновление производства ранее выпускавшихся изделий, причем в больших объемах (достаточных для решения с помощью таких изделий государственных задач в области

обеспечения транспортной связности страны и национальной безопасности) и не только в кратко-, но и в среднесрочной перспективе. Тогда возобновление производства таких изделий следует планировать уже на современной технологической основе, сразу, т.е. уже в краткосрочной перспективе, до 2020 г., проводя кардинальное техническое перевооружение предприятий и ИС отрасли. Возможности перераспределения на эти цели части средств, которые в первом сценарии предусматривались на скорейшее освоение серийного выпуска изделий новых типов, требуют дополнительного анализа.

ВЫВОДЫ

1. Если освоение серийного производства новых образцов авиационной техники ожидается уже в ближайшей перспективе, в пределах 3-5 лет, а также если планируемый объем выпуска изделий, разработанных и выпускавшихся ранее, не превышает нескольких десятков, для возобновления их производства целесообразно, по возможности, ограничиться модернизацией имеющихся или ранее созданных для их выпуска производственных мощностей без радикального обновления технологий. Напротив, если возобновление выпуска ранее разработанных изделий планируется на относительно длительный период, от 5-10 лет и более, а также если планируемые объемы их производства значительны, порядка сотен изделий, целесообразно восстановление их производства на базе современных производственных технологий путем кардинального технического перевооружения предприятий с целью сокращения прямых производственных затрат.
2. На основе проведенного анализа оптимальных стратегий развития МТБ предприятий авиационной промышленности можно выделить два основных сценария изменения условий развития МТБ.

Первый сценарий предусматривает освоение производства изделий нового технологического уровня уже в ближайшие 3-5 лет (т.е. будут достигнуты необходимые уровни развития технологий и производства). В этом случае потребность в выпуске изделий предшествующего технологического уровня будет минимальной, и возобновление их производства целесообразно обеспечивать консервативной модернизацией имеющихся производственных мощностей в рамках предприятий полного производственного цикла. Параллельно необходимо создавать производственные мощности для выпуска изделий новых типов в рамках современной сетевой индустриальной модели.

Второй сценарий предусматривает значительные, от 5-10 лет и более, задержки освоения производства новых образцов авиационной техники и необходимость решения возложенных на них задач за счет возобновления выпуска ранее разработанных и выпускавшихся изделий. Тогда уже для их выпуска целесообразно создавать мощности нового технологического уровня, проводить радикальное техническое перевооружение предприятий.

Литература

1. Развитие авиационной промышленности на 2013-2025 гг. [Электронный ресурс] : гос. программа (по состоянию на 9 янв. 2014 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Развитие оборонно-промышленного комплекса [Электронный ресурс] : гос. программа. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Батьковский А.М. Экспорт вооружений и выполнение государственного оборонного заказа: противоречия и пути их разрешения [Текст] / А.М. Батьковский, В.В. Клочков // Вопросы радиоэлектроники. – 2015. – №7. – С. 265-287.

4. Клочков В.В. Анализ влияния валютных рисков на процессы модернизации российских авиастроительных предприятий [Текст] / В.В. Клочков, Н.Н. Чернышова // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2013. – №5. – С. 2-9.
5. Клочков В.В. Анализ краткосрочных рисков модернизации российских авиастроительных предприятий [Текст] / В.В. Клочков, Н.Н. Чернышова // Экономический анализ: теория и практика. – 2013. – №7. – С. 16-26.
6. Клочков В.В. Задержки реализации инвестиционных проектов развития производственного потенциала предприятий авиационной промышленности [Текст] / В.В. Клочков, В.А. Вдовенков // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2015. – №8. – С. 13-26.
7. Клочков В.В. Организация конкурентоспособного производства и послепродажного обслуживания авиадвигателей [Текст] / В.В. Клочков. – М. : Экономика и финансы, 2006. – 464 с.
8. Клочков В.В. Проблемы прогнозирования спроса на перспективные пассажирские самолеты российского производства [Текст] / В.В. Клочков, Т.М. Гусманов // Проблемы прогнозирования. – 2007. – №2. – С. 16-31.
9. Клочков В.В. Современные принципы управления прикладными исследованиями в авиационной науке [Текст] / В.В. Клочков, С.М. Рождественская // Интеллект & технологии. – 2016. – №1. – С. 58-63.
10. Клочков В.В. Экономические проблемы распределения инвестиционных ресурсов при модернизации предприятий авиационной промышленности [Текст] / В.В. Клочков // Russian j. of management. – 2015. – Vol. 3 ; iss. 2. – Pp. 111-122.
11. Клочков В.В. Экономический анализ направлений производственной реструктуризации российского авиационного двигателестроения [Текст] / В.В. Клочков // Научно-технический отчет ОАО «Авиационная промышленность». – 2008. – №115-08. – 87 с.
12. Клочков В.В. Эффективное управление использованием и развитием производственного потенциала авиастроительных предприятий в нестабильных условиях [Текст] / В.В. Клочков, Н.Н. Чернышова // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2012. – №45. – С. 10-21.
13. Критская С.С. Анализ влияния темпов освоения производства новой техники на ее конкурентоспособность [Текст] / С.С. Критская, В.В. Клочков // Экономический анализ: теория и практика. – 2013. – №4. – С. 11-22.
14. Стратегия развития авиационной промышленности РФ [Электронный ресурс] : проект. URL: http://minpromtorg.gov.ru/docs/#!/strategiya_razvitiya_aviacionnoy_promyshlenosti_rossiyskoy_federacii_na_period_do_2030_goda
15. Стратегия развития Объединенной авиастроительной корпорации [Электронный ресурс]. URL: <http://www.uacrussia.ru/ru/corporation/strategy/>.
16. Aircraft engine and engine parts manufacturing: 1997; 2002, 2007 [Text] // 1997; 2002, 2007 economic census. Manufacturing. Industry series. – U.S. Census Bureau, 1999; 2004, 2009.
17. Aircraft manufacturing: 1997, 2002, 2007 [Text] // 1997; 2002, 2007 economic census. Manufacturing. Industry series. U.S. Census Bureau, 1999; 2004, 2009.
18. Brian A.W. Competing technologies, increasing returns and lock-in by historical events [Text] / Arthur W. Brian // Economic j. – 1989. – No. 99. – Pp. 116-131.
19. Clausing D. Technology readiness. Research technology management [Text] / D. Clausing, M. Holmes ; Industrial research institute. – 2010. – 243 p.
20. Other aircraft parts and auxiliary equipment manufacturing: 1997, 2002, 2007 [Text] // 1997; 2002, 2007 Economic census. Manufacturing. Industry series – U.S. Census Bureau, 1999; 2004, 2009.

Ключевые слова

Техническое перевооружение; производственная программа; неопределенность; риск; инновации; уровень готовности технологий; выбор технологии; эффективность; сценарии; стратегия.

Клочков Владислав Валерьевич

РЕЦЕНЗИЯ

Актуальность темы. Наблюдаемый длительный застой в развитии ряда машиностроительных отраслей промышленности Российской Федерации резко контрастирует с общемировой тенденцией роста экономики и ее технологического уровня. На преодоление застоя направлена промышленная политика РФ, основные положения которой сформулированы в Федеральном законе «О промышленной политике в РФ» от 31 декабря 2014 г. №488-ФЗ, предусматривающая структурную и технологическую модернизацию экономики, техническое перевооружение ее машиностроительных отраслей, превращение их в научно-производственный машиностроительный комплекс. Требуется придать импульс научно-техническому развитию и импортозамещению, коренным образом усилив позиции предприятий на высокотехнологичных рынках внутри страны и за рубежом.

В контексте требований закона и реализации промышленной политики тема статьи д.э.н. В.В. Клочкова весьма актуальна, поскольку, с одной стороны, в модернизацию предприятий российской высокотехнологичной промышленности вкладываются значительные ресурсы (притом что финансовые возможности государственного бюджета и покупательная способность российских предприятий на мировом рынке оборудования и технологий, скорее, будут сокращаться). С другой стороны, реальные производственные планы некоторых отраслей остаются весьма неопределенными. В некоторых отраслях это вызвано бурным инновационным развитием, быстрой сменой поколений продукции, а некоторые отрасли сильно подвержены политическим рискам, которые зачастую радикально меняют производственные программы. Поэтому предприятиям при планировании создания новых или модернизации имеющихся производственных мощностей приходится учитывать такие факторы, как прогнозируемое снижение спроса на выпускаемую продукцию, необходимость перехода на выпуск новых изделий. В то же время разработка последних, наоборот, может затянуться, и возлагаемые на них задачи (коммерческие, социальные, оборонные и т.п.) придется решать с помощью продукции предыдущего поколения. Как в этих условиях планировать развитие производственного потенциала предприятия – ограничиваться лишь мерами модернизации имеющихся мощностей или начинать радикальное и дорогостоящее техническое перевооружение? Обоснованный ответ на эти вопросы может не только сэкономить значительные средства, но и открыть новые перспективы развития предприятия, повышения его конкурентоспособности, выхода на новые высокотехнологичные рынки, что и определяет актуальность темы рецензируемой статьи.

Научная новизна и практическая значимость. В работе предложен инструментально-аналитический метод оценки эффективности управленческих решений в части развития производственного потенциала предприятий и отрасли в целом в зависимости от проектируемых / планируемых объемов выпуска современной продукции и длительности периода ее производства (по окончании которого необходим переход к выпуску изделий нового поколения). В качестве критерия эффективности рассматривается общая сумма затрат за весь жизненный цикл реализации проекта на предприятии, включая инвестиции в развитие производственного потенциала и прямые издержки производства заданного количества изделий. Теоретическая значимость определяется оригинальным развитием сценарного подхода применительно к планированию инвестиционных решений в условиях неопределенности. Фактически, сценарии строятся эндогенным образом, т.е. определяются граничные значения факторов риска, разделяющие два сценария – модернизацию имеющихся мощностей и радикальное техническое перевооружение основных производственных фондов предприятия. Практическая ценность результатов состоит в том, что на основе характерных для авиастроения значений технико-экономических параметров (в частности, структуры издержек) даны конкретные рекомендации для российской авиационной промышленности, учитывающие специфику ее нынешних производственных планов. Метод применим и в других отраслях высокотехнологичного и наукоемкого машиностроения.

Заключение: Рецензируемая статья представляет значительный научный и практический интерес и рекомендуется к опубликованию в журнале «Аудит и финансовый анализ».

Бендиков М.А., д.э.н., в.н.с. Центрального экономико-математического института Российской Академии наук, г. Москва.

[Перейти на ГЛАВНОЕ МЕНЮ](#)

[Вернуться к СОДЕРЖАНИЮ](#)