

**Оздоева Эльза Ахметовна**  
аспирант, ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»,  
г. Москва, Российская Федерация  
*e-mail: ozdоеva.1994@mail.ru*

**Смоляков Олег Александрович**  
аспирант, ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»,  
г. Москва, Российская Федерация  
*e-mail: smolykov\_osa@mail.ru*

**Ozdоеva Elza**  
Postgraduate student, State University  
of Management, Moscow, Russia  
*e-mail: ozdоеva.1994@mail.ru*

**Smolyakov Oleg**  
Postgraduate student, State University  
of Management, Moscow, Russia  
*e-mail: smolykov\_osa@mail.ru*

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С УЧЕТОМ СОПУТСТВУЮЩИХ РИСКОВ

**Аннотация.** Рассмотрено становление и развитие основных направлений технико-экономических исследований в области авиационного двигателестроения. Представлена типовая структура стоимости жизненного цикла авиационного двигателя и описаны характерные задачи в области технико-экономической эффективности, решаемые на различных этапах цикла. Также рассмотрена методика, используемая для решения обозначенных задач на этапе опытно-конструкторских работ по созданию двигателя. Целью исследования является разработка методики оценки рисков при создании авиационного двигателя, а также ее программная реализация с последующей интеграцией в уже существующий расчетный продукт. На данном этапе необходимо четко описать алгоритм, который будет заложен в основу оценки рисков разработки авиационного двигателя.

**Ключевые слова:** технико-экономические исследования, аналитические модели, статистические методы, риск, идентификация риска, качественная оценка, количественная оценка.

**Цитирование:** Оздоева Э.А., Смоляков О.А. Методологические основы оценки стоимости жизненного цикла авиационного двигателя с учетом сопутствующих рисков // Вестник университета. 2020. № 1. С. 121–128.

## METHODOLOGICAL BASIS FOR ESTIMATING THE LIFE CYCLE COST OF AIRCRAFT ENGINE, TAKING INTO ACCOUNT THE ATTENDANT RISKS

**Abstract.** The formation and development of the main areas of technical and economic research in the field of aircraft engine building have been considered. A typical structure of the life cycle cost of an aircraft engine has been presented and typical tasks in the field of technical and economic efficiency, solved at different stages of the cycle, have been described. Also the method used to solve these problems at the stage of development work on the creation of the engine has been considered. The purpose of the study is to develop a risk assessment methodology for the creation of an aircraft engine, as well as its software implementation with subsequent integration into an existing design product. At this stage, it is necessary to describe clearly the algorithm that will be the basis for the risk assessment of the aircraft engine development.

**Keywords:** technical and economic studies, analytical models, statistical methods, risk, risk identification, qualitative assessment, quantitative assessment.

**For citation:** Ozdоеva E.A., Smolyakov O.A. (2020) Methodological basis for estimating the life cycle cost of aircraft engine, taking into account the attendant risks. *Vestnik universiteta*. I. 1, pp. 121–128. DOI: 10.26425/1816-4277-2020-1-121-128

В условиях современных рыночных отношений разработка и внедрение инноваций являются решающим фактором успешного экономического развития страны. Инновационные процессы в настоящее время приобретают все большую значимость, определяя темпы и масштабы экономических процессов и сопутствующих им структурных изменений. Одним из примеров высоко рискованной инновационной деятельности является авиационное двигателестроение.

Предприятия авиационного двигателестроения, поставляя инновационные технологии в гражданский сектор производства, обеспечивают высокий уровень технологического развития государства. Одним из таких предприятий является ФГУП «Центральный институт авиационного моторостроения им. П. И. Баранова» (далее – ЦИАМ).

© Оздоева Э.А., Смоляков О.А., 2020. Статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0. всемирная (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The Author(s), 2020. This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



На данный момент в ЦИАМ накоплен богатый опыт и создан уникальный методический аппарат. Начало технико-экономическим исследованиям было положено в ЦИАМ в 1965 г. В секторе надежности двигательного подразделения была сформирована группа молодых специалистов, выпускников экономического факультета ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)». Возглавил группу А. А. Морозов. Первые исследования, проводимые группой экономистов, были направлены на оценку эффективности повышения ресурса и надежности авиационных газотурбинных двигателей (далее – ГТД) различного назначения. Параллельно с этими исследованиями постепенно развивалось углубленное изучение этапов разработки, серийного производства и эксплуатации, а также динамики их технико-экономических показателей.

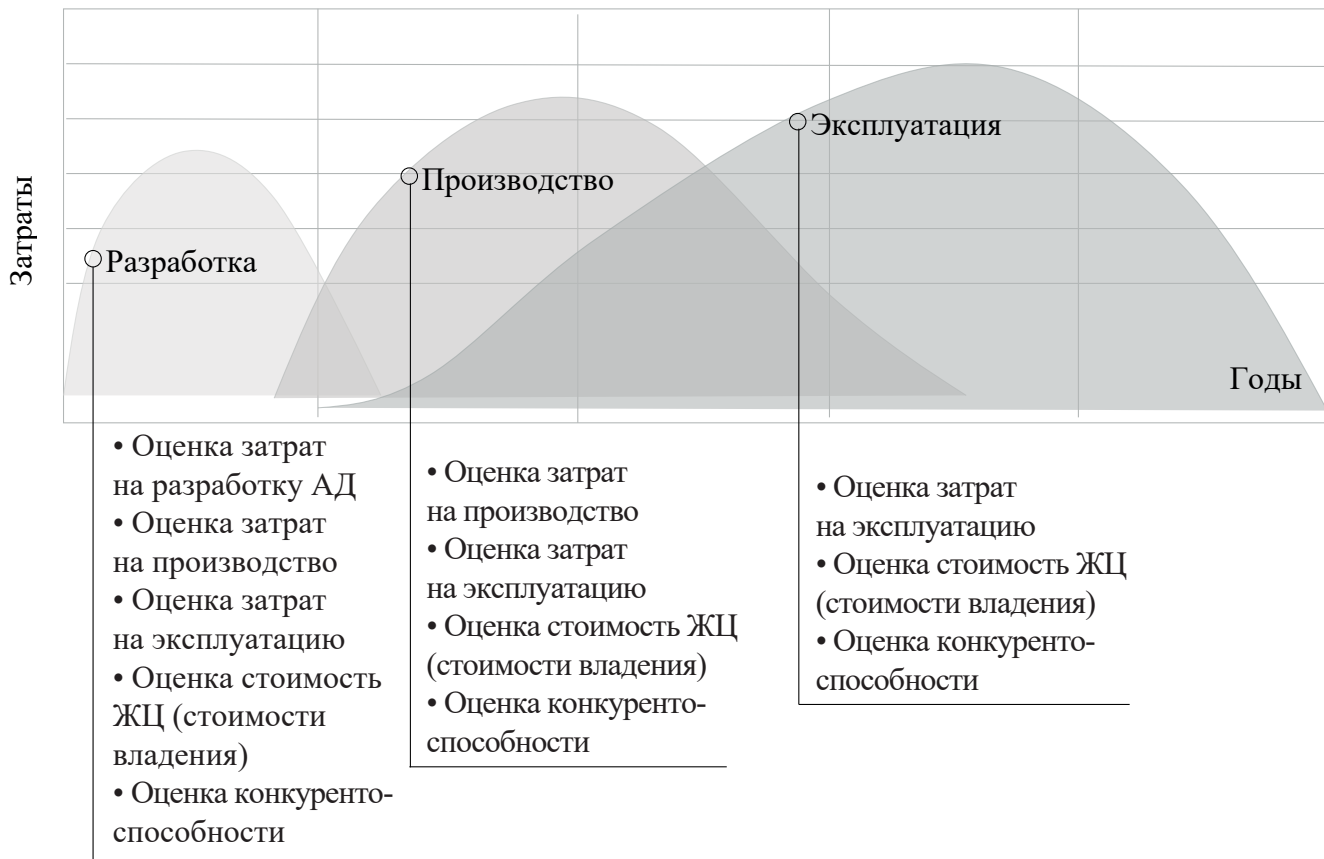
Сложилось три основных направления технико-экономических исследований: в области экономики разработки, производства и эксплуатации авиационных ГТД. Руководителями этих направлений были С. Г. Степанов, А. В. Ждановский и И. А. Никонова. Общее руководство проводимыми исследованиями осуществлял А. А. Морозов. Позднее, когда А. А. Морозов стал начальником отдела надежности ГТД, было образовано два сектора: экономики разработки и производства (начальник – А. В. Ждановский), экономики эксплуатации ГТД (начальник – И. А. Никонова). Кроме решения практических задач по оценке и прогнозированию основных технико-экономических показателей этапов жизненного цикла (далее – ЖЦ) разрабатываемых двигателей для самолетов различного назначения и выдачи соответствующих заключений в секторах проводилась большая научно-методическая работа. Период с 1980 по 1990 г. стал «золотым веком» экономического направления ЦИАМ. Штат сотрудников секторов постоянно расширялся и к середине 1980-х гг. превышал 15 человек. За это время было выпущено пять специализированных сборников «Экономика разработки, производства и эксплуатации авиационных ГТД». Авторами статей в сборниках под редакцией и при участии А. А. Морозова были практически все инженеры и молодые ученые секторов. К участию в сборниках привлекались и специалисты из других научных организаций, опытно-конструкторских бюро и заводов. В этот же период ведущими специалистами (А. А. Морозов, И. А. Никонова) были подготовлены две монографии по экономике эксплуатации авиационных ГТД. По всем трем направлениям деятельности секторов выпускались отраслевые нормативно-методические материалы и руководства.

Особо следует отметить деятельность сотрудников секторов в области моделирования технико-экономических показателей и самих процессов создания и эксплуатации двигателей. Это работы С. Г. Степанова, Н. М. Крысовой – в области разработки ГТД; А. В. Ждановского, Н. Я. Ткачука – в области серийного производства двигателей и цен на двигатели в условиях мирового рынка; И. А. Никоновой, Г. Г. Иджияна, Т. С. Ерченковой – в области эксплуатации ГТД (работа получила медаль Выставки достижений народного хозяйства). На протяжении всего периода существования секторов проводились работы по оценке экономической эффективности увеличения ресурса и надежности двигателей, сравнительной экономической эффективности вариантов создания программ авиационных двигателей различного назначения, а также конструктивно-технологических решений в ряде двигателей. Разработанные методы, модели и программы внедрялись в конструкторских бюро и на серийных заводах отрасли, на их основе формировались программы и планы производства и ремонта авиадвигателей.

В 1990-е гг. специалисты отдела продолжали участвовать в основных тематических работах ЦИАМ, разрабатывать технико-экономические обоснования проектов новых и модернизируемых двигателей, проводить экспертизу бизнес-планов проектов разработок. Из новых направлений, появившихся за последнее десятилетие, следует отметить исследования по реструктуризации авиадвигателестроительной подотрасли, вопросам импортозамещения, а также анализ перспектив развития гражданской авиации и обеспеченность ее двигателями.

Вместе с тем аппарат исследования в области технико-экономических исследований процессов разработки опытно-конструкторских работ (далее – ОКР), производства и эксплуатации авиационных двигателей (далее – АД) постоянно развивался и совершенствовался в ЦИАМ, опираясь на новые разработки в области вычислительной техники и средств программирования, отвечая на новые вызовы и адаптируясь к решению новых актуальных задач [2].

Наибольший спектр задач приходится на этап разработки АД (рис. 1). Это объясняется важностью и ответственностью работ на данном этапе, от качества проведения которых зависит эффективность и успешность реализации проекта на всех стадиях ЖЦ АД. Заблаговременное исследование потенциала разрабатываемых двигателей, предварительный технико-экономический анализ различных стадий ЖЦ позволяют рационально направлять усилия и распределять ресурсы для повышения эффективности проекта в целом.



Составлено авторами по материалам исследования

Рис. 1. Основные задачи технико-экономического анализа разработки, производства и эксплуатации авиационных ГТД

Можно заметить, что однотипные задачи решаются на различных этапах ЖЦ АД. Однако, несмотря на схожий характер задач, для решения их в зависимости от этапа могут использоваться различные методические подходы. Методологический аппарат, используемый для целей технико-экономического анализа различных сторон авиадвигателестроения, опирается на методы прямого счета, аналитические модели, статистические методы и модели, имитационные модели [3].

В таблице 1 сведены данные об основных методах технико-экономического анализа, их преимуществах и недостатках.

Таблица 1

#### Анализ основных методов технико-экономического анализа

Преимущества	Недостатки
<b>Методы прямого счета</b> (Используют принятые нормы на производство отдельных видов продукции; результат получают перемножением норм расхода на объем запланированных работ)	
Наибольшая точность полученных расчетов; учет технологических особенностей процессов создания и эксплуатации АД; нормативная и тарифная настраиваемость	Трудоемкость счета; большой объем фактологической информации; затрудненность применения для априорных расчетов
<b>Аналитические модели</b> (Представляют собой явные математические выражения выходных параметров как функции от параметров входных и внутренних)	

Преимущества	Недостатки
Простота и удобство счета; позволяют на ранних этапах создания АТ оценить влияние основных факторов на объем выпуска и числа ремонтов двигателей	Усредненность и приближенность получаемых результатов для реальных парков АД; затрудненность или невозможность учета ряда факторов, имеющих значение при оценке эксплуатирующихся АД
<b>Статистические модели</b> (Представляют собой математические уравнения, описывающие статистическую взаимосвязь между признаками)	
Простота применения; приемлемая точность для предварительных расчетов	Трудоемкость создания; повышенные требования к статистической базе данных; ограниченность применения в силу слабой адаптивности к изменению внешних условий
<b>Имитационные модели</b> (Логико-математическое описание объекта, используемое для экспериментирования на компьютере в целях проектирования, анализа и оценки функционирования объекта)	
Всестороннее исследование поведения системы при воздействии различных внешних факторов; анализ влияния и эффективности управленческих решений	Высокая трудоемкость создания; большой объем исходной информации; обязательность применения компьютерных средств

Составлено авторами по материалам исследования

Разработанные ранее в ЦИАМ подходы были доработаны и усовершенствованы. В результате было создано программно-методическое обеспечение оценки и анализа экономической эффективности управления ЖЦ ГТД, основные элементы которого представлены в таблице 2.

Таблица 2

#### Методическое обеспечение технико-экономического анализа различных этапов ЖЦ АД

Исследуемый этап	Инструмент	Методический подход	Этап применения
Разработка	Модель срока разработки АД	Статистическая модель	ОКР
	Модель затрат на разработку	Статистическая модель	
	Модель определения материальных и трудовых затрат на разработку	Методы аналого-сопоставительные и прямого счета	
Производство	Модель цены АД	Статистическая модель	ОКР, серийное производство
	Модель затрат на серийное производство	Аналитическая модель	
	Модель средней стоимости серийного образца	Аналитическая модель	
Эксплуатация	Имитационная модель функционирования парка ЛА и АД	Имитационная модель	ОКР, серийное производство, эксплуатация
	Модель расчета ПЭР	Методы прямого счета	

Составлено авторами по материалам исследования

Вместе с тем произошедшие в последние годы изменения в экономической, финансовой, научно-технической, производственно-технологической сферах сделали часть методов и моделей малоприменимыми или вовсе не приспособленными к решению ряда задач технико-экономического анализа в том виде, в котором они были изначально созданы.

Поэтому было произведено обновление и уточнение состава программно-методического комплекса, а также осуществлено улучшение ряда программ в части их взаимодействия с исследователем и визуализации результатов. В результате уточненный программно-методический комплекс обеспечивает возможность в менее трудоемкой и наиболее наглядной форме решать задачи технико-экономического анализа, возникающие

на различных стадиях ЖЦ АД, а также может быть использован непосредственно для оценки стоимости ЖЦ и других технико-экономических показателей процесса создания и эксплуатации АД.

В данной статье авторами представлена модель и методика в области технико-экономических исследований процесса разработки ГТД. Модель, используемая для исследования и оценки этапов ОКР и серийного производства, программно реализована в виде единого расчетного продукта.

Под затратами на разработку двигателей (СОКР) понимаются материальные и трудовые ресурсы в стоимостном выражении, которые обеспечивают: расчеты и выпуск эскизного проекта; разработку технического проекта и рабочей конструкторской документации; изготовление, испытание и доводку опытных узлов; изготовление, испытание и доводку опытных образцов двигателя до требуемых в техническом задании (далее – ТЗ) уровней эксплуатационно-технических характеристик; проведение высотных стендовых и (или) летных испытаний; проведение сертификационных испытаний [3].

На начальных этапах создания двигателя для прогнозирования затрат на ОКР обычно прибегают к укрупненным статистическим моделям, устанавливающим связь между величиной стоимости разработки ГТД и независимыми переменными, характеризующими параметры двигателя и условия его разработки [2; 4]. Путем доработки и адаптации имеющихся моделей получены зависимости для укрупненной оценки ожидаемых затрат на ОКР для ГТД различного назначения. Эти зависимости учитывают влияние на затраты размерности двигателя, температуры газа перед турбиной, преемственности разрабатываемого двигателя.

Для моделирования затрат на ОКР принята модель следующего вида:

$$C_{ОКР} = a_0 \cdot G_{ВЛ}^{a_1} \cdot \pi_K^{a_2} \cdot \left(\frac{T_\Gamma}{1000}\right)^{a_3} \cdot (m+1)^{a_4} \cdot \left(\frac{R_\Phi}{R_0}\right)^{a_5} \cdot K_{np}^{a_6}, \text{ млн руб.}, \quad (1)$$

где  $G_{ВЛ}$  – расход воздуха через внутренний ( $I$ ) контур двигателя, кг/с;  $\pi_K$  – суммарная степень повышения давления;  $T_\Gamma$  – максимальная температура газа перед турбиной, К;  $m$  – степень двухконтурности;  $R_\Phi$  – максимальная форсажная взлетная тяга ( $H=0, M=0$ ), кгс;  $R_0$  – максимальная взлетная бесфорсажная тяга ( $H=0, M=0$ ), кгс;  $K_{np}$  – коэффициент конструктивно-технологической преемственности разработки;  $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6$  – статистические коэффициенты, отражающие влияние входящих в модель факторов.

Продолжительность разработки двигателей ( $T_{ОКР}$ ) рассчитывается по статистической модели следующего вида:

$$T_{ОКР} = b_0 \cdot M_{ДВ}^{b_1} \cdot \left(\frac{T_\Gamma}{1000}\right)^{b_2} \cdot (T-2001)^{b_3} \cdot K_{np}^{-b_5}, \quad (2)$$

где  $M_{ДВ}$  – масса проектируемого двигателя, т;  $T_\Gamma$  – максимальная температура газа перед турбиной, К;  $T$  – календарный год проведения расчета;  $K_{np}$  – обобщенный коэффициент преемственности проектируемого двигателя;  $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4$  – статистические коэффициенты, отражающие влияние входящих в модель факторов.

Калибровка модели проводится с помощью поправочных коэффициентов. Уточненная реализация данной модели средствами VBA (Visual Basic for Applications) позволяет производить настройку модели за счет учета индекса цен по данным Министерства экономического развития Российской Федерации и текущего курса рубля к доллару.

Более точные результаты дает модель, основанная на методах прямого счета по основным видам затрат, в сочетании с аналого-сопоставительными методами и методами экспертных оценок. Расчет проводится в ценах и условиях, действующих на время проведения расчета. При этом используются соответствующие данные по ценам на применяемые материалы, заработной плате и по уровню накладных расходов организации-разработчика АД. Суммарные затраты на разработку ( $C_{ОКР}$ ), оцененные в постоянных ценах, в соответствии с планом-графиком создания двигателя распределяются по календарным годам.

Для успешного решения задач управления и финансирования работ по созданию авиадвигателей может быть полезным знание ожидаемых ежегодных затрат на их разработку. Оценка затрат, приходящихся на каждый год разработки производится на листе Графики. Данный лист содержит распределение по годам суммарных затрат на разработку двигателей в соответствии со сроками и объемами, полученными на листе ОКР. Результаты расчетов приводятся в табличном и графическом виде. Все расчеты на листе Графики производятся автоматически и не требуют какого-либо вмешательства со стороны исследователя.



В целях осуществления более точных расчетов, которые позволят принимать эффективные управленческие решения, при оценке затрат в ходе разработки АД необходимо учитывать сопутствующие риски. В настоящее время на предприятиях авиационного двигателестроения отсутствует единая система управления рисками, способная реагировать на события, которые могут повлечь за собой финансовые потери, что делает рассматриваемую проблему особенно актуальной. Сложившаяся ситуация усиливает необходимость развития методов анализа рисков проектов в секторе авиадвигателестроения авиационной промышленности, и особенно важной становится задача их оценки. Своевременная идентификация, качественный и количественный анализ рисков проекта позволят оценить возможные суммарные потери, которые может понести заказчик в ходе разработки перспективного АД, и повысить экономическую эффективность проекта.

В соответствии с данными портала Госпрограмм Российской Федерации, в период с 2013 по 2018 г. затраты на реализацию проектов подпрограммы «Авиационное двигателестроение» превысили бюджет почти на 1 млрд руб. Также были зафиксированы задержки при реализации отдельных работ по проектам, что в последствии привело к дополнительным финансовым затратам. Возможность проявления рисков, способных оказать неблагоприятное влияние на ход выполнения проекта, является большой угрозой и может стать причиной серьезных финансовых потерь в процессе создания АД. В связи с этим возрастает необходимость внедрения системы анализа рисков на уровне разработки АД с ее дальнейшим усовершенствованием.

Процедура управления рисками включает следующие шаги:

- определение ситуации;
- оценка риска;
- воздействие на риск;
- мониторинг и пересмотр;
- непрерывные обмен информацией и консультирование на протяжении всего процесса [1].

В ЦИАМ в рамках существующей системы технико-экономической оценки разработки АД планируется разработать, программно реализовать и внедрить блок оценки рисков, сопутствующих процессу создания АД и способных оказать негативное влияние на проект в целом.

Оценка риска включает идентификацию возможных факторов риска, их качественную оценку и дальнейшую количественную оценку, которая предположительно позволит определить суммарный эффект от реализации факторов риска в стоимостном выражении.

Идентификация риска в данном случае подразумевает составление структурированного исчерпывающего перечня всех возможных факторов, которые могут негативно сказаться на процессе разработки АД. Поскольку при принятии проектных решений статистические данные о неблагоприятных событиях в области авиадвигателестроения либо весьма малы по объему, либо отсутствуют, то рискованные ситуации измеряются альтернативным путем, а именно, при помощи экспертных оценок, отражающих знания и опыт экспертов. Таким образом, на этапе идентификации риска планируется осуществить сбор всей необходимой информации о рискованных ситуациях, которым может быть подвергнут процесс разработки АД, включая возможные неблагоприятные события, причины и природу их возникновения, а также сферы их влияния. Далее, располагая полным профилем риска, необходимо сформировать экспертную группу из ведущих специалистов ЦИАМ, каждому из которых будет предложено оценить возможность возникновения того или иного фактора риска и масштаб возможного ущерба от его реализации по шкале от 0 до 5. На основе экспертных мнений следует сформировать реестр рисков, содержащий весь перечень факторов, сгруппированных по видам риска, а также экспертные данные по указанным показателям и их усредненные оценки, отражающие степень важности каждого фактора риска и необходимые для последующей качественной оценки выявленных факторов риска.

На следующем этапе оценки рисков необходимо качественно оценить каждый из описанных в реестре факторов риска, чтобы выявить наиболее опасные из них [5]. Осуществить данную процедуру планируется при помощи карты рисков. Карта рисков позволяет визуально упорядочить выявленные рискованные ситуации по степени их негативного влияния на разработку АД.

Карта рисков делится на три зоны:

1) зеленая зона – область пренебрежимого риска. Здесь влияние факторов на совокупный риск несущественно, и им можно пренебречь;

2) желтая зона – область приемлемого риска. В данной зоне располагаются риски, оказывающие определенное влияние на разработку АД, но в допустимых для заказчика пределах;

3) красная зона – область катастрофического риска. В данной части карты располагаются факторы риска, оказывающие значительное негативное влияние на процесс разработки АД и требующие принятия мер по его снижению.

Далее в рамках этапа качественной оценки риска следует провести ранжирование факторов риска из красной зоны. Решение данной задачи позволяет получить ранжированный по степени влияния на совокупный риск проекта перечень факторов риска. Одним из подходов к ее решению является использование метода анализа иерархий, суть которого состоит в иерархической декомпозиции рассматриваемой проблемы на более простые составляющие элементы и в экспертной количественной оценке степени их взаимодействия в иерархии.

Алгоритм данного метода предполагает следующие шаги:

- представление системы наиболее опасных рисков и их факторов в виде иерархии;
- определение весовых коэффициентов видов рисков и их факторов при помощи построения и анализа матриц попарных сравнений;
- проверку суждений экспертов на согласованность;
- построение ранжированного перечня факторов риска проекта путем вычисления и анализа комбинированных весовых коэффициентов.

Полученные путем ранжирования данные могут быть использованы для дальнейшей количественной оценки риска разработки АД и последующей подготовки мер воздействия на наиболее опасные факторы риска.

Этап количественной оценки предполагает представление полученных на этапе качественного анализа данных в стоимостном выражении. В рамках данного этапа предполагается разработать и программно реализовать математическую модель, которая позволит оценить уровень ожидаемых потерь проекта в зависимости от интенсивности проявления факторов риска на каждом этапе разработки АД. Часть параметров, подаваемых на вход модели, также планируется получить экспертным путем, остальную группу переменных – статистическим.

Также на основе данной модели будет предложен метод, позволяющий оценить ожидаемые потери (риски) каждого этапа разработки АД и в итоге оценить совокупный риск проекта. Применение данного метода позволит обоснованно учесть риски на всех этапах процесса и дать заключение о целесообразности его реализации.

Оценка уровня потерь проекта начинается с поочередного анализа риска на каждом этапе разработки АД при помощи планируемой математической модели. Если размер выявленных ожидаемых потерь окажется выше критического порога, то идентифицированные факторы риска оказывают катастрофическое влияние на потери проекта, и можно рекомендовать отказаться от его реализации или же попытаться внести существенные корректировки в первоначальную концепцию. Если уровень потерь окажется ниже порога, то потери являются допустимыми и можно рекомендовать переходить на следующий этап. В случае если размер выявленных ожидаемых потерь будет лежать в допустимых пределах, потери проекта на оцениваемом этапе являются приемлемыми, и заказчики имеют возможность продолжить реализацию проекта, но с некоторыми дополнительными затратами. Если в ходе анализа риска проекта ни на одном из этапов не было решено отказаться от дальнейшей разработки АД, то на последнем шаге осуществляются расчет совокупного риска разработки АД и оценка приемлемости ожидаемого уровня потерь.

Таким образом, предлагаемая математическая модель и предполагаемый к разработке на ее основе метод оценки рисков на всех стадиях разработки авиадвигателя позволят дать более точные сведения о стоимости его разработки с учетом возможных финансовых потерь, вызванных проявлением сопутствующих рисков.

#### *Библиографический список*

1. Грачева, М. В., Секерин, А. Б., Афанасьев, А. М. Риск-менеджмент инвестиционного проекта. – М.: Юнити-Дана, 2009. – 544 с.
2. Григорьев, В. А. и др. Выбор параметров и термогазодинамические расчеты авиационных газотурбинных двигателей: учебное пособие. – Самара: СГАУ, 2009. – 202 с.
3. Ключков, В. В. Управление инновационным развитием гражданского авиастроения: монография. – М.: МГУЛ, 2009. – 280 с.
4. Костромина, Е. В. Определение себестоимости авиаперевозок в РФ и за рубежом. – М.: МГТУ ГА, 2003. – 234 с.

5. Тимофеева, Т. Б., Оздоева, Э. А. Качественный анализ рисков инвестиционного проекта//Актуальные проблемы управления – 2016: материалы 21-й Международной научно-практической конференции. Москва, 23-24 нояб. 2016 г. – М.: ГУУ, 2016. – С. 96-99.

*References*

1. Gracheva M. V., Sekerin A. B., Afanas'ev A. M. Risk-menedzhment investitsionnogo proekta [*Risk-menedzhment investment project*], Moscow, Yuniti-Dana, 2009, 544 p.
2. Grigor'ev V. A. et al. Vybory parametrov i termogazodinamicheskie raschety aviatsionnykh gazoturbinnnykh dvigatelei [*The choice parameters and thermogasdynamic aviation engines calculations: Manual*], Samara: SGAU, 2009, 202 p.
3. Klochkov V. V. Upravlenie innovatsionnym razvitiem grazhdanskogo aviaostroeniya: monografiya [*Control innovative development of civil aircraft industry: monography*], Moscow, MGUL, 2009, 280 p.
4. Kostromina E. V. Opredelenie sebestoimosti aviaperevozok v RF i za rubezhom [*Determination of the cost of air travel in Russia and abroad*], Moscow, MGTU GA, 2003, 234 p.
5. Timofeeva T. B., Ozdueva E. A. Kachestvennyi analiz riskov investitsionnogo proekta [*Qualitative risk analysis of investment project*], Aktual'nye problemy upravleniya – 2016: materialy 21-i Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Moskva, 23-24 noyab. 2016 g. [*Current Management Issues – 2016: Proceedings of the 21st International Scientific and Practical Conference, Moscow, November 23-24, 2016*], Moscow, GUU, 2016, Pp. 96-98.