DOI: http://dx.doi.org/10.21686/2413-2829-2021-2-48-57

АНАЛИЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ РИСКОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Т. Б. Тимофеева, Э. А. Оздоева
Государственный университет управления,
Москва, Россия

Действующая на сегодня Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года и Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации определяют цели, приоритеты и задачи государственной инновационной политики и научно-технического развития страны. Значительная роль отводится направлениям, которые позволяют получать научно-технические результаты, являющиеся основой для повышения инновационного уровня производства и закрепления положения страны на внешнем рынке. К числу приоритетных направлений относится авиационная промышленность, а именно сектор авиационного двигателестроения. Создание авиационных двигателей в настоящее время является одной из наиболее наукоемких и высокотехнологичных задач отечественного авиастроения. Однако анализ современного состояния реализации программ в этой области показывает, что проблемы их функционирования и развития не всегда решаются с учетом широкого спектра возникающих рисков, негативное влияние которых может привести к значительным финансовым потерям. Для разработки эффективных методов оценки и минимизации рисков необходимо предварительно провести их анализ и классификацию. В статье на основе проведенного анализа предложена система классификации рисков, возникающих при разработке авиационных двигателей. Полученные результаты позволят дать предварительную качественную оценку негативным событиям, возникающим на различных этапах разработки авиационных двигателей.
Ключевые слова: авиационное двигателестроение, разработка авиационного двигателя, анализ рисков, классификация рисков, классификационный признак.

ANALYZING AND CLASSIFYING RISKS ARISING DURING INNOVATION PROJECT IMPLEMENTATION IN AIRCRAFT MOTOR-BUILDING

Tatyana B. Timofeeva, Elza A. Ozdoeva
State University of Management, Moscow, Russia

The current Strategy of Innovative Development of the Russian Federation for the period up to 2020 and the Strategy of Scientific and Technological Development of the Russian Federation determine the goals, priorities and objectives of the state innovation policy and scientific and technological development of the country. A significant role is given to areas that allow us to obtain scientific and technical results that are the basis for increasing the innovative level of production and consolidating the country's position in the foreign market. Among the priority areas is the aviation industry, namely the sector of aircraft engine construction. The creation of aircraft engines is currently one of the most science-intensive and high-tech tasks of the domestic aircraft industry. However, the analysis of the current state of implementation of programms in this area shows that the problems of their functioning and development are not always solved taking into account a wide range of emerging risks, the negative impact of which can lead to significant financial losses. To develop effective methods for assessing and minimizing risks, it is necessary to first analyze and classify them. In the article, based on the analysis, a system of classification of risks arising during development aircraft engines. The results obtained will allow us to give a preliminary qualitative assessment of the negative events that occur at various stages of the development of aircraft engines.
Keywords: aircraft engine building, aircraft engine development, risk analysis, risk classification, classification feature.

Введение

Создание авиационных двигателей (АД) на данный момент является одной из наиболее наукоемких и высокотехнологичных промышленных задач. Развитие мировой экономики становится причиной роста пассажирского потока, а следовательно, и необходимости в коммерческих самолетах и повышения спроса на военные самолеты в силу нестабильной обстановки в мире. Сложившаяся ситуация ведет к постоянному росту потребности в новых авиационных двигателях.

В процесс разработки авиационного двигателя, как правило, вовлекается огромное количество различных ресурсов, рациональное использование которых играет важную роль в формировании научно-технического развития страны. В связи с этим в процессе создания авиадвигателей формируется широкий спектр рисков, негативное влияние которых может привести к значительным финансовым потерям.

Поскольку в настоящее время не существует системы оценки рисков, возникающих при разработке авиационных двигателей, то для ее создания следует начать с создания системы классификации, которая позволит систематизировать риски и дать предварительную качественную оценку негативным событиям, возникающим на различных этапах процесса разработки авиационных двигателей.

Общие положения

В настоящее время в научной литературе не представлена общепринятая и одновременно исчерпывающая классификация рисков, возникающих при разработке авиационных двигателей, что делает рассматриваемую задачу особенно актуальной.

Под процессом создания авиационного двигателя будем понимать комплекс мероприятий, согласованных по исполнителям и срокам осуществления, нацеленных на обеспечение эффективного решения задач по разработке и освоению принципиально новых или усовершенствованию существующих авиационных двигателей, в том числе элементов и узлов.

Процесс разработки авиационного двигателя можно разделить на следующие этапы:

1) предварительные прогнозные исследования;

2) поисковые научно-исследовательские работы (НИР);

3) прикладные НИР;

4) опытно-конструкторские работы (ОКР).

В зависимости от уровня готовности предлагаемого к разработке двигателя этап поисковых НИР в процесс может не включаться.

Для анализа и классификации рисков создания авиационных двигателей были использованы следующие критерии:

– специфика анализируемого объекта (разрабатываемого авиационного двигателя);

– условия возникновения риска;

– возможные последствия;

– временной фактор;

– характер имеющейся о риске информации.

Каждый из представленных критериев имеет свои особенности и может быть в свою очередь разбит на подгруппы. Рассмотрим их более подробно.

Классификация рисков по специфике анализируемого объекта

Данный способ классификации подразумевает разбиение возможных рисков на группы в зависимости от того, какой тип двигателя предполагается разрабатывать и на какой стадии его создания может проявиться рассматриваемый риск.

По типу используемых технологий риск можно классифицировать в соответствии с типами разрабатываемых газотурбинных двигателей [4; 7; 8]:

– риски, возникающие при создании двигателя прямой реакции;

– риски, возникающие при создании двигателя непрямой реакции.

Двигатели прямой реакции создают тяговое усилие непосредственно без использования дополнительных элементов. Двигатели второго типа передают вырабатываемую ими мощность специальному движителю, который в свою очередь и создает тяговое усилие. Определяющей технической характеристикой для АД прямой реакции является взлетная тяга, а для АД непрямой реакции – мощность. В зависимости от этого в схеме двигателя используются различные дополнительные конструкции (узлы), позволяющие повысить указанные технические параметры. Для двигателей прямой реакции – это форсажная камера внутреннего сгорания и дополнительный контур, а для авиадвигателей второй категории – воздушный винт, несущий и рулевой винты, винтовентилятор и др. [9]. Однако в ряде случаев использование данных механизмов может привести к снижению экономической эффективности двигателя, например, за счет увеличения объема потребляемого топлива.

Таким образом, риск при создании двигателя прямой реакции подразумевает возможность недостижения запланированного значения взлетной тяги либо соблюдения установленного требования к размеру силы, вырабатываемой двигателем, но за счет значительного снижения экономичности двигателя. Риск при создании двигателя непрямой реакции связан с теми же негативными ситуациями, но по отношению к мощности разрабатываемого двигателя.

Так, например, в 2018 г. планировалось оснастить российский лайнер МС-21 двигателями прямой реакции ПД-14, однако при стендовой отработке отдельных узлов оказалось, что основные показатели двигателя не соответствуют заявленным характеристикам, в результате чего испытания ПД-14 на крыле МС-21 были проведены только в декабре 2020 г.

Среди двигателей непрямой реакции можно отметить разрабатываемый с начала 2000-х двигатель ВК-800, разработчики которого также столкнулись с несовершенством основных узлов.

По этапу разработки авиационного двигателя можно выделить:

– риск, возникающий на этапе прогнозных исследований;

– риск, возникающий на этапе поисковых НИР;

– риск, возникающий на этапе прикладных НИР;

– риск, возникающий на этапе ОКР.

На этапе прогнозных исследований проводится изучение и анализ существующих тенденций в сфере авиационного двигателестроения, что позволяет сформировать структуру замыслов, найти пути и обосновать возможности создания новых и модернизации существующих образцов авиационных двигателей. На основе прогнозных исследований осуществляется формирование технических обликов вариантов базового двигателя нового поколения и определение перечня поисковых НИР для расчетно-экспериментального обоснования выбора концепции двигателя [1; 2].

На данном этапе всегда существует риск проведения некачественного анализа, осуществления неточного прогноза и, как результат, ошибочного выбора направления дальнейших исследований. Данная ситуация может существенно повлиять на весь процесс.

На этапе поисковых НИР осуществляются расчетно-экспериментальное обоснование эффективности ключевых технологий, разработка концепции технологий изготовления элементов и узлов двигателя и исследование новых материалов. Проведение данных работ позволяет изучить возможности воплощения задуманной идеи и применения в прикладных исследованиях результатов фундаментальных исследований.

Риск данной группы связан с ошибками при разработке технического задания (ТЗ) на экспериментальный газогенератор и двигатель-демонстратор, формировании предложений по перечню прикладных НИР и разработке технического предложения (аванпроекта) [6].

В рамках прикладных НИР проводятся работы по исследованию новых технологий и экспериментальные исследования крупномасштабных моделей. Детали, изготовленные из новых материалов, и производственные процессы должны продемонстрировать приемлемое качество и уровни надежности в условиях, близких к эксплуатационным.

Риск данного этапа разработки АД связан с возможностью получения неудовлетворительных результатов, а также невозможностью применения на практике предлагаемых технологий, что приведет к дополнительным затратам в результате новых теоретических исследований либо к значительным финансовым потерям в связи с отказом от дальнейшего продолжения разработки двигателя.

Этап ОКР предполагает проведение экспериментальной проверки узлов, газогенератора и опытного двигателя на обеспечение заданных в техническом задании характеристик, включая испытания на летающей лаборатории.

На данном этапе разработки риск связан с возможностью недостижения двигателем каких-либо технических характеристик или возникновением проблем при его сертификации. Данный риск может также привести к дополнительным затратам либо полному отказу от дальнейшего серийного производства двигателя с сопутствующими финансовыми потерями.

Классификация рисков по условиям их возникновения

Риски, входящие в данную группу, предлагается изучать с точки зрения природы их возникновения, факторов, которые при определенных условиях могут представлять угрозу, с учетом влияния внешней среды.

По природе возникновения можно выделить следующие риски:

– политический – риск, возникающий в авиационном двигателестроении, связанный с возможными неблагоприятными изменениями политической обстановки в стране;

– экономический – риск возникновения негативных последствий в результате хозяйственной деятельности авиапредприятия;

– организационный – риск, возникающий в авиационном двигателестроении и связанный с управлением всем процессом;

– научно-технологический – риск, связанный с освоением имеющихся и разработкой новых технических решений, в том числе с недостижением запланированных технических характеристик авиадвигателя в результате разработки;

– юридический – риск, связанный с документальным сопровождением работ в авиационном двигателестроении и регистрацией новых технологий;

– технический – риск, связанный с нарушением функционирования технико-технологических систем предприятия по производству авиационных двигателей;

– связанный с человеческим фактором – риск, возникающий в результате действий сотрудников авиапредприятия, носящих как профессиональный, так и личностный характер;

– природный – риск, возникающий в авиационном двигателестроении и связанный с проявлением стихийных сил природы.

По источнику возникновения можно выделить внешний и внутренний риски, возникающие в авиационном двигателестроении.

Внешний риск всегда лежит вне зоны ответственности авиапредприятия, по-

скольку негативные последствия, вызываемые данным видом риска, никак не зависят от деятельности самого предприятия. Под внутренним риском будем понимать риск, напрямую зависящий от функционирования подразделений авиадвигателестроительной организации и принимаемых решений в ходе разработки авиационного двигателя.

По окружению авиапредприятия, разрабатывающего авиационный двигатель, риски можно разделить на две группы:

– риски микроокружения, связанные с элементами ближнего окружения предприятия-исполнителя, отношения с которыми регламентируются договорами, соглашениями или обязательствами по законодательству. К ним относятся заказчики, поставщики, соисполнители, конкуренты, контролирующие организации и пр. Риски микроокружения предприятия имеют свойство оказывать на него непосредственное влияние. Стоит отметить, что данное влияние имеет двусторонний порядок;

– риски макроокружения, относящиеся к дальнему окружению авиапредприятия, например, к политической или правовой среде. Риски из данной группы могут оказывать на организацию только косвенное влияние.

Примером реализации риска микроокружения может служить ситуация, когда соисполнители нарушают сроки сдачи работ, в результате чего головное предприятие может понести значительные убытки в виде штрафов и санкций, описанных в договоре с заказчиком.

Ко второй группе рисков можно отнести возможность изменения законодательства, регламентирующего процедуру сертификации авиационного двигателя, что также может привести к нарушению установленных сроков и финансовым потерям.

Классификация рисков по возможным последствиям

Наряду с причинами возникновения большое значение имеет такая характеристика риска, как его последствия. События, наступающие после реализации риска, оказывают влияние как на эффективность и сроки процесса создания двигателя, финансовый результат и материальные затраты, так и на репутацию самого предприятия.

По величине (возможных) потерь риск, возникающий при создании авиационных двигателей, можно определить как:

– минимальный – риск, в результате которого финансовые потери предприятия составят меньше 10% от планируемой прибыли;

– низкий – риск, уровень потерь от которого может составить от 10 до 40% от предполагаемой прибыли;

– средний – риск, способный вызвать финансовые потери порядка 40–60% от возможной прибыли;

– высокий – риск, в результате которого авиапредприятие может потерять от 60 до 90% от плановой прибыли и принять решение об отказе от дальнейшей разработки;

– максимальный – риск, способный повлечь за собой финансовые потери свыше 90% от возможной прибыли и гарантированный отказ от продолжения работ.

По характеру последствий риск, возникающий в авиационном двигателестроении, можно разделить на чистый и спекулятивный.

Чистый риск может привести исключительно к негативным последствиям [3]. В качестве примера можно отметить риск стихийных бедствий или риск военных действий. Результатом проявления спекулятивного риска могут быть как потери, так и дополнительные выгоды для предприятия. Простейшим примером является риск изменения курса валют.

По степени влияния на процесс разработки можно выделить:

– пренебрежимый – риск, возникающий в авиационном двигателестроении, влияние которого несущественно для процесса разработки изделия и организации в целом;

– приемлемый (допустимый) – риск, возникающий в авиационном двигателестроении, оказывающий определенное влияние на процесс создания двигателя, но в допустимых пределах, определяемых предприятием, ведущим разработку авиационного двигателя;

– неприемлемый – риск, возникающий в авиационном двигателестроении, оказывающий значительное негативное влияние на процесс разработки двигателя и требующий от организации принятия мер по его снижению в силу неспособности предприятия компенсировать возможный ущерб.

По роду последствий риск, возникающий в авиационном двигателестроении, можно классифицировать как:

– материальный – риск прямых потерь оборудования, имущества, продукции, сырья, энергии и т. д.;

– финансовый – риск дополнительных затрат в ходе разработки авиационного двигателя [5];

– ведущий к потере временных ресурсов – риск нарушения установленных предприятием сроков выполнения работ;

– экологический – риск возникновения ситуаций, способных нанести вред окружающей среде;

– социальный – риск, результатом которого является нанесения вреда здоровью и качеству жизни людей.

По возможным финансовым последствиям риск, возникающий в авиационном двигателестроении, делится на прямой и косвенный.

Прямой риск подразумевает непосредственную потерю финансовых средств и/или разрушение материальных объектов. Косвенный риск связан с возникновением ситуаций, следствием которых является увеличение расходов либо недополучение дохода (упущенная выгода).

Классификация рисков по временному фактору

Поскольку разработка авиационного двигателя является длительным многоэтапным процессом (иногда более 10 лет), необходимо учитывать, как экономический эффект от процесса разработки изделия, а также возможные последствия от рисковых событий могут быть распределены во времени. В связи с этим в данной классификационной группе были выделены риски, связанные со степенью зависимости величины потерь от времени, с характером проявления во времени, а также продолжительностью выявления и ликвидации последствий.

По степени зависимости величины потерь от времени можно выделить статический и динамический риски. Возможные потери от проявления статического риска не зависят от времени его влияния на процесс разработки авиадвигателя. Степень влияния динамического риска увеличивается по мере реализации плановых работ.

По характеру проявления во времени можно выделить постоянный риск и временный. Постоянный риск возникает на протяжении всего периода разработки авиационного двигателя и связан с действием постоянных факторов. Например, процентный риск или валютный риск.

Временный риск носит перманентный характер и возникает лишь на отдельных этапах разработки двигателя. К такому риску можно отнести риск сокращения финансирования создания изделия.

По продолжительности выявления и ликвидации последствий риск, возникающий в авиационном двигателестроении, можно разделить на краткосрочный и долгосрочный.

Ущерб от краткосрочного риска обычно выявляется сразу или в течение нескольких месяцев. Однако в ряде случаев быстро выявить последствия риска не представляется возможным, иногда это может произойти через достаточно большой период времени (продолжительностью даже до нескольких десятилетий). Такие риски относятся к долгосрочным.

Классификация рисков по характеру имеющейся о них информации

Процесс анализа риска всегда подразумевает сбор информации, осуществляемый на подготовительном этапе. Источниками информации о риске могут быть статистические данные, полученные из архивов предыдущих программ, открытых источников, исследования научных работ в области авиационного двигателестроения, экспертные мнения. Накопленная таким образом информация может позволить сделать вывод о частоте наступления риска, степени его предсказуемости, а также определить, насколько он характерен (типичен) для процесса разработки конкретного типа двигателя.

По частоте наступления риск можно классифицировать как:

– слабовероятный – неблагоприятная ситуация может произойти в исключительных случаях;

– маловероятный – подобные случаи уже имели место в практике предприятия, но происходили довольно редко;

– вероятный – наличие свидетельств, достаточных для предположения возможности наступления события;

– весьма вероятный – с определенной долей уверенности можно предположить, что событие произойдет, но нет никаких гарантий;

– почти возможный – имеются все основания утверждать, что событие точно произойдет.

По степени предсказуемости рисков, возникающих в авиационном двигателестроении, можно выделить прогнозируемый и непрогнозируемый риски.

Прогнозируемый риск можно предвидеть на стадии планирования исходя из анализа характерных черт отрасли и хозяйственной практики авиапредприятия. Однако точно предсказать момент его проявления в большинстве случаев невозможно.

Непрогнозируемый риск невозможно предвидеть до запуска программы ввиду отсутствия у предприятия какой-либо информации о нем. Примером может служить ситуация, когда при разработке двигателя предприятие пытается внедрить или освоить принципиально новую технологию.

Анализ того, насколько риск *характерен (типичен) для объекта*, позволит различать фундаментальный и спорадический риск.

Фундаментальный (регулярный) риск – это риск, свойственный используемым при разработке наукоемкого изделия технологиям или предприятию в целом. Как правило, данный риск напрямую связан с природными или социальными закономерностями.

Спорадический риск провоцируется исключительно редкими событиями и форс-мажорными обстоятельствами. Нерегулярный риск обычно имеет очень низкую вероятность.

При оценке рисков, сопутствующих разработке авиационных двигателей, в первую очередь необходимо учитывать фундаментальные риски, а спорадические – лишь в той мере, в какой они представляются важными в соответствии с другими критериями классификации.

Таким образом, в результате проведенного анализа нами создана классификация рисков, возникающих при разработке авиационных двигателей (таблица).

Классификация рисков, возникающих при разработке авиационных двигателей

Классификационный признак		Вид риска
По специфике анализируемого объекта	По типу используемых технологий	• Риски, возникающие при создании двигателя прямой реакции. • Риски, возникающие при создании двигателя непрямой реакции
	По этапу разработки авиационного двигателя	• Риск на этапе прогнозных исследований. • Риск на этапе поисковых НИР. • Риск на этапе прикладных НИР. • Риск на этапе ОКР
По условиям возникновения	По природе возникновения (сфере проявления)	• Политический. • Экономический. • Организационный. • Научно-технологический. • Юридический. • Технический. • Связанный с человеческим фактором. • Природный
	По источнику возникновения	• Внешние (экзогенные). • Внутренние (эндогенные)
	По окружению	• Микроокружение (ближнее). • Макроокружение (дальнее)
По возможным последствиям	По величине возможных потерь	• Минимальные. • Низкие. • Средние. • Высокие. • Максимальные
	По характеру последствий	• Чистые. • Спекулятивные
	По готовности авиапредприятия нести возможный ущерб от его реализации	• Пренебрежимые. • Приемлемые (допустимые). • Неприемлемые (недопустимые)
	По роду последствий	• Материальные. • Финансовые. • Ведущие к потере временных ресурсов. • Экологические. • Социальные
	По возможным финансовым последствиям	• Прямые. • Косвенные
По временному фактору	По степени зависимости величины потерь от времени	• Статические. • Динамические
	По характеру проявления во времени	• Постоянные. • Временные
	По продолжительности выявления и ликвидации последствий	• Краткосрочные. • Долгосрочные
По характеру имеющейся о риске информации	По частоте наступления	• Слабовероятные. • Маловероятные. • Вероятные. • Весьма вероятные. • Почти возможные
	По степени предсказуемости риска	• Прогнозируемые. • Непрогнозируемые
	Насколько риск характерен (типичен) для объекта	• Фундаментальный. • Спорадический

Заключение

Таким образом, в статье проведен анализ и представлена система классификации рисков, возникающих при разработке авиационных двигателей. Сбор информации о возможных рисках посредством их классификации позволяет четко определить место каждого риска в их общей системе. Данная классификация дает возможность упорядочить и систематизировать множество возможных факторов риска и будет служить основой для разработки эффективных методов оценки и минимизации рисков, возникающих при разработке авиационного двигателя, а также способствовать повышению эффективности организации управления риском в отечественном двигателестроении.

Список литературы

1. *Бабкин В. И.* Роль и место науки в инновационном развитии авиационного двигателестроения // Двигатель. – 2016. – № 3 (105). – С. 6–12.

2. *Бабкин В. И., Солонин В. И.* Роль и место экспериментальных исследований при создании перспективных авиационных двигателей // Двигатель. – 2015. – № 4 (100). – С. 4–11.

3. *Грачева М. В., Ляпина С. Ю.* Управление рисками в инновационной деятельности. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2010.

4. *Изотов Д. П., Зрелов В. А., Котельников В. Р.* Двигатели вертолетов России. – М. : Медиарост, 2020.

5. *Карпенко О. А.* Риски финансирования инновационных проектов // Вестник науки Сибири. – 2017. – № 3 (26). – С. 119–128.

6. *Корчак В. Ю., Кузнецов В. В., Борисенков И. Л., Леонович Г. И., Лукачев С. В., Бирюк В. В.* О некоторых вопросах научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ авиационной отрасли // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. – 2017. – Т. 16. – № 2. – С. 60–64.

7. *Котельников В. Р., Хробыстова О. В., Зрелов В. А., Пономарев В. А.* Двигатели гражданских самолетов России. – М. : Медиарост, 2020.

8. *Котельников В. Р., Хробыстова О. В., Зрелов В. А., Пономарев В. А.* Двигатели боевых самолетов России. – М. : Медиарост, 2020.

9. *Нечаев Ю. Н., Федоров Р. М., Котовский В. Н., Полев А. С.* Теория авиационных двигателей. – М. : ВВИА им. проф. Н. Е. Жуковского, 2006.

References

1. Babkin V. I. Rol i mesto nauki v innovatsionnom razvitii aviatsionnogo dvigatelestroeniya [The Role and Place of Science in the Innovative Development of Aviation Engine Building]. *Dvigatel* [Engine], 2016, No. 3 (105), pp. 6–12. (In Russ.).

2. Babkin V. I., Solonin V. I. Rol i mesto eksperimentalnykh issledovaniy pri sozdanii perspektivnykh aviatsionnykh dvigateley [Role and Place of Experimental Research in the Creation of Promising Aircraft Engines]. *Dvigatel* [Engine], 2015, No. 4 (100), pp. 4–11. (In Russ.).

3. Gracheva M. V., Lyapina S. Yu. Upravlenie riskami v innovatsionnoy deyatelnosti [Innovation Risk Management]. Moscow, YUNITI-DANA, 2010. (In Russ.).

4. Izotov D. P., Zrelov V. A., Kotelnikov V. R. Dvigateli vertoletov Rossii [Engines of Russian Helicopters]. Moscow, Publishing House Mediarost, 2020. (In Russ.).

5. Karpenko O. A. Riski finansirovaniya innovatsionnykh proektov [Risks of Financing Innovative Projects]. *Vestnik nauki Sibiri* [Bulletin of Science of Siberia], 2017, No. 3 (26), pp. 119–128. (In Russ.).

6. Korchak V. Yu., Kuznetsov V. V., Borisenkov I. L., Leonovich G. I., Lukachev S. V., Biryuk V. V. O nekotorykh voprosakh nauchno-issledovatelskikh i opytno-konstruktorskikh rabot aviatsionnoy otrasli [Some Issues of Research and Development of the Aviation Industry]. *Vestnik Samarskogo universiteta. Aerokosmicheskaya tekhnika, tekhnologii i mashinostroenie* [Vestnik of Samara University. Aerospace and Mechanical Engineering], 2017, Vol. 16, No. 2, pp. 60–64. (In Russ.).

7. Kotelnikov V. R., Khrobystova O. V., Zrelov V. A., Ponomarev V. A. Dvigateli grazhdanskikh samoletov Rossii [Engines of Civil Aircraft of Russia]. Moscow, Publishing House Mediarost, 2020. (In Russ.).

8. Kotelnikov V. R., Khrobystova O. V., Zrelov V. A., Ponomarev V. A. Dvigateli boevykh samoletov Rossii [Engines of Millitary Aircraft of Russia]. Moscow, Publishing House Mediarost, 2020. (In Russ.).

9. Nechaev Yu. N., Fedorov R. M., Kotovskiy V. N., Polev A. S. Teoriya aviatsionnykh dvigateley [Theory of Aircraft Engines]. Moscow, Publishing House VVIA im. prof. N. E. Zhukovskogo, 2006. (In Russ.).

Сведения об авторах

Татьяна Борисовна Тимофеева
кандидат технических наук, доцент
кафедры математических методов в экономике
и управлении ГУУ.
Адрес: ФГБОУ ВО «Государственный
университет управления», 109542,
Москва, Рязанский проспект, д. 99.
E-mail: tanuta75@mail.ru

Эльза Ахметовна Оздоева
аспирантка кафедры корпоративного
управления, ассистент кафедры
математических методов в экономике
и управлении ГУУ.
Адрес: ФГБОУ ВО «Государственный
университет управления», 109542,
Москва, Рязанский проспект, д. 99.
E-mail: ozdoeva.1994@mail.ru

Information about the authors

Tatyana B. Timofeeva
PhD, Associate Professor of the Department
for Mathematical Methods in Economics
and Management of the SUM.
Address: State University of Management,
99 Ryazanskij Avenue, Moscow,
109542, Russian Federation.
E-mail: tanuta75@mail.ru

Elza A. Ozdoeva
Post-Graduate Student of the Department
for Corporate Governance, Assistant
of the Department for Mathematical Methods
in Economics and Management of the SUM.
Address: State University of Management,
99 Ryazanskij Avenue, Moscow,
109542, Russian Federation.
E-mail: ozdoeva.1994@mail.ru