

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ РИСКОВ СОЗДАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ БЕСПИЛОТНОЙ АВИАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ (НА ПРИМЕРЕ ОЦЕНКИ БЕСПИЛОТНОЙ И ПИЛОТИРУЕМОЙ ТЕХНОЛОГИИ)

RISK ASSESSMENT MODEL FOR CREATING A TRANSPORT UNMANNED AIRCRAFT SYSTEM (BY THE EXAMPLE OF ASSESSING UNMANNED AND MANNED TECHNOLOGY)

I. Salakhutdinov

Summary. The relevance of the article is due to the fact that an effective and efficient innovation risk management system is one of the most important tasks facing modern organizations in a rapidly changing economic environment. The purpose of the article is to present the theoretical and practical aspects of risk assessment in the conduct of innovative activities in the field of transport unmanned aerial systems. The article presents: a description of the risk assessment model for creating a transport unmanned aerial system based on the FMEA method: the main provisions of the method and its possible use for non-standard solutions.

Keywords: FMEA method, risk management, innovation, innovative solutions, product design.

Салахутдинов Ильдар Тагирович

Аспирант, Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)
i@eliar.ru, eleloy@yandex.ru

Аннотация. Актуальность статьи обусловлена тем, что эффективная и действенная система управления инновационными рисками является одной из важнейших задач, стоящих перед современными организациями в быстро меняющихся экономических условиях. Цель статьи — представить теоретические и практические аспекты оценки риска при ведении инновационной деятельности в сфере транспортной беспилотной авиационной системы. В статье представлены: описание модели оценки рисков создания транспортной беспилотной авиационной системы на основе метода FMEA: основные положения метода и возможное его использование для нестандартных решений.

Ключевые слова: метода FMEA, управление рисками, инновация, инновационные решения, проектирование продукции.

Риск считается одной из самых больших проблем в теории и практике бизнеса в начале 21 века. Это глобальная проблема, не менее важная для польской экономики, переживающей интенсивные структурные изменения. Риск присутствует во всех сферах человеческой деятельности, когда невозможно контролировать или точно предсказывать будущее. Идентификация риска является одной из фундаментальных идей современной экономики. Использование современных методов оценки и снижения рисков устраняет слабость и минимизирует нерациональные действия перед лицом динамичного и сложного будущего для оптимального выбора и решений инвесторов [2].

Каждое новое решение требует многочисленных анализов перед его внедрением. Это действие направлено на устранение возможного провала нового продукта на рынке и особенно важно в случае инновационных решений. Нововведения требуют детального анализа, в основном из-за больших затрат и риска, а также относительно длительного времени внедре-

ния. Новые или улучшенные решения (для данного сообщества) с точки зрения как новых продуктов, методов производства, использования нового сырья или полуфабрикатов, так и открытия нового рынка или внедрения новой организационной структуры требуют очень детального анализа факторов, которые могут помешать достижению основной цели проекта. Это действие особенно важно в случае оценки технических инноваций, которые касаются изменений технического и технологического характера в организации. В данном случае большое значение имеет тип используемой технологии, которая из-за первого применения может породить множество непредвиденных событий, часто нежелательных с точки зрения деятельности компании. Анализ причин этих событий и их последствий может помочь в оценке риска данного проекта, а также в разработке корректирующих действий [5].

В настоящее время использование транспортных беспилотных авиационных систем является актуальной тенденцией, и их развитие по-прежнему стремительно

продвигается вперед. Это уже не просто игрушки, которые люди используют для развлечения, беспилотные системы нашли свое место практически во всех отраслях. Их коммерческое использование огромно, так как их свойства позволяют получить доступ к труднодоступным для человека местам. Существует несколько типов беспилотных систем, и их можно разделить по многим аспектам, таким как вес, тип привода или степень автоматизации. Среди современных беспилотных систем используется, в частности, автоматический режим, который позволяет пилоту на дистанционном управлении выполнять полет по заранее заданной программе.

Прежде чем мы перейдем непосредственно к анализу рисков беспилотных систем и описанию всей теории управления рисками, важно определить, что же такое риски беспилотные системы и как они подразделяются. К беспилотным системам относятся как потребительские стоимостью в десятки тысяч рублей, так и коммерческие, стоимость которых может достигать миллионов рублей. Очень часто используется слово «дрон», которое является сленговым названием беспилотного летательного аппарата (БЛА). Беспилотные и пилотируемые технологии позволяют висеть на месте и перевозить относительно тяжелое оборудование и другие предметы, что очень привлекательно для компаний или частных лиц. Их можно использовать как для классических видов деятельности, таких как киносъемка и картографирование, так и для более профессиональных видов деятельности, таких как осмотр линий электропередач, проверка урожая в поле или его опрыскивание. Знание основных рисков создания очень важно для дальнейшего продвижения данного инновационного продукта.

Процесс управления рисками представляет собой систематическую попытку проанализировать риск и предотвратить его возникновение. Сам процесс можно разделить на следующие этапы: — идентификация риска, — оценка риска, — выбор методов управления риском, — внедрение, — доработка. Идентификация риска заключается в определении наиболее серьезного риска, которому подвергается анализируемое предприятие. Это требует изучения анализируемого объекта в целом и рассмотрения всех типов неопределенностей, связанных с ним. Оценка риска заключается в расчете затрат, связанных с риском, который был выявлен на первом этапе процесса управления рисками. Главным аспектом корректной оценки риска является правильный выбор модели оценки риска [3].

Для оценки рисков создания транспортной беспилотной авиационной системы предлагаем использовать метод FMEA, который может помочь принимать правильные решения. Метод FMEA универсален и мо-

жет использоваться для анализа различных явлений и проблем на предприятии. Разнообразие применений метода свидетельствует о его высокой эффективности при оценке поставленной задачи. FMEA — это метод, часто используемый при проектировании продукции и планировании производственного процесса. В классическом подходе метод заключается в обеспечении надлежащего обеспечения качества продукции или процессов посредством анализа факторов, которые могут помешать достижению этой цели [4].

Однако универсальность метода не означает одинакового хода его реализации при анализе продукта и процесса. FMEA может отличаться областью применения, критериями и предметом анализа, типом поставленных проблем (вопросов), способом описания дефектов и последствий. Этот метод особенно рекомендуется, например, для оценки процессов, трудно предсказуемых, на этапе планирования технологических процессов, в серийном производстве (как на этапе его планирования, так и производства) и т.д. Поэтому использование его для оценки риска создания современных беспилотных систем представляется вполне оправданным.

Проведение FMEA-анализа заключается в выявлении и оценке потенциальных повреждений/дефектов продукции или несоответствий в процессе ее производства, обслуживания или управления, а затем в определении причин такого положения вещей. На его основе должны разрабатываться предупреждающие и корректирующие действия. Под дефектом понимается невыполнение требований к продукту или процессу, вытекающее из основной функциональности (полезности) продукта или эффективности процесса. В основе метода лежит оценка эффекта, который был вызван появлением конкретного дефекта. Правильное его проведение связано с четко поставленной целью анализа. Можно сделать выводы, направленные на оценку качества продукта, безопасности сотрудников, финансов компании или любого другого аспекта, важного для эксперта, проводящего FMEA [4].

Ниже представлена модель оценки рисков создания современных беспилотных систем на основе FMEA. Цель модели заключается в том, чтобы определить, насколько рискованно в результате проекта достичь основной цели проекта — производства современных беспилотных систем. При проектировании перспективных транспортных беспилотных авиационных систем следует учитывать проблему повышенного риска, возникающего в результате использования инновационных решений. Серьезной проблемой, сопровождающей процессы разработки и внедрения инновационных решений, зачастую является повы-

Таблица 1. Отдельные факторы, оказывающие существенное влияние на инновационный уровень транспортных беспилотных авиационных систем [4, 7]

Область	Характеристики факторов
Метод визуализации	• метод генерации изображения (2D/3D)
Структура системы	• степень функциональной и структурной интеграции элементов • совместимость структурных элементов
Камера	• разрешение сенсора • спектральный диапазон сенсора и спектральная чувствительность • температурное разрешение (для ИК-камер) • разрешение аналого-цифрового преобразователя • скорость изобретения • интерфейс передачи данных
Линзы и другая оптика для преобразования изображения	• оптическое разрешение объектива • уровень искажения изображения • возможность реконфигурации • автоматизация настройки параметров
Системы освещения	• способы освещения зоны измерения — эффективность осветительных приборов
Обработка и анализ данных	• уровень сложности используемых методов • оперативность и результативность алгоритмов • использование элементов «искусственного интеллекта»
Системы контроля	• скорость обработки сигнала • применение передовых алгоритмов • возможность дистанционного наблюдения (телемониторинга) • совместимость с другими устройствами
БАС модули	• эффективность и надежность исполнительных систем
Эксплуатационные особенности	• устойчивость к возмущающим факторам

шенный технико-экономический риск. Риск при проектировании технических систем понимается как мера невозможности достижения запланированных целей применительно к предполагаемым затратам, графику и техническим ограничениям. Технический риск охватывает все аспекты, связанные с проектированием и производственным процессом. Различают также: технологический риск (вытекающий непосредственно из незрелости используемых технологий) и технический риск (включая все факторы, в том числе технологические). Необходимо учитывать тесную взаимосвязь между риском и инновационной деятельностью, которые зачастую характеризуются повышенным уровнем неопределенности [1].

В соответствии с предлагаемой моделью должны подробно оцениваться технические риски (возможность появления дефектов: гладкость поверхности, точность форм, полнота тел и повторяемость продукции, как аспекты, вытекающие из специфики инновации, под наполненностью корпуса понимается соответствующий подбор геометрии корпуса). Учитывая, что инновация не может существовать сама по себе (без компании она не использовалась бы на практике), при оценке также учитываются аспекты, связанные с общей деятельностью компании [6].

Разработка методов выявления и анализа технических факторов риска на этапе проектирования с учетом их инновационного и уникального характера является предметом все большего количества исследовательских работ. В таблице 1 показаны области и перечислены отдельные факторы, влияющие на уровень инновационности систем оптического контроля, которые в то же время могут быть источником технического риска.

Метод FMEA рассчитывает показатель риска производством трех параметров: вероятности ошибки, ее обнаруживаемости и значимости, применяется следующая формула:

$$R = O — Z — W \tag{1}$$

где: R — общий показатель уровня возникновения риска, O — выявляемость ошибки, повреждения, Z — значимость ошибки, величина последствий повреждения, отказа, W — вероятность ошибки (повреждения, отказа).

Этапы метода FMEA можно свести к 3 шагам, связанным с: подготовкой, надлежащим анализом и введением и наблюдением за профилактическими действиями.

Таблица 2. Рекомендации по оценке риска создания транспортных беспилотных авиационных систем

Действие	Оценка	Значение дефекта	Характеристика
Подготовка и планирование производственного процесса	1	Очень маленький	Сбой не вызывает простоя. Он предполагает необходимость внесения незначительных корректировок в выбранные элементы проекта/параметры производственного процесса без необходимости привлечения руководства проекта.
Производственный процесс	2		
Подготовка и планирование производственного процесса	3	Маленький	Возмущение вызывает сдвиг во времени в планировании/производстве отдельной детали. Задержка не влияет на весь проект. Требуется участие нижестоящего руководства.
Производственный процесс	4		
Подготовка и планирование производственного процесса	5	Средний	Разрушение вызывает необходимость воссоздать детали / снова начать стадию планирования. Ошибка на этом этапе уже связана с материальными потерями в результате процесса
Производственный процесс	6		
Подготовка и планирование производственного процесса	7	Высокий	Разрушение вынуждает реорганизовать весь производственный процесс планирования/производства. Это означает необходимость запуска производства снова. Это влияет на все этапы.
Производственный процесс	8		
Подготовка и планирование производственного процесса	9	Очень высокий	Нарушение препятствует полной реализации проекта. В результате ее возникновения проект должен быть отклонен.
Производственный процесс	10		

На первом этапе подробно определяются цель и предмет анализа, а также определяются области, в которых следует искать потенциальные дефекты и конкретные недостатки []. Для подготовки списка рассматриваемых дефектов следует использован проблемный подход, когда анализируются только те области, в которых были обнаружены проблемы, и системный подход, когда продукт, конструкция или процесс рассматриваются в целом. Такой подход более сложен в реализации из-за необходимости определения связей между отдельными уровнями анализа (подсистемами), но в то же время позволяет обобщить анализ. Второй этап называется собственно анализом за счет присвоения значений трем показателям: W, O и Z. На этом этапе важно определить взаимосвязь: причина недостатков/проблема следствие.

В случае определения значения показателя O, который обычно относится к дефекту, но также возможно его соотнесение с причиной, возможность обнаруже-

ния дефекта/причины данной ошибки/повреждения/ несоответствия компания должна определиться, это простое обнаружение данного дефекта или причины скрывается под значением показателя W.

При определении значения Z следует анализировать только следствие, не относя его к причине. В результате такого сужения можно избежать вынесения оценки из-за сложности обнаружения вызвавшего его дефекта. Также важно поддерживать согласованность в пределах данного FMEA в отношении заданных параметров с точки зрения дефектов или причин. Также стоит подчеркнуть, что при FMEA самое главное определить перечень непосредственных причин дефектов. Нередко в ходе идентификации выявляют и первопричины, которые также имеют важное значение, хотя их анализ может привести к упущению некоторых причин из-за необходимости анализа множества причинно-следственных связей. После определения значений по отдельным показателям производится оценка риска

по формуле 1. По принятой шкале оценок от 1 до 10 показатель R может принимать значения от 1 до 1000. На этом основании можно определить иерархию потенциальных причин/дефектов в силу их «критичности». Затем компания должна определить уровень приемлемого значения R в рамках данной причины/дефекта.

После того, как расчеты произведены, можно переходить к третьему этапу, который предполагает введение и надзор за профилактическими мероприятиями. Корректирующие действия всегда должны относиться к конкретному дефекту и его причине. Их реализация может снизить значение R-индекса, что, безусловно, будет выгодно с точки зрения оценки рисков. Однако следует иметь в виду, что их выполнение может отражаться и на появлении других дефектов, поэтому корректирующие рекомендации, которые определены в рамках FMEA, должны постоянно контролироваться.

Следующим этапом исследования является определение значений показателей: O, Z и W. Для этого экспертами были разработаны необходимые характеристики баллов. Общие рекомендации по принятию значений показателей представлены в таблице 2.

Затем определяется значение показателя уровня риска для отдельных дефектов/проблем в соответствии с формулой 1. Данное действие направлено на определение тех дефектов/проблем, которые должны подлежать вмешательству в первую очередь, ввиду минимизации негативных последствий. Для этой цели используются так называемые уровень принимаемого

риска, на основе которого построена иерархия отдельных дефектов/проблем/причин. Уровень приемлемого риска следует определять на основе имеющихся данных, литературы или опыта. При отсутствии исходной информации в качестве приемлемого порога можно принять значение 50 (согласно уровню статистического вывода для $\alpha=0,05$). Тогда все значения ниже 50 считаются приемлемыми.

Таким образом, проектирование и внедрение транспортных беспилотных авиационных систем характеризуется значительным уровнем риска, обусловленным применяемыми инновационными решениями. При оценке инновационного риска необходимо расширить FMEA аспектами, не связанными напрямую с конкретной проблемой или дефектом. Это связано с тем, что инновации не отделены от предприятия и также должны анализироваться в контексте общей деятельности компании. В случае оценки риска технических инноваций необходимо объединить FMEA продукта и процесса, что следует из основных аспектов, подлежащих анализу. Здесь важна как сама концепция инновационного решения с точки зрения технико-экономических предположений (что подсказывает FMEA продукта), так и его реализация (FMEA процесса), которая вытекает из определения необходимого условия — практическое применение. Другие аспекты анализа также могут быть использованы. Применение метода FMEA к инновационным решениям требует некоторых отклонений от общепринятых допущений, что вытекает из необычного характера инноваций, а значит, и необходимости отдельного подхода к изучаемой проблеме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ашинова М.К., Чиназирова С.К., Кадакоева Г.В., Гишева С.Ш. Методы оценки рисков инновационных проектов // *The Scientific Heritage*. 2020. № 54–7. С. 13–17.
2. Кузнецова М.О. Риски внедрения корпоративных инноваций промышленных компаний: результаты эмпирического исследования // *СРРМ*. 2021. № 1. С. 82–91.
3. Любименко Д.А., Вайсман Е.Д. Методический подход к оценке эффективности цифровых инвестиционных проектов // *Экономика. Информатика*. 2020. № 4. С. 718–728.
4. Петровская Ю.А., Петровская Е.А. Комплексная оценка рисков методом FMEA // *Актуальные проблемы авиации и космонавтики*. 2016. № 12. С. 194–196.
5. Полищученко В.А., Павлова А.В., Полянин А.В. Оценка современного состояния инновационного развития и основные проблемы осуществления инновационной деятельности в России // *ЕГИ*. 2022. № 41 (3). С. 227–233.
6. Полтева Т.В. Разработка методики оценки финансовых рисков инновационного проекта в зависимости от стадии жизненного цикла // *Вестник ВУиТ*. 2022. № 1 (49). С. 199–211.
7. Полянин А.В., Соболева Ю.П., Кулакова Л.И. Инновационные риски в предпринимательстве // *Государственное и муниципальное управление. Ученые записки*. 2022. № 2. С. 114–127.

© Салахутдинов Ильдар Тагирович (i@elias.ru, eleloy@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»