

УДК 338 DOI: 10.14451/2.176.82

Интегрированное управление проектными рисками с использованием метода критической цепи

© 2023 Гавель Ольга Юрьевна

к.б.н., доцент департамента бизнес-аналитики факультета налогов, аудита и бизнес-анализа Финансовый университет при Правительстве РФ Россия, Москва E-mail: olga-gavel@mail.ru

Ключевые слова: анализ проектов, оценка рисков, анализ видов и последствий отказов, метод критической цепи.

Реализация проектов связана с множеством существенных ограничений, определяемых как интересами ключевых стейкхолдеров, так и состоянием экономической среды, несущих значительный потенциал риска. Отклонения от ранее определенных на этапе предпроектного анализа временных и ресурсных ограничений и изменения иных критических условий реализации проекта могут привести к негативным последствиям для организации. К ним относятся не только нарушение сроков реализации проекта и превышение бюджетных параметров затрат, но и, как следствие, снижение ценности проекта и его результатов для бизнеса компании. Комплексная оценка рисков, предложенная в статье, включающая метод критической цепи, позволяет выявлять и анализировать вероятные риски проекта на различных стадиях его жизненного цикла. Основным аналитическим инструментом при этом выступает анализ видов и последствий отказов, дополненный оценкой последствий рисков.

Быстрая смена технологических укладов и появление инновационных технологий создают дополнительные риски в проектном управлении. Обобщение практик применения аналитических процедур в проектном менеджменте выявило целый ряд недостатков в их использовании [2; 3; 6]. Упреждающая корректировка целевых параметров проекта на всех стадиях его жизненного цикла при сохранении ориентации на основополагающие аспекты результативности и эффективности, имеющие прямое и косвенное отношение к проекту, становится важнейшим условием его успешной реализации [5]. В реализации проекта задействовано значительное чис-

ло акторов, каждый из которых преследует свой интерес. По мнению профессора П. Л. Бернштейна, свобода выбора действий актором бизнеса, как реакция на поступающую ему информацию, представляет основной источник непредсказуемости для других его участников, определяя феномен экономического риска [5].

Проектные риски с трудом подлежат упреждающему контролю со стороны разработчиков проекта: их параметры и результаты реализации непосредственно связаны с потенциальным развитием событий при их осуществлении. Как следствие, на этапе проектирования одна из

важнейших задач – идентификация наиболее существенных и вероятных рисков проекта и разработка комплекса мероприятий для минимизации их последствий.

Возможные риски проекта:

1. разногласия интересов между ключевыми стейкхолдерами;
2. корректировка видения и приоритетов развития, а также структурные изменения в организации;
3. сокращение бюджета проекта и изменение сроков реализации;
4. нарушение обязательств партнерами и контрагентами, что приводит к необходимости внести изменения в рабочие графики и процессы и др.

Для снижения вероятности и минимизации последствий воздействия рисков на результаты проекта следует обосновывать и реализовывать систему антикризисных мероприятий, определяя оптимальные параметры резервов для покрытия вероятных потерь активов, а также диверсифицировать участие в различных проектах, обеспечивающих формирование устойчивых результатов. К основным факторам, оценка и мониторинг которых могут уменьшить разрушительные последствия реализации рисков, относятся, как минимум, следующие:

1. временные рамки реализации проекта;
2. волатильность состояния внешней среды;
3. сложность структуры проекта и ее соответствие управленческим компетенциям специалистов компании.

Превышение времени, отведенного для реализации проекта, является одним из наиболее существенных по разрушительному воздействию на индикаторы эффективности проекта, особенно для проектов со значительной инновационной составляющей, для которых характерна тенденция сокращения жизненного цикла инноваций. В результате имеет место состояние недоамортизированности активов и, как следствие, фактической убыточности инвестиций. Изменчивость внешней среды также приводит к расширению

«воронки сценариев» реализации проекта, что обуславливает высокую вероятность ситуации фактической убыточности отдельно взятого проекта и требует от инвестора участия в пулах разнокачественных проектов. Структурная неоднородность проекта на разных этапах реализации, предполагающая привлечение различных партнеров и поставщиков, также повышает степень неопределенности выполнения графика его реализации, что нередко инициирует отечественные организации на концентрацию всех работ в пределах группы организаций, представляющих собой связанные стороны, противореча требованиям эффективности.

Традиционно используемые подходы при анализе проектных рисков имеют свои достоинства и недостатки в практическом применении [6; 9]. Для более точной оценки вероятности и возможных последствий реализации рисков для проекта в частности, и в бизнесе компании в целом необходимо использовать комбинацию приемов количественного анализа.

Традиционные методы анализа проектных рисков:

Качественные:

- анализ иерархий (Analytic Hierarchy Process, АНР)
- карта рисков

Количественные:

- методы нечеткой логики
- метод графов
- метод Монте Карло
- анализ характера и последствий потенциальных отказов (Failure Mode and Effects Analysis, FMEA)
- анализ дерева событий (Event Tree Analysis, ETA)
- анализ дерева отказов (Fault tree analysis, FTA)

Количественный анализ не может использоваться повсеместно из-за заложенных в нем ограничений. Показатель приоритетности уровня риска не позволяет принимать в расчет существенность целого ряда входных параметров, таких

как значимость последствий реализации рисков событий, возможность их идентификации и вероятность наступления. Нечеткий анализ характера и последствий отказов, анализ дерева событий и анализ дерева отказов представляют действенные методы, практическое использование которых в проектном анализе позволяет выявить основные причины реализации того или иного сценария развития событий. Однако и они имеют ограниченный потенциал при прогнозировании в условиях полной или существенной неопределенности, что характерно для проектов со значимой инновационной составляющей. На Рис. 4 приведены результаты сравнительного анализа применения методики нечеткого анализа характера и последствий отказов и традиционной методики анализа характера и последствий отказов.

Оценочный анализ рисков, метод прогнозирования и диагностики в условиях высокой неопределенности, основанный на формировании графика проекта с использованием системы формализации существенных связей, успешно реализован во многих проектах [3; 10]. Основной его задачей является определение критического уровня воздействия рисков на протяжении жизненного цикла проекта. Применение метода критической цепи является одним из эффективных способов, который помогает вырабатывать гибкие управленческие решения для максимально возможного достижения ранее принятых временных и финансовых параметров капитального бюджета.

Реализация проектов предполагает цепочку работ, выполнение которых может быть дифференцировано на ряд этапов, входящих в соответствующие стадии жизненного цикла. Скорость выполнения этапов определяет общее время, необходимое на реализацию всего проекта. Кроме того, при планировании их целевых параметров определяется временной и ресурсный резерв, чтобы обеспечить своевременное завершение проекта даже в случае нарушения выполнения регламентов бизнес-процессов на том или ином этапе [13]. С одной стороны, по-

добная практика может привести к завышению оценки длительности проекта, что предполагает ненапряженный график его реализации и возможность досрочного завершения. В этих условиях при использовании бюджетинга, фактически в плановые издержки закладывается непроизводительный простой времени, что приводит к нормативному удорожанию проекта. С другой, именно наличие временного и финансового резервов позволяет не проводить корректировку целевых временных, объемных и финансовых параметров проекта во время его реализации. Большая устойчивость обуславливается возможностью дополнительного вовлечения временных и материальных ресурсов без угрозы отклонений от показателей целевой результативности. Использование метода критической цепи при этом обеспечивает большую предсказуемость, производительность, надежность и скорость для достижения лучших результатов [8].

Выбор способов определения рациональных параметров временных резервов должен основываться на критерии точности, что повышает шансы успешного завершения проекта в установленные сроки [13]. Метод адаптивного подхода к интенсивности (APD) позволяет компенсировать недостатки методов «вырезать и вставить» (CPM) и среднего квадратического отклонения (RSEM) [11]. При его использовании проводится оценка и мониторинг общего числа связей в рамках отношений предшествования задач некритической цепи, непосредственно связанных с задачами критической цепи (T_{pr}); общего числа задач в рамках некритической цепи (T_n); дисперсию i -го действия (V_{Ai}). Тогда размер резерва времени составит:

$$\left(1 + \frac{T_m t_{pr}}{T_n}\right) \cdot \sqrt{\text{SUM} + V_m t_{Ai}}$$

Значение V_{Ai} зависит от допущений, касающихся распределения продолжительности времени выполнения задач.

По результатам имитационного моделирова-

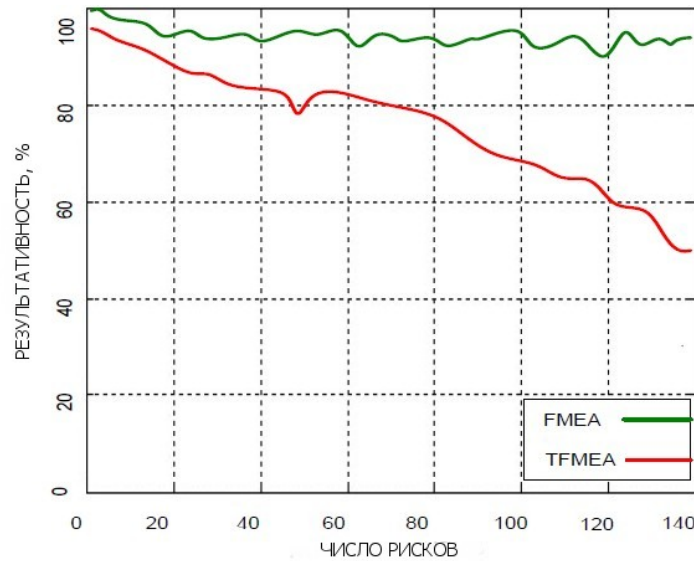


Рис. 1. Сравнение традиционной методики анализа характера и последствий отказов (TFMEA) и методики нечеткого анализа характера и последствий отказов (fuzzy FMEA).

ния [13] выявлено, что запланированный с использованием метода CPM срок реализации проекта был на 17–15% больше, чем с использованием метода APD, что может негативно отразиться на эффективности и результативности инновационно-инвестиционной деятельности компании. Полученные по методу RSEM прогноз нормативного срока реализации проекта расположился между этими двумя экстремальными оценками. В этой связи рекомендуется более детально учесть особенности и характеристики проекта и использовать более совершенный метод нормативной оценки (например, метод APD). При выборе конкретного метода оценки нормативного резерва времени ориентируются на критерий повышенной напряженности в интенсивности реализации проекта при наиболее высоком уровне достоверности прогноза нормативных сроков его завершения.

Первичная цель системы управления рисками состоит в: идентификации реальных рисков, которые могут быть однозначно аналитически оценены как реальные угрозы для успешной реализации проекта; создании системы их рефлексивного мониторинга, преследующей цель идентификации «слабых сигналов» рынка; выработке решений, связанных с реализацией упреждающих действий, направленных на снижение

разрушительных последствий наступления рисков для участников проекта.

Применение метода критической цепи при обосновании проекта ознаменовало отход от эмпирического управления проектами к моделированию сценариев его развития и определению возможных корректирующих действий [11]. Однако и ему свойственен недостаток: отсутствие достаточного аналитического инструментария для комплексного анализа рисков при необходимости идентификации критической цепи задач и параметров корректирующих действий. Его комбинация с традиционными подходами может способствовать, с одной стороны, планированию напряженных временных и ресурсных бюджетов проекта, с другой – успешному завершению проектов в срок и становится значимым фактором выявления «узких мест» и наиболее рискованных этапов реализации проекта.

Методику исследования можно описать в виде алгоритма практических управленческих действий и математической модели, уточняющей варианты действий в зависимости от характера отклонений, идентифицированных на этапе сценарного прогнозирования проекта, которая обеспечивает интегрированное управление рисками на основе разработки вариантного плана-

графика реализации проекта с использованием метода критической цепи. При определении критических рисков для идентификации и анализа потенциальных рисков в рамках объединения методологии нечеткой логики и нечеткого анализа видов и последствий отказа вводятся показатели вероятность наступления события (P), интенсивность воздействия (I) и возможность выявления/контроля (D). Каждая из переменных рассчитывается с использованием функции принадлежности (MFs) в интервале от 1 до 10 и пяти словесных определений («очень высокий», «высокий», «средний», «низкий», «очень низкий») для их качественной оценки.

Этапы методики исследования:

1. Нечеткий анализ видов и последствий отказов и нечеткий метод анализа иерархий;
2. Моделирование и симуляция;
3. Минимизация рисков;
4. Аналитическое обоснование сценария действий с использованием метода критической цепи.

Для расчета интенсивности воздействия для каждого вида риска, учитываются интенсивность воздействия издержек, интенсивность воздействия времени, интенсивность воздействия качества. Методика нечеткого метода анализа иерархий позволяет решить многофакторную задачу в области принятия решений благодаря объединению трех факторов в один показатель – агрегированную интенсивность воздействия (AI):

$$AI = TPC \cdot IC + TPT \cdot TI + TPQ \cdot QI,$$

где

TPC – общий приоритет издержек;

CI – интенсивность воздействия издержек;

TPT – общий приоритет времени;

TI – интенсивность воздействия времени;

TPQ – общий приоритет качества;

QI – интенсивность воздействия качества.

После определения вероятности наступления событий (P), интенсивности воздействия (I) и возможностей выявления/контроля (D), рассчитывается степень значимости риска (RCN). При этом необходимо помнить, что любая оценка степени риска подразумевает, что степень значимости риска попадает в заданный оценочный интервал. На рисунке 2 показана схема, позволяющая выявлять риски в проекте.

Смысл использования критического анализа рисков (RCA) – помочь лицам, принимающим решения, критически оценить уровень рисков. Он позволяет определить такие показатели как P , CI , TI , QI и D для каждого рискованного события, а также рассчитать агрегированную интенсивность воздействия (AI) с использованием методов нечеткого метода анализа иерархий ($Fuzzy\ ANP$). Перенеся полученные значения P , AI и D в экспертную систему с нечеткими выводами проводится численная оценка степени значимости риска (RCN) и определяется его итоговое значение [13].

На этапе моделирования методом Монте-Карло используется матрица оценки рисков, связанных с действиями, составляющими задачу, которая была разработана во время третьего этапа для подсчета вариативности продолжительности отдельных действий. Таким образом, становится возможным рассчитать общее количество времени, необходимое на реализацию проекта, а также идентифицировать критическую цепь. Для моделирования базы нечетких правил можно использовать нечеткую модель Мамдани и модель Такаги и Сугено [7; 12].

Комбинация методов $Fuzzy\ FMEA$ и $Fuzzy\ ANP$ позволяет с большей степенью достоверности определить компенсацию влияния нарушений течения процессов по сравнению с традиционными методами анализа. Результаты симуляции включают в себя оценку степени компенсации влияния нарушений и статистику по всем версиям тестовых шаблонов, помогающим существенно снизить риски. Безусловно, модель обычно

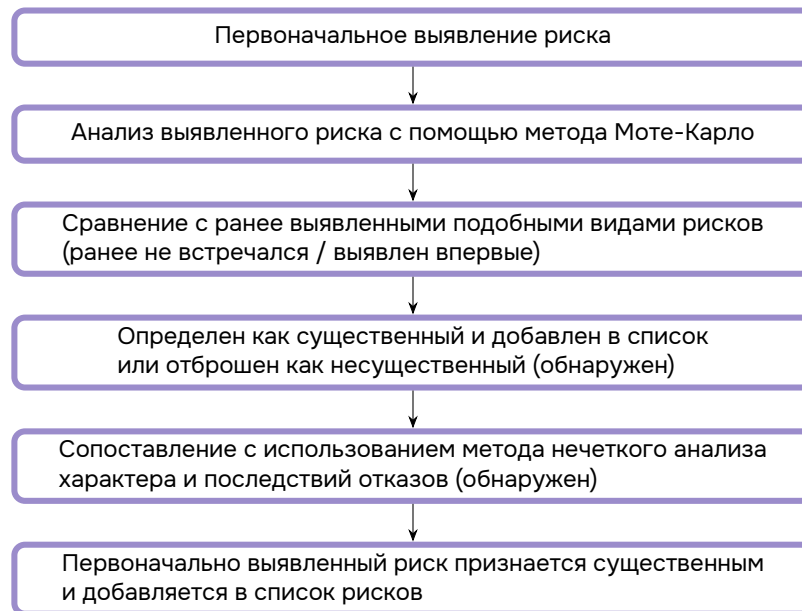


Рис. 2. Оптимальный метод выявления рисков.

гораздо более схематична, чем описываемая реальная система. Однако она дает возможность спрогнозировать последствия изменений в системе и часто используется для минимизации несоответствия заданным требованиям, устранения непредвиденных «узких мест», предотвращения перерасхода или недоиспользования ресурсов и оптимизации производительности системы.

Одна из основных задач разработки системы мероприятий по обоснованию стратегии и тактики управления рисками – предотвратить возможные нарушения в сроках и последовательности проведения проектных работ для страховки системы от непроизводительных затрат времени и ресурсов. Использование для анализа метода дерева отказов позволяет экспертам выявить ключевые причины, которые могут вызвать наступление рискованного события, и позволяют понять, какие из этих причин являются определяющими и нечеткую вероятность их наступления. Кроме того, разрабатываются стратегии минимизации ущерба от рисков, реализация которых может снизить возможность их наступления. Диагностика нечеткой вероятности отсутствия достижения цели по каждому из вариантов стратегии управления рисками определяется методом

анализа дерева отказов. Общая вероятность реализации цепочки операций при осуществлении конкретного сценария проекта определяется как произведение значения нечетких вероятностей каждой из операций, входящих в цепочку достижения цели. Такой подход позволяет повысить полноту обеспечения безопасности и минимизировать риск (Рис. 3).

Снижение последствий реализации рисков происходит на втором этапе процесса управления рисками. Его инструментарий позволяет проводить идентификацию, оценку и приоритезацию рисков, а также разрабатывать систему мер контроля за уровнем риска и снижению последствий их наступления. Таким образом, уже на этапе принятия управленческих решений можно снизить общие риски, связанные с достижением предусматриваемых проектными решениями задач. Мероприятия по минимизации рисков подталкивают риск-аналитиков к внесению соответствующих изменений в оперативные процессы и в смету расходов на превентивные мероприятия, что гармонизирует систему взаимоотношений как с поставщиками и подрядчиками, так и обеспечить менеджмент необходимой информации для осуществления проекта.

Нарушение сроков выполнения взаимосвязан-

ных задач может стать серьезной проблемой для успеха реализации проекта, что делает необходимым идентификацию потенциальных проектных рисков. Верификация состава и характеристика рисков, затрудняющих успешное завершение проекта, осуществляется при оценке проекта по схеме «конец → начало». При этом планирование временных и ресурсных параметров осуществляется по целевым результатам проекта, а оценка размеров временного резерва для успешного выполнения проектных работ, страхующего критическую цепь реализации проекта от превышения временных параметров, осуществляется по каждой из операций.

Временные резервы некритической цепи обеспечивают защиту обязательств по проекту от рисков, связанных с одновременным выполнением хозяйственных операций в рамках проекта, так как проекты представляют собой объединение последовательно или параллельно осуществляемых процессов, что предполагает изменения в критических цепях операций и нарушение графиков выполнения работ. Для проектов, управление которыми осуществляется традиционными способами, интеграционный риск может быть определен как риск, возникающий в связи с усложнением статистических характеристик процесса в случае объединения в нем нескольких одновременно реализуемых цепей задач, что и является первичной причиной, вызывающей изменения в критической цепи.

Метод Монте-Карло представляет широко используемый в стратегическом анализе инструмент оценки рисков и, как следствие, метод их снижения, поскольку позволяет оценить потенциальную интенсивность воздействия рисков, связанных с интеграцией процессов, для всего периода жизненного цикла проекта. Подстраховка некритических цепей задач от сдвигов во времени осуществляется за счет формирования на этапе планировании «страхового» временного резерва, связанного с критической цепью задач. С помощью метода Монте-Карло можно оптимизировать разработанные с использованием метода критической цепи графики, поскольку он

позволяет определить вероятность достижения целей проекта и выполнения его в срок. Такой подход обеспечит снижение интеграционного риска за счет разработки системы превентивных профилактических мероприятий.

Сформированный с использованием метода критической цепи план-график хода реализации проекта обеспечивает эффективное отражение взаимосвязей между задачами в цепях, что снижает уровень проектного риска. Непрерывный учет ресурсно-временных связей и координируемости действий связей при выявлении параметров критической цепи способствует повышению качества планирования и надежности реализации плановых решений. Полученные на этапе прогнозирования оценочные показатели используются при обосновании превентивных мероприятий для достижения ранее заявляемых целей проекта и получения наилучших результатов в фактически складывающихся условиях.

Таким образом, в условиях глобальной турбулентности традиционные подходы аналитической проектных рисков не в полной мере отвечают требованиям стейкхолдерской модели управления. В качестве дополнительного аналитического инструментария возможно рекомендовать использовать метод критической цепи, модель которого интегрирует традиционные подходы к управлению рисками с сценарным анализом планов-графиков реализации проектов с использованием метода критической цепи. Такой подход к анализу и мониторингу реализации проектов позволяет устранить целый ряд недостатков, возникающих при использовании традиционных аналитических приемов, основанных на прогнозировании и оценке бюджетных параметров.

Основными задачами управления проектными рисками являются их идентификация, оценка вероятности и последствий реализации рисков, а также формирование сценариев эффективного реагирования на них с целью минимизации последствий их разрушительного действия для участвующих в проекте организаций. Прогнозирование и оценка разрушительного потенциала

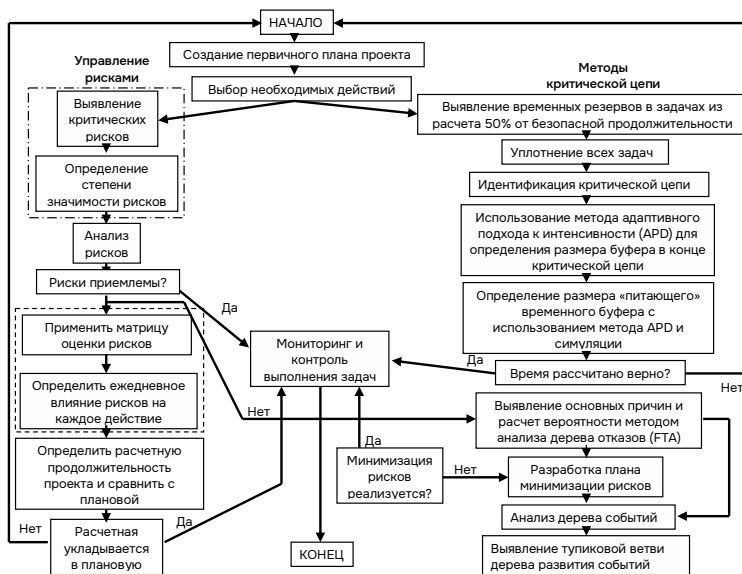


Рис. 3. Схема комбинированного подхода в управлении проектными рисками [1].

воздействия риска на проект и интересы его стейкхолдеров рассматривается как необходимое условие эффективности проектного анализа. В то же время ряд методов проектного управления (метод критической цепи, теория ограничений и др.) не включают в себя эффективных аналитических инструментов, применение которых позволило бы своевременно идентифицировать и оценивать вероятность

и последствия реализации тех или иных проектных рисков. Предложенная аналитическая модель может быть использована для выявления факторов угрожающих успешной реализации проектов в сфере биотехнологии и инжиниринга, а ее применение в практике – окажет положительное влияние на осуществление программы модернизации отечественной экономики.

Библиографический список

1. Гавель О. Ю. Аналитические процедуры в управлении проектными рисками // Учет. Анализ. Аудит. – 2015. – № 1. – С. 28–34.
2. Гавель О. Ю. Инструментарий оценки эффективности управления проектами по созданию инновационных продуктов // Экономика. Бизнес. Банки. – 2017. – S9. – С. 30–37.
3. Информационно-аналитические методы оценки и мониторинга эффективности инновационных проектов : монография / В. И. Бариленко [и др.] ; под ред. В. И. Бариленко. – М. : Русайнс, 2015. – 164 с.
4. Пикфорд Д. Управление рисками : пер. с англ. – М. : Вершина, 2004. – 352 с.
5. Ранадиве В. Предвиденье: новая эволюционная упреждающая модель бизнеса : пер. с англ. – М. : Эксмо, 2008. – 240 с.
6. Aloini D., Dulmin R., Mininno V. Risk management in ERP project introduction: Review of the literature // Information & Management. – 2007. – Vol. 44. – P. 547–567. – DOI: [10.1016/j.im.2007.05.004](https://doi.org/10.1016/j.im.2007.05.004).
7. An Experiment in Linguistic Synthesis with a Fuzzy Logic Controller // International Journal of Human-Computer Studies. – 1999. – Vol. 51, no. 2. – P. 135–147. – ISSN 1071-5819. – DOI: [10.1006/ijhc.1973.0303](https://doi.org/10.1006/ijhc.1973.0303).
8. Braglia M., Frosolini M., Montanari R. Fuzzy criticality assessment model for failure modes and effects analysis // International Journal of Quality & Reliability Management. – 2003. – June. – Vol. 20. – P. 503–524. – DOI: [10.1108/02656710310468687](https://doi.org/10.1108/02656710310468687).
9. Kaplan S., Garrick B. J. On The Quantitative Definition of Risk // Risk Analysis. – 1981. – Mar. – Vol. 1, no. 1. – P. 11–27. – DOI: [10.1111/j.1539-6924.1981.tb01350.x](https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.1981.tb01350.x).
10. Łapczyńska D., Burduk A. Fuzzy FMEA Application to Risk Assessment of Quality Control Process // – 01/2021. – P. 309–319. – ISBN 978-3-030-57801-5. – DOI: [10.1007/978-3-030-57802-2_30](https://doi.org/10.1007/978-3-030-57802-2_30).
11. Mansourzadeh S., Mohd Y. S. Reliable project scheduling with combination of risk management and critical chain schedule // 2011 IEEE Student Conference on Research and Development. – IEEE. 2011. – P. 442–447.

12. *Takagi T., Sugeno M. Fuzzy Identification of Systems and Its Applications to Modeling and Control // Readings in Fuzzy Sets for Intelligent Systems / ed. by D. Dubois, H. Prade, R. R. Yager. – Morgan Kaufmann, 1993. – P. 387–403. – ISBN 978-1-4832-1450-4. – DOI: [10.1016/B978-1-4832-1450-4.50045-6](https://doi.org/10.1016/B978-1-4832-1450-4.50045-6).*
13. *Tukel O., Rom W., Eksioglu S. An investigation of buffer sizing techniques in critical chain scheduling // European Journal of Operational Research. – 2006. – July. – Vol. 172. – P. 401–416. – DOI: [10.1016/j.ejor.2004.10.019](https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.10.019).*