

УДК 681.3

В. В. Романцев

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

А. В. Кузнецова

Санкт-Петербургский государственный университет

Оценка репутационного риска организации на основе модели жизненного цикла IT-продукции

Рассматриваются риски организации IT-отрасли, обусловленные внешними и внутренними факторами; выделяется репутационный риск как основной в достижении целей организации. Проводится анализ методов оценки риска и приводится модифицированный метод анализа видов и последствий отказов, основанный на использовании вероятностной модели жизненного цикла продукции. Вводятся частный и интегральный репутационные риски и приводятся соотношения для оценки частных, интегральных рисков и потерь за счет риска. Разрабатываются рекомендации по применению модифицированного метода анализа рисков в различных прикладных областях при управлении процессами заказа, поставки, эксплуатации и обслуживания продукции, а также производственной и инвестиционной деятельности организации. Формулируются направления дальнейших исследований в управлении рисками при проектировании и эксплуатации продукции в части построения правил принятия решений об уровне угроз, обусловленных отказами, и необходимости разработки упреждающих действий.

Оценка риска, репутационный риск, жизненный цикл, программные средства

В последние годы в связи с увеличением объема и конкуренции наукоемкой продукции, в том числе в IT-отрасли, существенно повысились требования к качеству, надежности, защищенности IT-продукции (IT-П) на протяжении всего жизненного цикла (ЖЦ) [1]–[6]. При этом возрастает влияние внешних и внутренних факторов на деятельность организации, что приводит к увеличению рисков и, следовательно, угроз для достижения целей организации. Риск связан с управлением организацией и непосредственно зависит от эффективности и обоснованности принимаемых управленческих решений. Поскольку устранить все риски невозможно, необходимо выявлять сферы повышенного риска, оценивать, контролировать и использовать результаты анализа риска при выработке упреждающих действий и принятии управленческих решений для достижения целей организации.

Одно из важных направлений совершенствования процессов поставки IT-П – применение моделей ЖЦ при проектировании, производстве и эксплуатации продукции в соответствии с [2], [3].

Модель ЖЦ – структура, определяющая последовательность выполнения и взаимосвязи процессов, действий и задач, реализуемых на протяжении ЖЦ. Модель ЖЦ зависит от специфики IT-П и условий, в которых последнее создается и функционирует. Регламенты являются общими для любых моделей ЖЦ и технологий разработки.

В то же время увеличение сложности IT-П, а также повышение требований по его надежности и способности к развитию [5], [7] приводит к усложнению методов разработки, производства, обслуживания IT-П и управления проектами. Методы улучшения IT-П, основанные на адаптации к условиям применения и новым технологиям, приводят к возникновению ряда технических и организационных проблем, противоречащих требованиям коммерциализации рынка – скорости разработки, распространения и способности к развитию. В связи с этим особое значение приобретает использование риск-ориентированного подхода на основе модели ЖЦ IT-П при проектировании и эксплуатации IT-П [6], [8]–[10].

Как уже отмечалось, риск – это вероятность событий, обусловленных внешними и внутрен-

ними факторами и приводящих к возникновению угроз для реализации целей организации. Из большого числа внешних (политических, законодательных, природных, отраслевых и макроэкономических) и внутренних (производственных, инвестиционных, коммерческих) рисков можно выделить в отдельную группу репутационный риск, который является определяющим в формировании угроз и последствий отказов продукции для организации. Оценка риска, в том числе репутационного, включает его идентификацию, анализ и сравнительную оценку [1], [8]. Подход к реализации процесса оценки риска зависит как от области применения, так и от метода его оценки. Идентификация риска сводится к выявлению причин и событий, которые могут повлиять на достижение целей организации, и представляет самостоятельную задачу для каждой группы или вида ИТ-П.

В настоящее время в соответствии с [8] известно несколько десятков методов оценки риска, основанных на применении экспертных оценок. Однако только 11 из них позволяют получить количественные оценки вероятностей событий, связанных с репутационным риском. Рассмотрим основные из этих методов.

Метод анализа дерева неисправностей позволяет проводить идентификацию и анализ факторов, которые приводят к возникновению нежелательного события, называемого критическим. Идентификационные факторы выстраивают логическим образом и представляют в виде дерева неисправностей. При этом факторами, приведенными на дереве неисправностей, могут быть события, связанные с отказами компонентов компьютерного оборудования, ошибками человека или другими событиями, которые могут привести к нежелательным последствиям.

Метод анализа дерева событий является графическим методом представления взаимосвязанных последовательностей событий. Он применяется для качественной, а в ряде случаев и для количественной оценки вероятностей последствий неисправностей. Дерево событий позволяет проводить анализ ухудшения или смягчения последствий событий.

Метод анализа причин и последствий является сочетанием дерева неисправностей и дерева событий. Метод оценки требует выделения критического события и анализа его последствий. Причины отказов анализируются с помощью метода дерева неисправностей. Эффективность

применения метода зависит от полноты модели видов и сценариев отказов. Метод анализа причин и последствий позволяет создать модель отказов с их идентификацией и оценкой вероятности возникновения каждого потенциального последствия как результата критического события.

Однако чаще всего при оценке и управлении риском используется *метод анализа видов и последствий отказов с возможностью определения ранга приоритетности риска и принятия решений о незамедлительной разработке мер по снижению риска* [9].

Ранг приоритетности риска рассчитывается по формуле [9]

$$RPN = ODS,$$

где O – оценка вероятностей появления отказа; D – оценка вероятности обнаружения отказа; S – значимость последствий отказов.

Экспертный анализ ранга приоритетности риска позволяет определить уровень угроз последствий отказов продукции и выработать упреждающие действия, позволяющие уменьшить потери организации или даже избежать их.

Проведенный анализ методов оценки риска выявил ряд недостатков методов: высокий уровень субъективности при оценке риска, трудности получения количественных оценок риска, высокий уровень неопределенности данных. С целью «смягчения» требований к уровню неопределенности данных, повышения объективности и достоверности качественных оценок риска рассмотрим возможность использования моделей ЖЦ ИТ-П для получения оценок вероятностей, необходимых для оценок риска.

Модели ЖЦ широко используются при создании ИТ-П, однако с их помощью не всегда удается точно спланировать процесс ЖЦ. При наличии статистических данных о длительности выполнения каждой фазы ЖЦ, учитывающей различные факторы, влияющие на постановку и обслуживание ИТ-П, увеличивается точность определения сроков выполнения отдельных фаз и всего проекта с требуемым уровнем качества и без превышения ресурсных ограничений. Очевидно, что в этом случае уменьшается репутационный риск. Следуя классике инженерного проектирования ИТ-П Б. У. Боэму [10], утверждающему, что для исследования осуществимости проекта разработки ПО необходимо всегда применять моделирование, далее представлены результаты исследования воз-

возможности применения вероятностных моделей ЖЦ для оценки репутационного риска на этапах проектирования поставки и обслуживания ИТ-П.

В соответствии с [2]–[4] работы, которые могут выполняться в ЖЦ ИТ-П, разделяются между основными, вспомогательными и организационными процессами. К основным можно отнести следующие процессы: заказ, поставка, разработка, эксплуатация и сопровождение. Вспомогательные процессы, будучи составной частью других процессов, обеспечивают успешную реализацию и качество выполнения программного проекта и состоят из процессов документирования, управления конфигурацией, обеспечения качества, верификации, аттестации, аудита и решения проблем. Организационные процессы обеспечивают взаимосвязь процессов ЖЦ с персоналом организации и делятся на процессы управления, создания инфраструктуры, усовершенствования и обучения. Единство, взаимосвязь и совокупность процессов ЖЦ есть необходимое условие успешного выполнения ИТ-проекта. Обычно выделяют следующие наиболее важные этапы ЖЦ: системный анализ (стратегическое планирование, анализ требований), проектирование, кодирование, тестирование и отладка, эксплуатация и сопровождение. ЖЦ ИТ-П, как правило, итеративный, т. е. этапы циклически повторяются в соответствии с изменением требований, внешних условий и введением ограничений. При этом на каждой фазе ЖЦ создается набор документации и проектные решения, определяющие исходные данные для следующих этапов. Верификация созданных документов и решений проводится по окончании каждого этапа с целью проверки их соответствия исходным, что позволяет уменьшить риск. В ходе развития методов проектирования ИТ-П сформировалось несколько моделей ЖЦ ИТ-П, основные из которых [11]–[15] – каскадная, прототипная, пошаговая, V-образная, спиральная, объектно-ориентированная (ОО), на основе технологий экстремального программирования (XP-технологий).

Поскольку время выполнения работ на каждой фазе ЖЦ ИТ-П – величина случайная, а процессы ЖЦ – стохастические, введем вероятностную модель ЖЦ в виде ориентированного графа состояний, вершины которого будут соответствовать фазе ЖЦ, а дуги – связям между фазами. Обозначим: $x \in X$ – множество состояний модели ЖЦ; $p_{ij}(t)$ – вероятности перехода модели из состояния i в состояние j в момент времени t . То-

гда, взвесив дуги вероятностями переходов, характеризующими интенсивности перехода модели из одного состояния в другое, получим вероятностную модель ЖЦ в виде матрицы переходных вероятностей $P(t)$. Вероятность нахождения модели ЖЦ в i -м состоянии (i -й фазе) обозначим $P_i(t)$. Поскольку все работы на каждой фазе ЖЦ ИТ-П должны быть выполнены, справедливо следующее равенство [5], [7]:

$$\sum_{j=1}^n p_{ij}(t) = 1, \tag{1}$$

где n – количество состояний (фаз) модели ЖЦ.

Рассмотрим ядро каскадной модели ЖЦ, содержащей следующую последовательность фаз, выполняемых друг за другом: анализ, реализация, проектирование, внедрение и сопровождение.

В этом случае вероятностная модель будет иметь вид

$$P = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & p_{22} & p_{23} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p_{33} & p_{34} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & p_{44} & p_{45} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & p_{55} \end{pmatrix}.$$

Объектно-ориентированная модель ЖЦ содержит взаимосвязанные фазы (анализ, проектирование, эволюция и модификация). Поскольку при этом процесс разработки ИТ-П – итерационный, вероятности переходов и матрица переходных вероятностей в общем случае зависят от времени (номера итерации k). Тогда вероятностную модель ЖЦ при ОО-подходе к проектированию ИТ-П на k -м шаге можно представить следующим образом [5], [7]:

$$P(k) = \begin{pmatrix} p_{11}(k) & p_{12}(k) & p_{13}(k) & p_{14}(k) \\ p_{21}(k) & p_{22}(k) & p_{23}(k) & p_{24}(k) \\ p_{31}(k) & p_{32}(k) & p_{33}(k) & p_{34}(k) \\ p_{41}(k) & p_{42}(k) & p_{43}(k) & p_{44}(k) \end{pmatrix}.$$

На каждом шаге итерации по мере накопления опыта разработчиков вероятности $P_i(k)$ должны уменьшаться, что, в соответствии с (1), должно приводить к увеличению вероятностей перехода модели $P_{ij}(k)$ в соседние состояния и к сокращению продолжительности итерации [5], [7].

Модель ЖЦ ИТ-П на основе XP-технологии – последовательно-спиральная. Последовательность фаз ЖЦ включает следующие: совещание, анализ, планирование, составление тестов, кодирование,

построение прототипа. Модель ЖЦ допускает наиболее высокий уровень неопределенности исходных данных проектирования ИТ-П и позволяет учитывать постоянно изменяющиеся требования заказчика, модифицируя техническое задание. Если заказчик не удовлетворен проектным решением на k -м витке разработки, то процесс создания прототипа повторяется сначала в соответствии с требованиями модифицированного технического задания и ХР-технологией. На следующем витке проектирования разработчики учитывают требования заказчика и, следовательно, быстрее реализуют проектные решения, создают новый прототип, что позволяет уменьшить риск при сдаче ИТ-П заказчику. В данной модели, как и в предыдущем случае (в ОО-модели), накапливаемый с каждым витком спирали опыт разработчиков позволяет им существенно сократить продолжительность итераций, всего цикла проектирования ИТ-П и уменьшить риск [5], [7].

Вероятностная модель в этом случае имеет вид

$$P(k) = \begin{pmatrix} p_{11}(k) & p_{12}(k) & 0 & 0 & 0 & 0 \\ p_{21}(k) & p_{22}(k) & p_{23}(k) & p_{24}(k) & p_{25}(k) & p_{26}(k) \\ 0 & p_{32}(k) & p_{33}(k) & p_{34}(k) & p_{35}(k) & 0 \\ 0 & 0 & p_{43}(k) & p_{44}(k) & p_{45}(k) & p_{46}(k) \\ 0 & 0 & 0 & p_{54}(k) & p_{55}(k) & p_{56}(k) \\ p_{61}(k) & 0 & 0 & 0 & p_{65}(k) & p_{66}(k) \end{pmatrix}.$$

Приведенные примеры вероятностных моделей ЖЦ ИТ-П позволяют проводить анализ процессов проектирования. Наибольшие трудности при анализе возникают с заданием начальных значений вероятностей переходов. Основным источником сведений о значениях вероятностей переходов служат статистические экспериментальные данные о продолжительности работ и фаз проектирования и их экспертные оценки [10], [11], [15]. Однако вследствие высокой сложности моделей фаз ЖЦ и неопределенности исходных данных точность получаемых оценок вероятностей нахождения модели ЖЦ в i -м состоянии (i -й фазе) P_i и продолжительности работ на фазах может быть недостаточно высокой [5], [7].

Проведем оценку влияния типа потока на характеристики модели ЖЦ ИТ-П. В качестве примера рассмотрим предельное изменение оценок среднего времени ожидания работ и числа работ в очереди модели ЖЦ при переходе от стохастического – пуассоновского потока обслуживания – к

детерминированному. Полагая, что входной поток – пуассоновский, обслуживание – одноканальное с неограниченной стабилизированной очередью и используя результаты Полячека–Хинчина [16], [17] о предельных значениях оценок обслуживания, получим уменьшение в два раза оценок среднего времени ожидания работ и числа работ в очереди при переходе от пуассоновского потока к детерминированному. Полученные оценки представляют оценки снизу для оцениваемых параметров – времени ожидания работ и числа работ в очереди, а также других характеристик процессов ЖЦ, влияющих на продолжительность работ и фаз при проведении анализа моделей ЖЦ ИТ-П [5], [7].

Особенности реализации рассмотренных моделей ЖЦ ИТ-П в виде аналитических и имитационных моделей систем массового обслуживания (СМО) приведены в [12]–[15], [18], [19]. Оценки вероятностей нахождения модели ЖЦ в i -м состоянии (i -й фазе) ЖЦ, получаемые моделированием, могут быть использованы для расчета оценки частного репутационного риска на i -й фазе – P_{ri} и интегрального риска для всего ЖЦ ИТ-П – P_r . Для этого проведем модификацию метода анализа видов и последствий отказов с использованием статистических данных об оценке вероятностей нахождения модели ЖЦ в i -м состоянии (i -й фазе), получаемых моделированием. В этом случае соотношение для расчета оценки частного репутационного риска для i -й фазы ЖЦ будет иметь вид

$$P_{ri} = P_{Oi} P_{Di} P_i, \quad (2)$$

где P_{Oi} – оценка вероятности появления отказа на i -й фазе модели ЖЦ; P_{Di} – оценка вероятности обнаружения отказа на i -й фазе модели ЖЦ.

В тех случаях, когда на i -й фазе модели ЖЦ возникает m отказов, оценки P_{ri} рассчитываются m -кратным суммированием оценок частного репутационного риска.

Оценку интегрального репутационного риска с учетом всех фаз модели ЖЦ продукции получаем, используя (2):

$$P_r = \sum_{i=1}^n P_{ri}. \quad (3)$$

Оценка потерь организации на i -й фазе ЖЦ продукции, обусловленных репутационным риском, рассчитывается с использованием (2) по формуле

$$L_i = P_{ri} l_i, \quad (4)$$

где l_i – максимальные потери на i -й фазе ЖЦ за счет отказа.

Интегральная оценка потерь организации, вызванных репутационным риском, имеет вид

$$L = \sum_{i=1}^n L_i . \quad (5)$$

Сформируем рекомендации по применению модифицированного метода анализа репутационного риска на основе моделей ЖЦ ИТ-продукции:

1) идентификация причин и событий, видов и последствий отказов, которые могут повлиять на достижение целей организации; описание соответствующих причин, выделение воздействий, влияющих на репутационный риск;

2) выбор модели ЖЦ, исходных данных и показателей качества моделей ЖЦ;

3) описание пространства состояний вероятностной модели;

4) построение матрицы переходных вероятностей;

5) разработка аналитической и/или имитационной модели ЖЦ как СМО;

6) формирование экспертных групп для оценки вероятностей появления и обнаружения отказов на фазах модели ЖЦ;

7) определение параметров и формирование исходных данных для исследования моделей ЖЦ;

8) проведение исследований моделей ЖЦ, получение оценок вероятностей нахождения модели ЖЦ в i -м состоянии (i -й фазе);

9) расчет оценок частных и интегральных репутационных рисков в соответствии с (2) и (3);

10) расчет оценок потерь организации на i -й фазе ЖЦ продукции и интегральных потерь, обусловленных репутационным риском по формулам (4) и (5);

11) анализ полученных значений оценок репутационного риска;

12) использование полученных оценок для принятия решений об уровне угроз и необходимости разработки упреждающих действий.

Модифицированный метод анализа видов и последствий отказов, основанный на использовании моделей ЖЦ ИТ-продукции, и разработанные рекомендации по его применению для оценки репутационного риска могут найти применение в различных прикладных областях при управлении процессами заказа, поставки, эксплуатации и обслуживания продукции, а также производственной и инвестиционной деятельности организации.

Поскольку, как правило, количество состояний (фаз) модели ЖЦ $n \gg 1$, число отказов $m \gg 1$, закон распределения плотностей распределения вероятностей оценок риска, в соответствии с центральной предельной теорией, нормальное, что упрощает построение правил принятия решения об уровне угроз и направляет дальнейшие исследования управления рисками при проектировании и эксплуатации ИТ-П.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гриффин Э. Управление репутационными рисками: стратегический подход. М.: Альпина Бизнес Букс, 2009.

2. Государственный стандарт Российской Федерации «Информационная технология. Процессы жизненного цикла программных средств». М.: Изд-во стандартов, 2000.

3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207–2010. Информационная технология (ИТ). Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств. М.: Изд-во стандартов, 2010.

4. Романцев В. В. Анализ моделей жизненного цикла программных изделий // Тр. 8-й Всерос. НТК «Фундаментальные исследования в технических университетах». СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2002. С. 112–114.

5. Романцев В. В. Вероятностные модели жизненного цикла программных изделий // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Сер. Информатика, управление и компьютерные технологии. 2003. Вып. 1. С. 187–193.

6. ГОСТ Р ИСО 9001–2015. Системы менеджмента качества. Требования. М.: Стандартинформ, 2015.

7. Камышова Ю. А. Анализ рисков программных проектов с применением стохастических моделей.

Вып. квалиф. работа магистра / СПбГЭТУ «ЛЭТИ». СПб., 2017.

8. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010–2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска. М.: Стандартинформ, 2012.

9. ГОСТ Р 51901.12–2007 (МЭК 60812:2006). Менеджмент риска. Метод анализа видов и последствий отказов. М.: Изд-во стандартов, 2007.

10. Боэм Б. У. Инженерное проектирование программного обеспечения / пер. с англ. М.: Радио и связь, 1985.

11. Практическая модель процесса разработки программных изделий / С. Н. Баранов, А. Н. Домарацкий, Н. К. Ласточкин, В. П. Морозов. М.: Наука – Физматлит, 2000.

12. Буч Г. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения на С++. 3-е изд. М.: Вильямс, 2010.

13. Йордан Э., Аргила С., Объектно-ориентированный анализ и проектирование систем. М.: ЛОРИ, 2007.

14. Шлеер С., Меллор С. Объектно-ориентированный анализ: моделирование мира в состояниях: пер. с англ. Киев: Диалектика, 1993.

15. Кратчен Ф. Введение в Rational Unified Process. 2-е изд.: пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2002.

16. Хинчин А. Я. Работы по математической теории массового обслуживания. М.: Физматгиз, 1963.

17. Ивченко Г. И., Каштанов В. А., Коваленко И. Н. Теория массового обслуживания. М.: Либроком, 2015.

18. Романцев В. В., Яковлев С. А. Моделирование систем массового обслуживания: учеб. пособие / СПбГЭТУ «ЛЭТИ». СПб., 1995.

19. Романцев В. В. Аналитические модели систем массового обслуживания / СПбГЭТУ «ЛЭТИ». СПб., 1998.

V. V. Romancev
Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

A. V. Kuznetsova
Saint Petersburg State University

ASSESSMENT OF THE ORGANIZATION'S REPUTATION RISK BASED ON THE IT PRODUCT LIFECYCLE MODEL

The risks of organization of the IT industry, due to external and internal factors, are considered, reputation risk is identified as the main one in achieving the organization's goals. An analysis of risk assessment methods is conducted and a modified method for analyzing the types and consequences of failures is presented, based on the probabilistic model of the product life cycle. Private and integral reputation risks are introduced, and ratios are provided for the estimation of private, integral risks and losses due to risk. Recommendations are developed on the application of the modified method of risk analysis in various application areas when managing the processes of ordering, supplying, operating and maintaining products, as well as the production and investment activities of the organization. Areas for further research in risk management in design and operation in terms of building decision rules on the level of threats caused by failures, and the need to develop preventive actions are identified.

Risk assessment, reputation risk, life cycle, software tools

УДК 004.415.2.031.43

С. Н. Ежов, М. С. Куприянов, А. А. Романова, С. В. Стафеев
Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Информационное обеспечение процессов гидроакустического мониторинга

Описываются основные проблемы гидроакустического мониторинга, в частности задачи классификации целей по обобщенной портретной информации и обобщенным портретам. Проводится анализ исследуемой предметной области с выделением сущностей гидроакустического мониторинга, их основных атрибутов и связей между ними. Приводится структура системы, разработанная согласно принципам функционального разделения. Подробно изложены особенности каждой подсистемы в соответствии с их назначением. Описываются характеристики и архитектура информационной системы, ее компонентов и баз данных, позволяющие решать поставленные задачи. Рассматриваются разработанные средства информационного обеспечения процессов гидроакустического мониторинга. В соответствии с поставленными задачами определены функциональные требования и разработан графический пользовательский интерфейс. Описан процесс взаимодействия пользователя с каждой подсистемой и основные графические компоненты информационной системы. Рассмотрены основные объекты гидроакустического мониторинга.

Информационное обеспечение, база данных, пользовательский интерфейс, концептуальная модель, гидроакустический мониторинг

Решение прикладных задач производства и эксплуатации систем гидроакустического мониторинга (СГМА) связано как с проведением гидроакустиче-

ских расчетов в процессе проектирования системы, так и с принятием решений в критических ситуациях эксплуатации, которые должны основываться на