

Повышение надежности образовательной системы путем оценки рисков вуза

Л. В. Черненко¹, В. Е. Магер², А. В. Черненко³

Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого

¹ludmila@qmd.spbstu.ru, ²mv@qmd.spbstu.ru,
³andrey@qmd.spbstu.ru

Ф. А. Десятириков

Гимназия имени Н.Г. Басова при Воронежском
государственном университете
science2000@ya.ru

Аннотация. В работе описан подход к оценке рисков организации, предоставляющей образовательные услуги в сфере высшего образования. Проведена классификация рисков, определены методы их оценки. Рассмотрено влияние рисков на надежность и преемственность образовательного процесса, приведены рекомендации по обеспечению надежности и качества процесса.

Ключевые слова: организация сферы образования; надежность; риски организации

I. ВВЕДЕНИЕ

Образовательная система организации сферы образования (вуза) представляет собой многокомпонентную систему, подверженную влиянию постоянно изменяющихся факторов внешней и внутренней среды. Обычно для оценки совершенства образовательной системы применяется категория качества. Известны и постоянно разрабатываются множество методологий оценки качества образования: как результаты и как собственно процесса предоставления образовательной услуги [1, 2]. Однако обычно не рассматривается важный, с точки зрения авторов, показатель, характеризующий возможности каждого конкретного вуза по обеспечению качества в долгосрочной перспективе, а именно: надежность организации, предоставляющей услугу. В данной работе представлен подход, позволяющий оценить способность вуза к стабильной реализации основной задачи (функции), состоящей в выпуске квалифицированных специалистов, путем классификации и оценки рисков вуза, вызванных изменениями во внутренней и внешней среде. За основу приняты положения теории надежности и методологии оценки рисков.

II. ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СФЕРЫ ОБРАЗОВАНИЯ

Термин «надежность» обычно используется по отношению к техническим системам и устройствам, изделиям машиностроения, электро- и радиотехники, т.е. к системам, в которых можно провести декомпозицию на подсистемы и элементы. В большинстве своем эти элементы являются материальными объектами физической природы, обладающими определенными свойствами и

параметрами, которые подвергаются естественным процессам старения, износа, флуктуации. Поэтому при оценке надежности технических систем оперируют такими понятиями, как неисправность, работоспособность, долговечность, отказ, время наработки на отказ. Под надежностью в технике понимают безотказную работу изделий при регламентированных условиях эксплуатации в течение определенного периода времени, и она определяется как вероятность удовлетворительного выполнения определенной функции, поэтому для ее оценки применяется аппарат математической статистики. В простейшем случае, когда отказы элементов сложной системы являются событиями случайными и независимыми, вероятность безотказной работы $P_c(t)$ за время t рассчитывается как произведение вероятностей p_i безотказной работы ее элементов во времени:

$$P_c(t) = p_1(t) \cdot p_2(t) \cdot \dots \cdot p_N(t) = \prod_{i=1}^N p_i(t), \quad (1)$$

а интенсивность отказов системы λ_c за выбранный интервал времени может быть выражена как сумма интенсивностей отказов элементов $\lambda_c = \sum_{i=1}^N \lambda_i$. Тогда

главный параметр, интересующий как разработчиков, так и пользователей – время безотказной работы системы, определяется как $T_c = 1/\lambda_c$. В классической теории надежности, которая изучает закономерности возникновения и устранения отказов систем, определены функции распределения вероятностей, применимые для разных схем построения системы и ее элементов, рекомендации сведены в стандарты [3].

Однако термин «надежность» применим и к процессам систем предоставления услуг, в частности, образовательных. Образовательный процесс вуза также может быть представлен в виде большой системы, которая подлежит декомпозиции с целью ее анализа. Отличительной особенностью образовательной системы является тот факт, что большинство ее элементов, влияющих на надежность процесса, представляют собой объекты нематериальной природы, поэтому и характеристики, подлежащие оценке, будут отличаться от технических. Тем не менее, ключевые величины,

подлежащие оценке, остаются прежними: время (период предоставления услуги), вероятность отказа (невыполнения или ненадлежащего выполнения функции или задачи, или выполнения запрещенного действия), время безотказной работы (удовлетворительного выполнения заданной функции). Кроме того, в теории надежности рассматриваются два вида отказов системы: полный (потеря работоспособности) и частичный. На практике частичный отказ трактуется как продукция с пониженным средним временем безотказной работы, которая может быть допущена к эксплуатации, но, обычно, с 10%-ным риском потребителя при приемлемом уровне качества. По понятным причинам мы будем ориентироваться только на частичные отказы, поскольку полный «отказ» в работе организации сферы образования – это чрезвычайная ситуация, ведущая к ликвидации организации. Данный постулат найдет свое отражение в построении матрицы рисков.

Очевидно, что невозможно выполнить расчет надежности системы организации сферы образования, используя только модели теории надежности, поскольку для этой системы не представляется возможным определить статистические интенсивности отказов элементов. Поэтому для решения поставленной задачи воспользуемся методологией оценки рисков.

III. ВЫБОР МЕТОДОВ ОЦЕНКИ РИСКОВ ОРГАНИЗАЦИИ СФЕРЫ ОБРАЗОВАНИЯ

Согласно определению п. 3.7.9 стандарта ГОСТ Р ИСО 9000-2015 [4], «риск» – это влияние неопределенности, а влияние риска выражается в отклонении от ожидаемого результата деятельности – позитивном или негативном. Более строгие определения, дающие основание для анализа, приводит стандарт ГОСТ Р 51897-2011/Руководство ИСО 73:2009 [5]: риск – следствие влияния неопределенности на достижение поставленных целей, и может быть представлен в виде последствий возможного события (включая изменения обстоятельств) и соответствующей вероятности.

Вопросы оценки рисков достаточно проработаны, однако не существует единой, общеустановленной методики, что объясняется невозможностью «измерения» неопределенности, которая в разных случаях проявляется по-разному. Стандарт ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 [6] содержит рекомендации по применению 30 методов в зависимости от специфики объекта оценки. Нами определены как наиболее подходящие два метода из этого перечня: Байесовский подход и анализ сценариев. Учитывая специфику исследования, нас будет интересовать вероятность безотказной работы в долговременной перспективе, поскольку период освоения образовательной программы в среднем составляет 5-6 лет. Примем гипотезу, что на таком длительном интервале отказы по приведенным ниже категориям факторов риска являются равновероятными и статистически относительно независимыми, в этом случае вероятность безотказной работы системы можно будет оценить на основании формулы (1).

Выбор теоремы Байеса для решения поставленной задачи вызван тем, что исходная (априорная) информация не полностью формализована, поскольку не может быть представлена в точных статистических данных. Априорные сведения об исследуемом факторе основаны на предыстории функционирования анализируемого процесса и на профессиональных теоретических соображениях о его сущности, специфике, особенностях. Степень уверенности в справедливости утверждений выражается в терминах вероятности. Распределение вероятностей анализируемого фактора в ходе исследования уточняется, переходя от априорного распределения к апостериорному, по формуле Байеса:

$$P\{A_i|B\} = \frac{P\{A_i\}P\{B|A_i\}}{\sum_{i=1}^k P\{A_i\}P\{B|A_i\}}, \quad (2)$$

где A_1, A_2, \dots, A_k – группа событий, несовместных с B , $P\{B\} > 0$.

С помощью формулы (2) осуществляется вычисление апостериорного распределения $p(\zeta|X_1, X_2, \dots, X_n)$, где A_i – событие, заключающееся в том, что значение оцениваемого параметра равно ξ ; B – событие, заключающееся в том, что значения n наблюдений зафиксированы на уровнях X_1, X_2, \dots, X_n ,

$$p(\zeta|X_1, X_2, \dots, X_n) = \frac{p(\zeta)F(X_1, X_2, \dots, X_n|\zeta)}{M[F(X)]}, \quad (3)$$

где $F(X_1, X_2, \dots, X_n|\zeta)$ – функция правдоподобия, $M[F(X)]$ – нормирующий коэффициент.

Если в байесовском подходе стартовать с априорного распределения, не несущего никакой дополнительной по отношению к имеющимся статистическим данным полезной информации об оцениваемых параметрах, то первый же переход от него по формуле (3) к апостериорному распределению приведет к семейству распределений, сопряженному с наблюдаемой генеральной совокупностью, причем параметры распределений являются переменными величинами.

Формула Байеса позволяет переставить гипотезу и следствие, т.е. по известному факту события вычислить вероятность того, что оно было вызвано данной причиной. При пересчете значений параметров на переходе от априорного сопряженного распределения к апостериорному по каждому из факторов риска будем рассматривать простые гипотезы (0, 1), в этом случае отношение правдоподобия выражается простым Байесовским фактором вида:

$$B_{01} = \frac{p(x_1, x_2, \dots, x_n|\zeta_0)}{p(x_1, x_2, \dots, x_n|\zeta_1)}. \quad (4)$$

Таким образом, определив значения апостериорных вероятностей для заданного уровня надежности по каждому из факторов на основании приведенной ниже

матрицы рисков и последствий путем обобщения статистики и опыта экспертов с применением метода анализа сценариев, мы получаем возможность решить обратную задачу: назначить переходные вероятности и рассчитать те априорные вероятности, которые создадут у пользователей образовательных услуг степень уверенности в их надежности [7].

IV. ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ И АНАЛИЗА МАТРИЦЫ РИСКОВ И ПОСЛЕДСТВИЙ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ СФЕРЫ ОБРАЗОВАНИЯ

Факторы рисков обычно разделяются на группы факторов, вызванных влиянием внешней и внутренней среды организации, однако с учетом принятого допущения о равновероятности рисков, мы вправе рассматривать их на общих основаниях [8, 9]. По положению классической теории надежности предположим, что допустимый риск потребителя образовательной услуги при приемлемом уровне качества находится на уровне 10%, тогда вероятность безотказной работы системы в целом будет равна $P_{\text{безотк}} = 1 - \text{Risk} = 0,9$. Допустимая апостериорная вероятность, равномерно распределенная по шести перечисленным в матрице факторам риска, для каждого из факторов будет равна $P_{\text{апостери}} = \sqrt[6]{P_{\text{безотк}}} = \sqrt[6]{0,9} \approx 0,9826$. Значения нормирующих коэффициентов в формуле (3) в данном случае совпадают с числом случаев проявления i -го фактора за выбранный интервал времени: $M[F(X_i)] = K_i$, и назначаются экспертами на основании анализа предшествующего состояния в сфере высшего образования в России за 10 лет.

ТАБЛИЦА I МАТРИЦА РИСКОВ И ПОСЛЕДСТВИЙ

Среда	Фактор риска	Последствия (гипотеза)	$P_{\text{априори}}$	K_i	$P_{\text{апостери}}$
Внешняя	Пересмотр ГОС	Перестройка учебных планов, нагрузка преподавателей «бумажной» работой, потери времени	19.6%	5	98.26%
	Демография	«Качели» в нагрузке на учебный процесс, инерция в преодолении кризисов	49.1%	2	
	Сокращение господдержки вузов	Невозможность поддержания материальных фондов, закупки современного оборудования для оснащения учебного процесса	32.8%	3	
Внутренняя	Снижение числа заказов на выполнение НИР	Сокращение возможностей для роста квалификации ИПС	16.4%	6	
	Снижение «воспроизводства» ИПС	Отсутствие желания научного роста у молодежи, повышение среднего возраста ИПС	12.3%	8	
	Низкая мотивация персонала	Незаинтересованность ИПС в обеспечении качества обучения	24.6%	4	

Априорную вероятность для каждого из факторов риска определяем как $P_{\text{априори}} = \frac{P_{\text{апостери}}}{K_i}$. Вычисленные значения $P_{\text{априори}}$ показывают, какова вероятность влияния i -го фактора риска на выполнение условия надежности системы за выбранное время безотказной работы. Чем ниже эта вероятность, тем больше повторное проявление i -го фактора приведет к возникновению частичного отказа, т.е. нарушению преемственности образовательной системы вуза.

Данный упрощенный пример приведен для иллюстрации работоспособности предложенного подхода и носит скорее теоретический характер, хотя отражает реальные оценки группы экспертов.

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для анализа рисков разными вузами могут быть выбраны различные факторы, эти факторы могут находиться в корреляции, тогда от простой линейной модели придется отказаться и перейти к построению сети Байеса. Более того, состав матрицы рисков будет существенно отличаться для зарубежных университетов, в частности, Западной Европы. Тем не менее, даже в упрощенном виде предложенный подход позволяет сделать конструктивные выводы, направленные либо на минимизацию рисков (для факторов внутренней среды), либо на сглаживание последствий рисков, обусловленных влиянием внешней среды вуза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Алексанков А.М., Магер В.Е., Черненькая Л.В., Черненький А.В. Обеспечение качества высшего образования // Открытое образование. 2016. Т. 20, № 4. С. 10-16.
- [2] Леонова Т.И., Магер В.Е., Микеладзе Б.Д., Черненькая Л.В., Черненький А.В. Поддержка принятия решений в управлении качеством деятельности организаций. В сб. науч. трудов XX Междунар. конф. по мягким вычислениям и измерениям, Санкт-Петербург, 24-26 мая 2017 / СПбГЭУ «ЛЭТИ», Санкт-Петербург, 2017. Т. 2, с. 384-387.
- [3] ГОСТ Р 27.301-2011. «Надежность в технике. Управление надежностью. Техника анализа безотказности. Основные положения».
- [4] ГОСТ Р ИСО 9000-2015. «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь».
- [5] ГОСТ Р 51897-2011/Руководство ИСО 73:2009. «Менеджмент риска. Термины и определения».
- [6] ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 «Менеджмент риска. Методы оценки рисков».
- [7] Alfredo Squarzon, Juan J. Perez, Магер В.Е. Он-лайн обеспечение качества образовательных программ: подход EQUASP // «Инженерное образование»: журнал Ассоциации инженерного образования России (ISSN 1810-2883). 2015, № 18. С. 83-95.
- [8] Черненькая Л.В., Магер В.Е. Система он-лайн обеспечения качества образовательных программ // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. Воронеж, 2017, № 4. С. 92-99.
- [9] Черненький А.В. Применение риск-ориентированного подхода при построении системы менеджмента качества // Международный научно-исследовательский журнал, 2016, № 8 (50). Часть 1. С. 92-96. Режим доступа: <http://research-journal.org/wp-content/uploads/2011/10/8-1-50.pdf>.