

## **Оценка уровня риска с применением теории обобщенных актуарных расчетов**

**Олег Юрьевич Рыжков,  
Владимир Васильевич Глинский**

Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ» (НГУЭУ),  
г. Новосибирск, Россия

*Статья подготовлена по результатам проведенных авторами теоретических исследований в области актуарных расчетов, совершенствование которых представляет собой одно из направлений развития статистической науки.*

*В современных экономических условиях особую значимость приобретает оценка рисков, присущих хозяйствующим субъектам во всех сферах деятельности и приводящих к значимым потерям, таких как кредитный, операционный риск, риск ликвидности и т.д. Количественная оценка уровня рисков составляет предмет актуарных расчетов. Однако существующий аппарат актуарной науки, в основном, ориентирован на решение специальных задач в области страхования (включая пенсионное страхование) и не приспособлен для оценки уровня риска.*

*В статье представлены ключевые позиции авторской теории актуарных расчетов, которая предлагает обобщенный подход к решению актуарных задач в различных видах экономической деятельности с использованием разнообразной информации о риске. Основная идея теории заключается в том, что любой результат актуарных расчетов может быть выражен через квантили будущего чистого убытка, связанного с реализацией риска.*

*Оценку каждого квантиля можно рассматривать как частный случай оценки ненаблюдаемых экономических величин, таких как стоимость, прогнозируемая прибыль и т.д. Проблема оценивания данных величин заключается в многовариантности исходных данных и методов, в результате чего разные специалисты зачастую получают существенно расходящиеся между собой оценки. Для решения данной проблемы предложена методология оценивания, которая заключается в получении медианы всех единичных оценок, которые могут быть получены из репрезентативных выборок возможных сценариев, моделей оценивания и значений исходных данных. Данная методология может быть применена для оценки квантилей будущего убытка, причем сложность исходных данных предполагает использование численных методов, в частности, метода Монте-Карло.*

*Апробация инструментария выполнена на примере решения задачи количественной характеристики кредитного риска, построена и оценена математико-статистическая модель убытка от дефолта заемщика, доказана возможность достаточной повторяемости и воспроизводимости результатов. В качестве исходных данных использованы данные государственной статистики, финансовая отчетность кредитных организаций, модельные оценки*

*Ключевые слова:* риск-менеджмент, актуарные расчеты, Solvency II, оценивание, оценочная деятельность, метод статистических испытаний.

*JEL:* C53, D81.

*Для цитирования:* Рыжков О.Ю., Глинский В.В. Оценка уровня риска с применением теории обобщенных актуарных расчетов. Вопросы статистики. 2019;26(2):18-26.

## **Risk Evaluation Using the Theory of Generalized Actuarial Calculations**

**Oleg Yu. Ryzhkov  
Vladimir V. Glinskiy**

Novosibirsk State University of Economics and Management (NSUEM), Novosibirsk, Russia

*The article is prepared based on the results of theoretical studies conducted by the authors in the field of actuarial calculations, the improvement of which is one of the development directions for statistical science.*

*In modern economic conditions, the assessment of risks inherent in economic entities in all spheres of activity and leading to significant losses, such as credit, operational risk, liquidity risk, and so forth is of particular importance. Quantitative assessment of the level of risks is the subject of actuarial calculations. However, the existing apparatus of actuarial science is mainly focused on solving specific issues facing the insurance industry (including pension insurance) and is not adapted to assess the level of risk.*

The article presents the key positions of the author's theory of actuarial calculations, which offers a generalized approach to solving actuarial problems in various types of economic activities using a variety of information about the risk. The basic idea of the theory is that any result of actuarial calculations can be expressed in terms of quantiles of the future net loss associated with the realization of risk.

The estimation of each quantile can be considered as a special case of evaluation of unobserved economic values, such as cost, projected profit, and so forth. The problem of estimating these values lies with the multivariance of the original data and methods, as a result of which different specialists often receive significantly divergent estimates.

For this, the author proposed to use the methodology of evaluation, which consists in obtaining the median of all single estimates that can be obtained from representative samples of possible scenarios, evaluation models and values of the original data. This methodology can be used to estimate the quantiles of the future loss, and the complexity of the original data involves the use of numerical methods, in particular, the Monte Carlo method.

The authors tested research tools on the example of solving the problem of quantitative characteristic of credit risk. They also constructed and estimated the mathematical and statistical model of loss from the default of the borrower, and proved the possibility of sufficient repeatability and reproducibility of results. The data of state statistics, financial statements of credit institutions, model estimates served as initial data.

**Keywords:** risk management, actuarial calculations, Solvency II, estimation, appraisal, Monte-Carlo method.

**JEL:** C53, D81.

**For citation:** Ryzhkov O.Yu., Glinskiy V.V. Risk Evaluation Using the Theory of Generalized Actuarial Calculations. *Voprosy statistiki*. 2019;26(2):18-26. (In Russ.)

## Введение

Одним из направлений развития современной статистической науки является разработка методов измерения финансовых рисков и оценки бизнес-рисков<sup>1</sup>. Экономические субъекты вырабатывают меры воздействия на возникающие в их деятельности риски, основываясь на даваемой ими оценке уровня каждого риска<sup>2</sup>. Серия банкротств всемирно известных компаний повысила актуальность создания эффективной системы риск-менеджмента, в частности количественной оценки рисков. Принятые международные стандарты финансовой отчетности, например IFRS 9 «Финансовые инструменты» в ред. 2014 г., и международные стандарты аудита, например МСА 260 (пересмотренный), МСА 265 и МСА 330, опираются на оценки уровня риска.

В банковском деле и страховании получил распространение риск-ориентированный подход к регулированию<sup>3</sup>, который предполагает государственный контроль качества системы

риск-менеджмента, раскрытие в отчетности количественной оценки уровня всех существенных рисков, а также обеспечение такой требуемой величины капитала, которая с высокой степенью вероятности (порядка 0,995) достаточна для покрытия всех возникающих непредвиденных рисков, причем не только страховых [1]. Новые требования к количественной оценке страховых рисков содержатся в принципиально новом МСФО (IFRS) 17 «Договоры страхования», который вступает в силу с 2020 г.

Таким образом, потребность в количественном измерении уровня риска возрастает во всех сферах экономической деятельности [2-7].

## Задача актуарной оценки рисков как частный случай оценки экономических величин

Количественная оценка уровня риска составляет предмет актуарной деятельности<sup>4</sup>. Актуарная наука в ее современном состоянии ориентирована на расчет тарифов, будущих обязательств (резер-

<sup>1</sup> Пункт 4.15 Паспорта научной специальности 08.00.12 «Бухгалтерский учет, статистика». URL: [www.vak.ed.gov.ru](http://www.vak.ed.gov.ru) (дата обращения 25.10.2018).

<sup>2</sup> ГОСТ Р ИСО 31000-2010. Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска. Принципы и руководство (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 21.12.2010 № 883-ст) [Электронный ресурс] // Электронное периодическое издание Справочная Правовая Система Консультант Бизнес: Версия Проф (дата обращения 25.10.2018).

<sup>3</sup> Данный подход выражен, в частности, в Директиве 2009/138/ЕС Европейского Парламента и Совета Европейского союза от 25.11.2009 «Об организации и осуществлении деятельности страховых и перестраховочных организаций (Solvency II)»

<sup>4</sup> Федеральный закон «Об актуарной деятельности в Российской Федерации» от 02.11.2013 № 293-ФЗ [Электронный ресурс] // Электронное периодическое издание Справочная Правовая Система Консультант Бизнес: Версия Проф (дата обращения 25.10.2018).

вов) и требуемого капитала в страховании (включая страхование жизни и пенсий) [8] и не располагает инструментарием для количественной оценки уровня риска независимо от вида экономической деятельности и характера самого риска. Задача разработки такого инструментария может рассматриваться как частный случай оценивания ненаблюдаемых экономических величин, когда требуется оценить величину, истинное значение которой<sup>5</sup> неизвестно, но его существование предполагается. Примерами подобных задач являются: оценка стоимости, прогноз ожидаемых денежных потоков, оценка экономических потерь и т. п.

Практическая оценка экономических величин в условиях многовариантности исходных данных и методов не является однозначной, что создает существенные препятствия в ее использовании для принятия экономических решений [9-11]. Для преодоления неоднозначности оценки представляется целесообразным разработать методологию для получения воспроизводимой оценки с учетом всей доступной информации.

### Методология оценивания ненаблюдаемых экономических величин

Сформулируем необходимые исходные основания предлагаемой методологии - определения, ограничения, утверждения и следствия.

Авторами предлагаются следующие определения основных понятий, используемых в рамках методологии оценивания:

- *оценка* - вывод о значении определенной неизвестной величины, основанный на известных значениях признаков;
- *оценивание* - операция получения оценки;
- *базис оценки* - множество допустимых сценариев и соответствующих каждому из них множеств допустимых моделей оценивания в виде функций или алгоритмов и множеств допустимых значений параметров моделей, которые использованы при проведении оценки, любое из множеств, входящих в базис оценки (сценариев, моделей, значений отдельного параметра), является непустым, но может состоять из единственного элемента;
- *допустимый элемент множества, входящего в базис оценки*, - такой элемент, который

по всей совокупности характеристик не менее предпочтителен, чем остальные элементы множества (предпочтительность понимается здесь в смысле научной обоснованности, объективного подтверждения, соответствия реальному экономическому поведению участников общественных отношений);

- *генеральный базис* - базис оценки, все множества которого состоят из всех объективно существующих допустимых элементов, как известных, так и не известных субъекту оценивания;
- *выборочный базис* - базис оценки, состоящий из допустимых элементов, включенных в него субъектом оценивания;
- *репрезентативный базис* - выборочный базис оценки, каждое множество которого состоит из всех допустимых значений, которые выявлены субъектом оценивания, и только из них, из репрезентативного базиса не могут быть исключены крайние элементы множества, если они являются допустимыми по всем другим основаниям;
- *единичная оценка* - оценка, получаемая выбором из базиса оценки единственного сценария, единственной модели оценивания и единственного значения каждого из параметров модели оценивания;
- *центральная оценка* - медиана из всех единичных оценок.

Различия в единичных оценках обусловлены объективным наличием различных вариантов сценариев, моделей оценивания и значений их параметров.

Предлагаемая методология оценивания справедлива при следующих ограничениях: каждый допустимый элемент множества, входящего в базис оценки, объективно отражает возможное значение оцениваемой экономической величины; все допустимые элементы какого-либо множества, входящего в базис оценки, равновероятны; мерой точности оценки является абсолютное отклонение оценки от истинного значения экономической величины.

В качестве меры точности может быть выбрано квадратичное отклонение, однако оно гораздо менее чувствительно к малым отклонениям, тогда как практическое использование оценок зачастую связано с принятием решений на основе попадания в некоторую критическую область, а в

<sup>5</sup> Здесь и далее, если не оговорено особо, использованы термины по ГОСТ Р 50779.10-2000 (ИСО 3534.1-93) «Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения» // Электронное периодическое издание Справочная Правовая Система Консультант Бизнес: Версия Проф (дата обращения 25.10.2018).

этом случае даже малые отклонения могут играть ключевую роль.

На основе введенных определений и ограничений могут быть сделаны следующие основные утверждения, которые позволяют прийти к получению воспроизводимых оценок при многообразии допустимых сценариев, моделей оценивания и исходных данных:

**Утверждение 1.** Принятым нормальным значением экономической величины является центральная оценка по генеральному базису. Действительно, выбор принятого нормального значения представляет собой статистическую игру, в которой, в силу заданных ограничений, стратегии статистики и природы одинаковы и соответствуют единичным значениям, полученным из генерального базиса. Но тогда центральная оценка минимизирует ожидаемое абсолютное отклонение оценки от истинного значения, что означает достижение принятого нормального значения.

**Утверждение 2.** Центральная оценка по репрезентативному базису является состоятельной оценкой нормального значения экономической величины. Действительно, репрезентативный базис приводит к случайной выборке единичных оценок, которая имеет максимальный объем для данного субъекта оценивания. Но как известно, выборочная медиана является состоятельной оценкой медианы, из чего и следует утверждение.

Как следствие, для повышения точности оценки необходимо выявление и включение в базис оценки максимального количества допустимых элементов каждого множества, а также объективное принятие решений о допустимости каждого элемента множества, подлежащего включению в базис оценки.

**Утверждение 3.** Если множества базиса оценки включают в себя настолько большое число элементов, что получение всего множества единичных оценок путем перебора всех комбинаций затруднено, то для получения центральной оценки достаточно располагать рандомизированной выборкой единичных оценок. Данное утверждение следует из уже упомянутого факта, что выборочная медиана является состоятельной оценкой медианы.

В частности, для получения случайной выборки может использоваться метод Монте-Карло.

Центральная оценка по репрезентативному базису обладает воспроизводимостью и повторяемостью.

Сделанные утверждения позволяют сформулировать решающее правило оценивания: при наличии нескольких допустимых сценариев, моделей расчета и значений исходных данных требуется использовать центральную оценку по репрезентативному базису.

### Основные положения теории обобщенных актуарных расчетов

Представленный инструментарий, указывающий основания и способ получения обоснованной и воспроизводимой оценки любой экономической величины, использован для построения теории оценки уровня риска независимо от конкретного вида экономической деятельности и вида риска. Здесь и далее, результат актуарных расчетов - оценка страховых премий, пенсионных взносов, платы за деление риска, будущих обязательств страховщика или пенсионного фонда, требуемой величины капитала, уровня риска и иных финансовых и количественных показателей рисков; будущий чистый убыток - случайная величина, представляющая собой разность между предполагаемыми в будущем расходами и доходами за заданный период времени; актуарный базис - базис оценки квантилей величины будущего чистого убытка.

**Утверждение 4.** Всякий результат актуарных расчетов с достаточной точностью аппроксимируется функцией от квантилей величины будущего чистого убытка. Действительно, всякий результат актуарных расчетов основывается на функции распределения вероятностей, она, в свою очередь, аппроксимируется совокупностью квантилей заданных уровней. Чем более густой является сетка квантилей, тем более точной является аппроксимация. Для некоторых результатов актуарных расчетов, например для страховой премии или необходимой величины собственного капитала, достаточно квантиля единственного уровня.

Актуарные расчеты сводятся к оценке квантилей будущего чистого убытка всех необходимых уровней. Для получения воспроизводимого и повторяемого результата актуарных расчетов составляют репрезентативный актуарный базис и по нему получают центральную оценку каждого квантиля.

Соответствующий алгоритм получения вектора необходимых квантилей представлен на рис. 1.

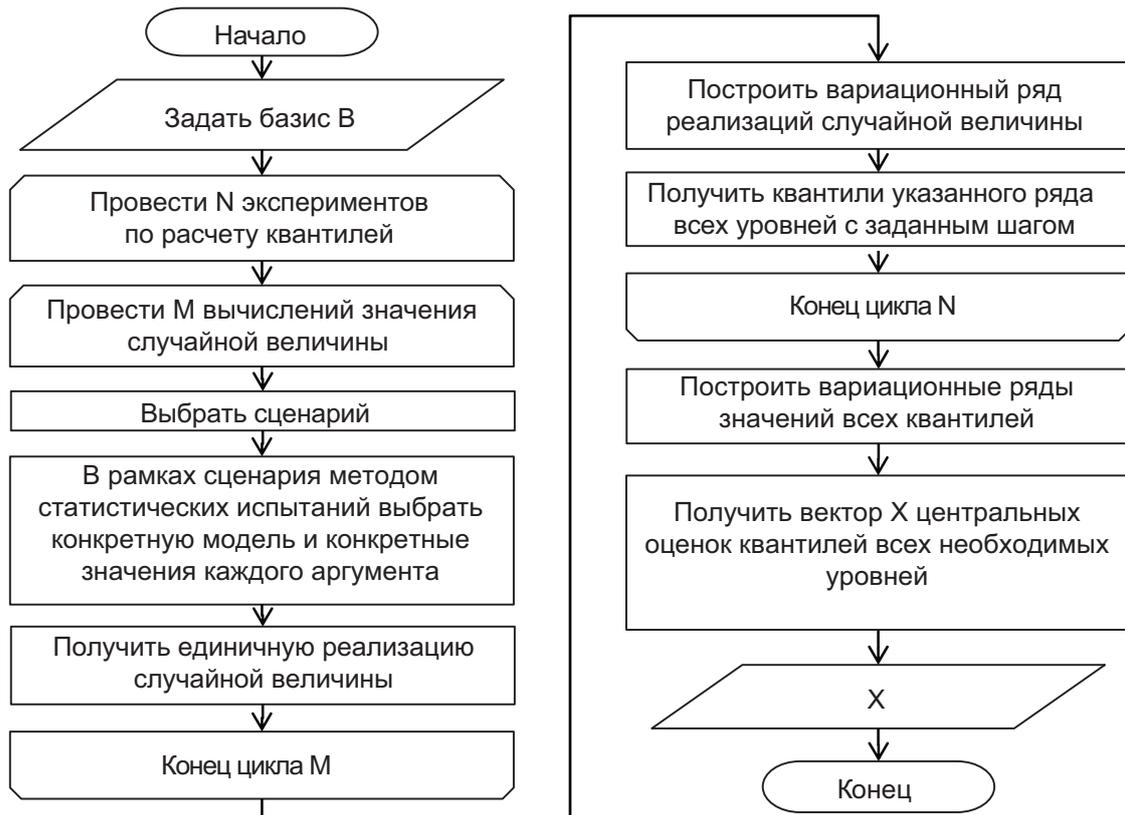


Рис. 1. Алгоритм построения вектора центральных оценок квантилей

**Фрагмент апробации предложенного подхода**

Теоретические и методологические позиции для задач страхования описаны, в частности, в [12], для нестраховых задач - в [13]. Проиллюстрируем обсуждаемые технологии еще один примером – оценками суммы необходимого капитала для покрытия кредитного риска по портфелю договоров.

Модель убытка от дефолта заемщика ( $L$ ) описывается формулой:

$$L = \frac{Sd}{(1+r)^t} \frac{1-(1+i)^{-(n-t)}}{1-(1+i)^{-n}}, \quad (1)$$

где  $d$  - доля невозврата задолженности заемщиком в случае дефолта;  $r$  - ставка дисконтирования для расчета резерва (ставка доходности инвестирования капитала), год<sup>-1</sup>;  $i$  - ставка процентов по кредиту, год<sup>-1</sup>;  $S$  - оставшаяся сумма кредита на отчетную дату;  $n$  - оставшийся срок кредита, год;  $t$  - срок до дефолта - случайная величина, имеющая геометрическое распределение с параметром  $p$  - вероятностью дефолта, год.

Случайное значение  $t$  получают по значению равномерной случайной величины  $z$  по следующей формуле:

$$t = \min \left\{ \frac{\ln z}{\ln(1-p)}; n \right\}. \quad (2)$$

Пусть в кредитной организации на отчетную дату имеется пять заемщиков с оставшимися суммами кредита и сроками погашения (см. таблицу 1). Требуется оценить сумму капитала, которой должна располагать организация, чтобы с вероятностью 0,95 быть достаточной для покрытия убытков, вызванных дефолтом этих заемщиков.

Таблица 1

**Показатели кредитного портфеля**

Номер Должника	Остаток кредита на отчетную дату, тыс. рублей	Оставшийся срок погашения кредита, год	Ставка процентов по кредиту, год <sup>-1</sup>
1	210	1,5	0,15
2	1450	3	0,12
3	870	5	0,18
4	650	4	0,14
5	174	2	0,2

Модель рассматривается актуарием как единственная допустимая. Актуарий получил допустимые значения переменных  $d$ ,  $r$ ,  $p$  и сформировал актуарный базис для Должника 1 (см. таблицу 2).

Таблица 2

Актуарный базис для Должника 1

Наименование показателя	Обозначение	Значение
Допустимый сценарий	-	Единственный
Допустимые модели оценивания в рамках сценария	$L$	$\frac{Sd}{(1+r)^t} \frac{1-(1+i)^{-(n-t)}}{1-(1+i)^{-n}}$ ; $t = \min \left\{ \frac{\ln z}{\ln(1-p)}; n \right\}$ .
Допустимые значения параметров моделей в рамках сценария	$d$	0,3; 0,5
	$r$	0,09; 0,145; 0,151
	$p$	0,11; 0,15; 0,16; 0,25
	$z$	[0; 1]
	$S$	210
	$n$	1,5
	$i$	0,15

Актуарный базис для остальных должников аналогичен, отличаются только параметры кредита, взятые из таблицы 1.

По результатам применения теории обобщенных актуарных расчетов получены центральные оценки квантилей для каждого из должников (30 экспериментов по расчету квантилей по 1000 значений убытка в каждом) посредством их свертки с применением численных методов - оценки квантилей распределения совокупного убытка. Результаты представлены на рис. 2.

Полученный результат обладает достаточно высокой повторяемостью и воспроизводимостью. Так, пятикратное повторение вычислений для Должника 3 при одном и том же актуарном базисе показало получение близких результатов (см. таблицу 3).

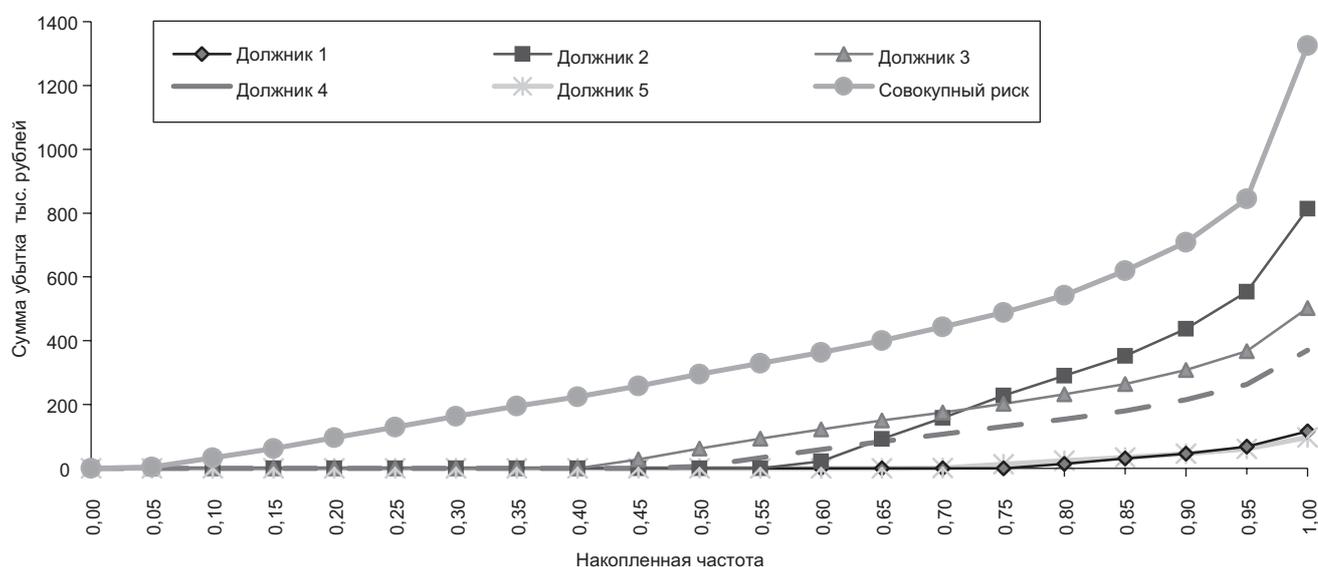


Рис. 2. Результаты статистического моделирования суммы убытка в результате дефолта должников

Таблица 3

Результаты повторного эксперимента для Должника 3

Уровни квантилей	Значения квантилей в разных экспериментах					Коэффициент вариации
	1	2	3	4	5	
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
0,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
0,15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
0,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
0,35	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
0,45	27,5	27,7	26,0	26,8	26,2	0,0255
0,5	62,0	59,5	61,3	60,1	59,5	0,0167
0,55	93,2	91,3	91,9	92,1	90,9	0,0087
0,6	121,8	120,0	121,4	122,5	120,9	0,0071
0,65	150,1	148,6	149,8	149,6	147,8	0,0056

Уровни квантилей	Значения квантилей в разных экспериментах					Коэффициент вариации
	1	2	3	4	5	
0,7	175,5	175,4	176,1	175,6	174,0	0,0040
0,75	201,7	200,5	202,4	202,5	201,0	0,0040
0,8	231,7	231,2	232,1	231,4	231,5	0,0013
0,85	264,7	265,7	265,7	266,2	265,3	0,0019
0,9	308,0	309,7	309,5	310,0	309,7	0,0023
0,95	367,6	368,6	367,1	366,0	366,6	0,0024
1	502,7	502,0	502,5	500,1	501,5	0,0018

В случае межлабораторного изменения актуарного базиса, обусловленного различиями в доступной выборке актуарных предположений, например для

Должника 3 (см. таблицу 4), обеспечивается достаточная воспроизводимость результатов, особенно для квантилей высоких уровней (см. рис. 3).

Таблица 4

Варианты актуарного базиса для Должника 3 при различной выборке актуарных предположений

Наименование показателя	Обозначение	Значение по вариантам		
		Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Допустимый сценарий	-	Единый		
Допустимые модели оценивания в рамках сценария	$L$	$\frac{Sd}{(1+r)^t} \frac{1-(1+i)^{-(n-t)}}{1-(1+i)^{-n}};$ $t = \min \left\{ \frac{\ln z}{\ln(1-p)}; n \right\}.$		
Допустимые значения параметров моделей в рамках сценария	$d$	0,3; 0,5	0,25; 0,4; 0,55	0,4; 0,5
	$r$	0,09; 0,145; 0,151	0,09; 0,151	0,145
	$p$	0,11; 0,15; 0,16; 0,25	0,11; 0,15; 0,16	0,11; 0,15; 0,25
	$z$	[0; 1]	[0; 1]	[0; 1]
	$S$	870	870	870
	$n$	5	5	5
	$i$	0,18	0,18	0,18

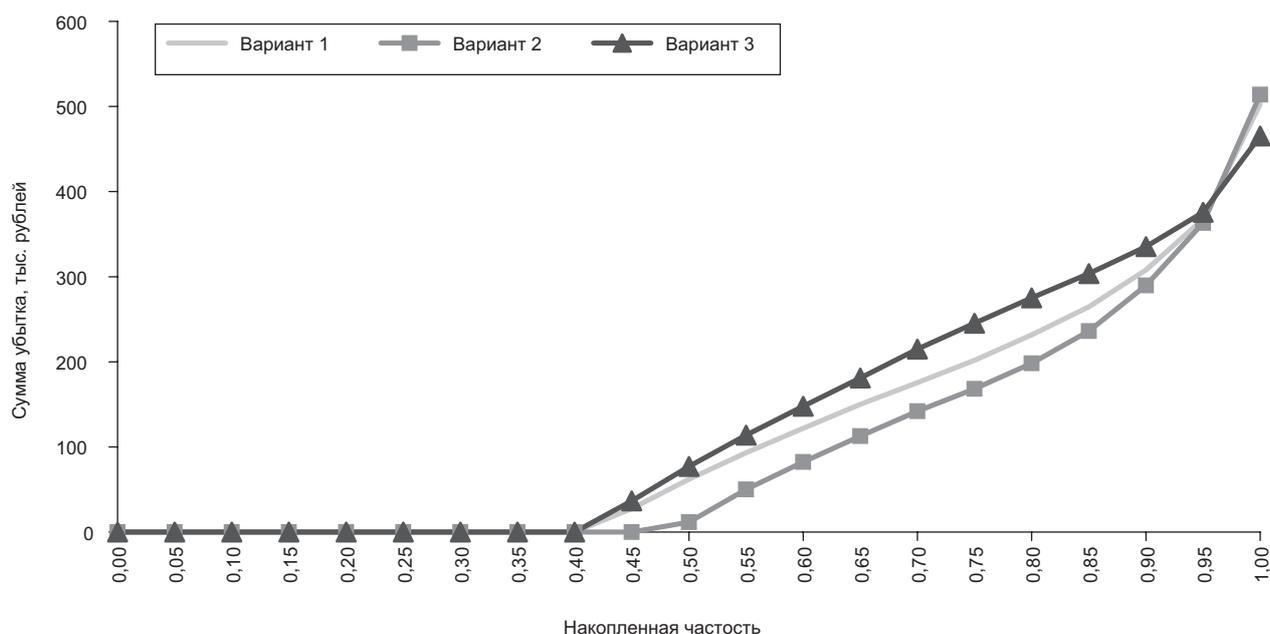


Рис. 3. Результаты статистического моделирования суммы убытка от дефолта Должника 3 при различных актуарных базисах

При этом сокращение числа допустимых значений, включенных в актуарный базис (варианты 2 и 3) по сравнению с полным вариантом (вариант 1) способно привести к получению менее точных оценок.

### Заключение

Предложена методология оценивания экономических величин, которая направлена на устранение неопределенности оценки и может быть применена во многих ситуациях, требующих получения воспроизводимых результатов.

На ее основе получена теория обобщенных актуарных расчетов, которая может быть распространена на все виды экономической деятельности и все виды рисков. Данная теория предоставляет новый способ организации актуарных расчетов, при котором решение актуарных задач строится на дискретной аппроксимации предполагаемого закона распределения будущего чистого убытка в виде центральных оценок квантилей всех необходимых уровней. Позволяет получать аппроксимацию предполагаемой функции распределения вероятностей явно и непосредственно из заданной в актуарном базисе риска совокупности допустимых предположений относительно сценариев, моделей и значений их параметров с учетом их многовариантности. Тем самым может быть обеспечена достаточная гибкость модели и полнота учета всей известной информации. Одно из преимуществ актуарных расчетов на основе квантилей заключается в возможности установления явной связи с заданным уровнем надежности (вероятности неразорения).

Подтверждена практическая применимость полученных результатов при решении различных задач оценки уровня риска с получением повторяемых и воспроизводимых результатов.

Представляется, что применение теории обобщенных актуарных расчетов позволяет сделать функции актуария еще более конкретными, сводя их к решению задачи формирования полного и всесторонне обоснованного актуарного базиса риска.

### Литература

1. **Чистюхин В., Буравлева Н.** От Базеля II к Solvency II, или Что такое риск-ориентированный подход к

оценке платежеспособности страховщиков: первые шаги на пути внедрения, задачи и перспективы // Аналитический банковский журнал. 2016. № 11 ноябрь - 12 декабрь (237). С. 34-41.

2. **Соложенцев Е.Д., Карасева Е.И., Козлова В.И., Крюкова Е.А.** Верхний уровень менеджмента в экономике // Актуальные проблемы экономики и управления. 2017. Т. 13. № 1. С. 84-92.

3. **Карзаева Н.Н.** Подходы к построению карты рисков // Экономика и управление: проблемы, решения. 2018. Т. 3. № 8. С. 15-23.

4. **Романова С.В., Крутова М.А.** Классификация бизнес-рисков и причины малоэффективного управления ими в современных рыночных условиях России. В сборнике: Научная весна-2018. Экономические науки Сборник научных трудов. Научное электронное издание. Шахты, 2018. С. 71-77.

5. **Алексеев М.А., Глинский В.В., Лихутин П.Н.** Статистическое исследование информационного пространства финансового рынка // Вопросы статистики. 2017. № 5. С. 28-38.

6. **Глинский В.В., Серга Л.К., Чемезова Е.Ю., Зайков К.А.** Об оценке пороговых значений в решении задачи классификации данных // Вопросы статистики. 2014. № 12. С. 30-36.

7. **Glinский V., Serga L., Khvan M., Zaykov K.** A Spatio-Dynamic Modelling of Environmental Safety of the Russian Federation Regions // Procedia Manufacturing. 2017. Т. 8. С. 315-322.

8. **Kaas R., Goovaerts M., Dhaene J., Denuit M.** Modern Actuarial Risk Theory. Using R. 2nd ed. Springer, 2008. 381 p.

9. **Козин П.А., Кузнецов Д.Д., Ольшанникова И.С.** Методология оценки: от разброса значений стоимости объектов оценки к интервалам стоимости // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2017. № 10. С. 32-44.

10. **Лейфер Л.А.** Точность результатов оценки и пределы ответственности оценщика // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2009. № 4.

11. **Glinский V., Serga L., Khvan M., Zaykov K.** Fuzzy Neural Networks in the Assessment of Environmental Safety // Procedia CIRP 13. Сер. «13th Global Conference on Sustainable Manufacturing - Decoupling Growth from Resource Use» 2016. С. 615-619.

12. **Рыжков О.Ю.** Актуарные расчеты в страховании на основе обобщенного актуарного базиса с применением статистического моделирования // Вопросы статистики. 2016. № 1. С. 54-62.

13. **Рыжков О.Ю.** Теория обобщенных актуарных расчетов и ее применение в решении задач риск-менеджмента // Учет и статистика. 2018. Т. 52. № 4. С. 128-139.

### Информация об авторах

*Рыжков Олег Юрьевич* - канд. экон. наук, доцент кафедры статистики, Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ». 630099, г. Новосибирск, ул. Каменская 56. E-mail: ogy@ngs.ru.

Глинский Владимир Васильевич - д-р экон. наук, профессор, заведующий кафедрой статистики, Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИИХ». 630099, г. Новосибирск, ул. Каменская 56. E-mail: v.v.glinskij@nsuem.ru.

### References

1. **Chistyukhin V., Buravleva N.** From Basel II to Solvency II, or What is a Risk-Based Approach to Assessing the Solvency of Insurers: First Steps Towards Implementation, Objectives and Prospects. *The Analytical Banking Magazine*. 2016; 11 November - 12 December (237). P. 34-41. (In Russ.)
2. **Solozhentsev E.D., Karaseva E.I., Kozlova V.I., Kryukova E.A.** Top Level of Management in Economics. *Actual Problems of Economy and Management*. 2017; 13(1):84-92. (In Russ.)
3. **Karzaeva N.N.** Features of Evaluation of Payments of Mining Enterprises as a Tool for Securing Their Financial Security. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*. 2018; 3(8):15-23. (In Russ.)
4. **Romanova S.V., Krutova M.A.** Classification of Business Risks and The Reasons for Their Ineffective Management in The Modern Market Conditions of Russia. In: *Scientific Spring of 2018. Economic Sciences. Collection of Scientific Works. Scientific Electronic Publication*. Shakhty: 2018. P. 71-77. (In Russ.)
5. **Alekseev M.A., Glinskiy V.V., Likhutin P.N.** Statistical Research of Financial Market Information Space. *Voprosy statistiki*. 2017; (5):28-38. (In Russ.)
6. **Glinskiy V.V., Serga L.K., Chemezova E.Yu., Zaykov K.A.** On Estimating Threshold Values in Solving the Problem of Data Classification. *Voprosy statistiki*. 2014; (12):30-36. (In Russ.)
7. **Glinskiy V., Serga L., Khvan M., Zaykov K.** A Spatio-Dynamic Modelling of Environmental Safety of the Russian Federation Regions. *Procedia Manufacturing*. 2017; (8):315-322.
8. **Kaas R., Goovaerts M., Dhaene J., Denuit M.** Modern Actuarial Risk Theory. Using R. 2nd ed. Springer; 2008. 381 p.
9. **Kozin, P.A., Kuznetsov D.D., Ol'shannikova I.S.** The Methodology of Evaluation: The Variability of the Values of Cost of Objects of Assessment to the Ranges of the Value. *Property Relationships in the Russian Federation*. 2017; (10):32-44. (In Russ.)
10. **Leifer L.A.** The Accuracy of the Evaluation Results and the Limits of Liability of the Appraiser. *Property Relationships in the Russian Federation*. 2009.; (4). (In Russ.)
11. **Glinskiy V., Serga L., Khvan M., Zaykov K.** Fuzzy Neural Networks in the Assessment of Environmental Safety. In: *Procedia CIRP 13. Series «13th Global Conference on Sustainable Manufacturing - Decoupling Growth from Resource Use» 2016*. P. 615-619.
12. **Ryzhkov O.Yu.** Actuary Calculations in Insurance Based on Summarized Actuary Basis with Statistical Modeling. *Voprosy statistiki*. 2016; (1):54-62. (In Russ.)
13. **Ryzhkov O.Yu.** The Theory of Generalized Actuarial Calculations and Its Application in Risk Management. *Accounting and Statistics*. 2018; 4(52):128-139. (In Russ.)

### About the authors

*Oleg Yu. Ryzhkov* - Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor, Department of Statistics, Novosibirsk State University of Economics and Management. 56, Kamenskaya St., Novosibirsk, 630099, Russia. E-mail: ory@ngs.ru.

*Vladimir V. Glinskiy* - Dr. Sci. (Econ.) Professor, Head, Department of Statistics, Novosibirsk State University of Economics and Management. 56, Kamenskaya St., Novosibirsk, 630099, Russia. E-mail: v.v.glinskij@nsuem.ru.