

Синявская Т. Г., Трегубова А. А.

**СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ
НЕСОВЕРШЕНСТВА ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ ОЦЕНКИ РИСКОВ
В ДОБРОВОЛЬНОМ МЕДИЦИНСКОМ СТРАХОВАНИИ****Аннотация**

В статье рассмотрены проблемы несовершенства информационной базы оценки рисков в добровольном медицинском страховании (ДМС), связанной с использованием официальной статистики Росстата, данных страховых компаний и результатов репрезентативных опросов населения. Предложены пути их решения, связанные с совершенствованием информационной базы актуарных расчетов и разработкой, и применением новых методик расчетов, основанных на статистических моделях. Особое внимание уделено многомерным пробит-моделям, как наиболее адекватному инструментарию оценки взаимосвязанных рисков. Приведена математическая формулировка модели. Сравнение оценок вероятностей наступления страховых событий (заболеваний), рассчитанных традиционным актуарным способом, на основе официальной статистики, на базе данных российского мониторинга экономического положения и здоровья населения НИУ-ВШЭ (RLMS-HSE) (РМЭЗ) за 2013 г. и с использованием результатов оценки многомерной пробит-модели показало, что последний способ позволяет получить более корректную оценку риска в ДМС.

Ключевые слова

Добровольное медицинское страхование, страховой риск, страховой тариф, многомерная пробит-модель.

JEL: C51, I13

Sinyavskaya T. G., Tregubova A. A.

**STATISTICAL MODELING IN SOLVING PROBLEMS
OF IMPERFECTION OF INFORMATION BASE
FOR RISK ASSESSMENT IN VOLUNTARY HEALTH INSURANCE****Annotation**

Article concerns the problems of risk assessment in voluntary health insurance (VHI) based on imperfect of information such as aggregated official Rosstat data, insurance company data and series of nationally representative surveys. Authors present approaches to solve informational problems by improvement of database of actuarial calculations, development and application of new calculation methods using some statistical techniques. Particular attention is given to multivariate probit model, as the most adequate method for assessing the inter-related risks. Mathematical formulation of model is presented. Authors' proposal is tested by comparing the probability estimators of insured event (disease) calculated using traditional actuarial technique, based on official statistics, and on Russia Longitudinal Monitoring Survey – Higher School of Economics (RLMS-HSE) (2013), and using multivariate model estimation results. It is showed that latter method provides a more correct risk assessment in VHI.

Keywords

Voluntary health insurance, insurance risk, insurance tariff, multivariate probit.

Формулировка проблемы. Проблема информационной базы актуарных расчетов в личном страховании населения России в настоящее время стоит наиболее остро. Материалы, разрабатываемые Росстатом, не адаптированы для нужд оценки рисков, в то время как собственной страховой статистики оказывается недостаточно. Кроме того, отсутствие единых методологических принципов ведения статистического учёта в страховых компаниях, разработанных для целей актуарного анализа, приводит к неполноте учета данных о застрахованных, что снижает их информационную ценность [1, 2]. Как следствие, возрастает необходимость в разработке методик оценки и дооценки страхового риска, в какой-то мере компенсирующих недостатки информационной базы актуарных расчетов, за счёт использования дополнительных источников данных и/или использования методов, позволяющих получить более корректные оценки рисков с точки зрения их соответствия действительности.

Традиционный способ оценки риска в ДМС и его модификации. В страховой практике принято несколько подходов к оценке риска, необходимого для определения страхового тарифа. Первый – это использование методик, рекомендованных к применению государственными органами, осуществляющими надзор за деятельностью страховых организаций (в настоящее время – Банк России) и расчет тарифов по данным официальной статистики. Для личного страхования, не относящегося к страхованию жизни, к которому относится добровольное медицинское страхование, применяются методики расчета тарифов по массовым видам страхования. Это обосновывается тем обстоятельством, что ДМС, особенно в распространенном краткосрочном варианте, может интерпретироваться, как рискованный массовый вид страхования [3, 4]. Отметим для определенности, что для рискованных видов характерно отсутствие накопления страховой суммы в период

действия договора страхования и обязательства выплаты страховой суммы по окончании срока действия договора [5, 6]. Массовые рискованные виды, в отличие от страхования крупных рисков и редких событий, характеризуются однородностью объектов страхования, незначительной вариацией страховых сумм и охватом большого числа страховых рисков. Основной для расчета тарифа, и, следовательно, оценки страхового риска в ДМС в данном случае будет являться вероятность обращения за медицинской помощью, которая, как правило, трактуется как вероятность возникновения заболевания. Вероятность обращения за медицинской помощью оценивается на основе официальной статистики Росстата о заболеваемости населения, по сути, представляющей собой обращения по поводу возникновения заболеваний. Для этого используется показатель числа обратившихся по поводу возникновения заболевания (число впервые зарегистрированных заболеваний на 1000 человек населения). Очевидно, что для страховой компании риском является не возникновение у застрахованного заболевания как такового, а именно обращение в лечебное учреждение по поводу возникновения данного заболевания. Однако официальная статистика заболеваемости, рассчитываемая по данным лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ), будет иметь искажения, вызванные тем, что индивид может не обращаться за медицинской помощью либо обращаться «в частном порядке», что, разумеется, не находит отражения в статистике ЛПУ. Представляется обоснованным предположить, что при наличии полиса ДМС вероятность обращения в ЛПУ официальным образом будет увеличиваться. Поэтому можно сделать вывод, что подход к расчету тарифа ДМС на основании официальных данных при оценке вероятности обращения за медицинской помощью для каждого класса болезней имеет ряд недостатков [7]:

– число заболеваний основано на официальной статистике обращений в

ЛПУ по поводу данного заболевания, что исключает заболевших, но не обратившихся за медицинской помощью в официальном порядке;

– число заболеваний рассчитано на 1000 человек всего населения, что не позволяет оценить заболеваемость населения в страхуемом возрасте (обычно от 18 до 69 лет), а также учесть различия в заболеваемости населения в разных возрастных группах;

– использование показателя в расчете на все население не учитывает различий в тенденциях заболеваемости мужчин и женщин;

– отсутствует территориальная дифференциация заболеваемости, а значит, оцененная вероятность обращения за медицинской помощью не отражает региональной специфики заболеваемости

Следствием перечисленных причин является искажение итоговой оценки вероятности заболеваемости по ряду болезней (классов или групп заболеваний). Для устранения рассмотренных недостатков разрабатываются системы корректировочных (поправочных, корректирующих) коэффициентов, дающих возможность оценки риска заболеваемости с учетом дифференциации населения по возрасту, полу, территории постоянного проживания и остальным ключевым тарифным факторам [8]. Их применение усложняет процедуру получения итогового тарифа для конкретного застрахованного и ограничивает возможности «быстрой» переоценки тарифов в ходе страхового андеррайтинга.

Второй подход к оценке страхового риска в ДМС заключается в модификации традиционных подходов к расчету страховых тарифов. Они могут вестись по двум потенциальным направлениям:

– совершенствование информационной базы расчета тарифов;

– разработка и применение более адекватных актуарных методик.

Отметим, что данные подходы могут применяться как по отдельности, так

и одновременно. В направлении совершенствования информационной базы актуарных расчетов для оценки страхового риска могут использоваться данные из разных источников. Так, расчеты могут проводиться на основе собственной страховой статистики компании [9, 10]. В этом случае собираемые данные должны удовлетворять критериям полноты и достоверности [11]. Это означает, что в базу данных должны вноситься все характеристики застрахованных и все аспекты выполнения договора страхования, подробности страховых случаев, оказывающее существенное влияние на величину страхового риска, при соблюдении контроля за полнотой и достоверностью фиксируемых данных. Однако в настоящее время большинство компаний, занимающихся добровольным медицинским страхованием, не ведут собственную расширенную статистику в виде, который можно назвать пригодным для актуарных расчетов [12]. Это приводит к необходимости поиска альтернативных источников данных. В таком качестве могут выступать данные репрезентативных опросов населения, включающие вопросы, существенные с точки зрения оценки страхового риска. В настоящее время этим требованиям в достаточной степени удовлетворяют только данные российского мониторинга экономического положения и здоровья населения НИУ-ВШЭ (RLMS-HSE) (РМЭЗ) [23]. Индивидуальный вопросник данного обследования содержит обширный блок вопросов относительно состояния здоровья респондента. В отличие от официальной статистики, которая, как упоминалось, фиксирует только данные об обращениях по поводу возникшего заболевания, вопросы РМЭЗ, сформулированные в виде «Есть ли у вас заболевания...?» (например, легких, позвоночника и др.), позволяют более точно оценить реальный уровень заболеваемости населения, включая тех, кто, заболевая, не обращается в ЛПУ.

Для целей актуарных расчетов тарифов ДМС в качестве оценки вероятности возникновения заболевания для каждого класса заболеваний по данным РМЭЗ традиционно может быть использована относительная частота (доля) страдающих заболеваниями в общем числе респондентов. Однако такая оценка также обладает рядом недостатков [7]:

- найденные по выборочным данным оценки вероятности могут отличаться от тенденций заболеваемости реальной совокупности застрахованных; используя результаты репрезентирующих население наблюдений (данные наблюдения РМЭЗ репрезентируют население России) можно получить достаточно точные оценки вероятности возникновения заболеваний, однако полностью избежать расхождений с фактическими значениями (в рамках страхового портфеля) нельзя;

- найденные оценки не учитывают того, что одновременно респонденты могут сообщить о нескольких заболеваниях, относящихся к соответствующим группам болезней; в таком случае собы-

тия, для которых оцениваются вероятности, являются зависимыми (возможно, даже взаимозависимыми);

- итоговая оценка вероятности заболеваемости по ряду болезней (классов или групп заболеваний), рассчитываемая как произведение оценок вероятностей возникновения соответствующих заболеваний (а не условных вероятностей), искажается.

Можно констатировать, что, хотя направление модификации подходов к расчету страховых тарифов, связанное с использованием более адекватной базы данных, является важным и позволяющим получить более корректную оценку риска, оно не лишено недостатков, и следовательно, должно дополняться совершенствованием методик оценки страхового риска. Таковыми являются методики, основанные на применении различных статистических и эконометрических моделей, позволяющие дооценить страховой риск. Они позволяют совместить два направления улучшения оценки риска в ДМС: улучшения информационной базы и методик (рис. 1).

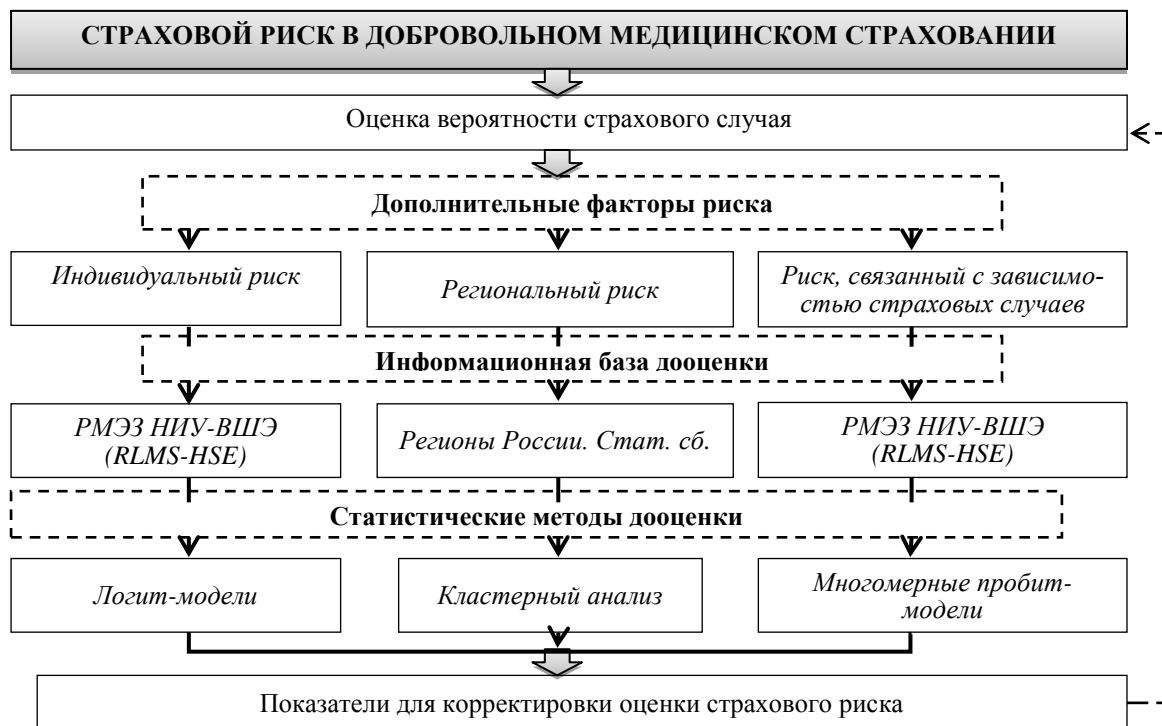


Рисунок 1 – Подходы к статистической дооценке страхового риска в добровольном медицинском страховании*

* Составлен на основе [24].

Многомерные пробит-модели дооценки риска в ДМС. Как видно на рисунке 1, одним из инструментов статистической дооценки риска в ДМС могут являться многомерные пробит-модели [13, 14, 15, 16]. Они позволяют получить оценки так называемых взаимосвязанных рисков, когда возникновение одного заболевания у застрахованного влечет повышение вероятности другого заболевания [17, 18, 19].

Рассмотрим формулировку многомерной пробит-модели.

Пусть I_j^0 – ненаблюдаемый (латентный) результат, соответствующий наступлению страхового события j -го типа, для $j = 1, 2, \dots, J$. При этом I_j – наблюдаемый бинарный отклик, соответствующий каждому типу страхового события. I_j равен единице, если наступило страховое событие типа j , и нулю, в противном случае. Многомерная пробит-модель представляет собой линейную комбинацию детерминированных и стохастических компонент:

$$\begin{aligned} I_1^0 &= x' \beta_1 + \epsilon_1, \text{ для } I_1 = I_{\{I_1^0 > 0\}}, \\ I_2^0 &= x' \beta_2 + \epsilon_2, \text{ для } I_2 = I_{\{I_2^0 > 0\}}, \\ &\vdots \\ I_J^0 &= x' \beta_J + \epsilon_J, \text{ для } I_J = I_{\{I_J^0 > 0\}}, \end{aligned}$$

где $\mathbf{x} = (1, x_1, \dots, x_p)'$ – вектор p ковариат, инвариантных для разных типов страховых событий (детерминированная компонента), $\beta_j = (\beta_{j0}, \beta_{j1}, \dots, \beta_{jp})'$ – вектор параметров, подлежащий оценке (включая свободный член). Отметим, что индекс наблюдения i опущен для упрощения записи, ϵ_j – стохастическая компонента. Как правило, она рассматривается как состоящая из латентных факторов, которые объясняют предельную вероятность наступления страхового события типа j . Каждая ϵ_j подчиняется J -мерному нормальному распределению с нулевым условным математическим ожиданием и дисперсией, нормированной единице для обеспечения идентифицируемости параметров, где

$\epsilon \sim N(\mathbf{0}, \Sigma)$, и ковариационная матрица Σ задана, как:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} & \dots & \rho_{1J} \\ \vdots & \ddots & & \vdots \\ \rho_{J1} & \rho_{J2} & \dots & 1 \end{bmatrix}.$$

Элементы, находящиеся не на главной диагонали, ρ_{sj} , отражают ненаблюдаемую ковариацию между стохастической компонентой s -того и j -го типов страховых событий. При этом $\rho_{sj} = \rho_{js}$.

Эмпирические результаты. Для эмпирического сравнения оценок рисков в ДМС, полученных с помощью традиционных актуарных методик и многомерных пробит-моделей, были выбраны заболевания сердца, легких и позвоночника, рассмотренных как взаимозависимые и зависящие от ряда факторов. Моделирование проведено на данных 22 волны российского мониторинга экономического положения и здоровья населения НИУ-ВШЭ (RLMS-HSE) за 2013 год [23]. Была сформирована выборка объемом 10 102 индивида в возрасте от 18 лет до 69 лет включительно. Была оценена многомерная пробит-модель с тремя бинарными зависимыми переменными¹:

(1) «У респондента есть заболевание сердца», принимающая значение, равное 1, в случае наличия заболевания и 0, при его отсутствии;

(2) «У респондента есть заболевание легких, бронхов», принимающая значение, равное 1, в случае наличия заболевания и 0, при его отсутствии;

(3) «У респондента есть заболевание позвоночника», принимающая значение, равное 1, в случае наличия заболевания и 0, при его отсутствии.

В качестве независимых выступили следующие характеристики индивидов: пол; уровень образования; статус занятости; наличие детей; тип населенного

¹Для расчетов использовался пакет STATA (11 версия), команда mvprobit (Cappellari and Jenkins, 2003).

пункта; назначена ли инвалидность и получает ли индивид пенсию; возрастная и доходная группы (квильные группы по доходу индивида), а также самооценка здоровья индивидов (субъективная оценка здоровья). Результаты моделирования опубликованы авторами [20].

Для того чтобы определить, насколько использование результатов оценивания многомерной пробит-модели позволяет уточнить оценку страхового риска в ДМС, были определены оценки вероятности возникновения заболевания с использованием традиционного метода на основе официальной статистики заболеваемости, и на основе результатов моделирования.

Согласно методике [21] вероятность страхового случая (обращение за медицинской помощью для каждого класса болезней или профиля отделения, предусмотренных условиями страхования) можно оценить по данным официальной статистики заболеваемости [22]. Для расчетов были выбраны следующие группы заболеваний: болезни системы кровообращения; болезни органов дыхания; болезни нервной системы.

В связи с тем что вопросы РМЭЗ относительно наличия заболеваний полностью не совпадают с официальной классификацией, они были соотнесены следующим образом (табл. 1, столбцы 1 и 2).

Таблица 1 – Оценки вероятности совместного наступления заболеваний, 2013 г.

Группа заболеваний		Число впервые зарегистрированных заболеваний, на 1000 чел. населения (официальная статистика)	Оценка вероятности заболеваний		
данные РМЭЗ	официальная статистика		официальная статистика	данные РМЭЗ	данные моделирования
Заболевания сердца	Болезни системы кровообращения	29,9	0,0299	0,1127	0,11255
Заболевания легких, бронхов	Болезни органов дыхания	338,4	0,3384	0,0637	0,06375
Заболевания позвоночника	Болезни нервной системы	16,5	0,0165	0,1586	0,15853
Вероятность совместного наступления заболеваний		–	0,00017	0,00114	0,00651

Отметим, что включение болезней нервной системы в категорию заболеваний позвоночника является допустимым, но неточным – причинами заболеваний позвоночника могут быть как заболевания нервной системы (и соответственно болезни нервной системы могут проявляться в виде заболеваний позвоночника), так и другие заболевания (не связанные с заболеваниями нервной системы). Также некоторым допущением и обобщением является отнесение к заболеваниям сердца болезней системы кровообращения.

Как видно из результатов таблицы 1, данные РМЭЗ дают более высокую оценку вероятности для болезней сердца и позвоночника, однако значительно более низкую – для болезней легких и бронхов. Соответственно совместная оценка наступления заболеваний, рассчитанная по традиционной актуарной методике [21] как произведение оценок вероятностей, выше для оценки по данным РМЭЗ (0,001 против 0,0002 по данным статистики заболеваемости). Однако наиболее важным результатом является то, что оценка вероятности совместного появления заболеваний из

всех трех групп существенно выше по данным моделирования (0,007). Это означает, что взаимная зависимость заболеваний данных трех групп является не только теоретически, но и эмпирически подтвержденной. Следовательно, применение традиционной методики оценки риска в ДМС приведет к значительному занижению уровня принимаемого риска, что негативно отразится на величине тарифа и убыточности портфеля ДМС.

В настоящее время актуарные расчеты в добровольном медицинском страховании сталкиваются с проблемами, связанными с несовершенством информационной базы. Их решение может лежать в комбинации двух плоскостей: применении статистических моделей и использовании альтернативных официальной статистике источников данных. Одним из наиболее перспективных методов оценки риска в ДМС являются многомерные пробит-модели, позволяющие учесть взаимную зависимость возникновения заболеваний у застрахованных, что подтверждается результатами расчетов.

Библиографический список

1. Рыжков, О. Ю., Бобров, Л. К. Комплексная автоматизация деятельности актуария страховой организации // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2014. – № 2. – С. 98–108.

2. Антонова, О. И., Максимова, Т. М., Огрызко, Е. В. Методологические проблемы сбора сведений по статистике здравоохранения от лечебно-профилактических учреждений // Вопросы статистики. – 2008. – № 12. – С. 17–21.

3. Землячева, О. А., Мерзликина, Ю. В. Обязательное и добровольное медицинское страхование в России // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. – 2015. – № 2 (31). – С. 68–73.

4. Шарифьянова, З. Ф., Минигазимова, Л. Ф., Мухаметьянова, Л. Р. Добровольное медицинское страхование (ДМС) и обязательное медицинское страхование (ОМС): сравнительный анализ // Инновационная наука. – 2016. – № 5–1 (17). – С. 198–201.

5. Грищенко, Н. Б., Клевно, В. А., Мищенко, В. В. Добровольное медицинское страхование: Основы современной практики. – Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2001.

6. Кагаловская, Э. Т. Добровольное медицинское страхование: формирование фондов для оплаты лечения. – М. : Анкил, 2005.

7. Синявская, Т. Г., Трегубова, А. А. Проблемы статистической оценки риска в личном страховании : моногр. – Ростов н/Д : Изд-во РГЭУ (РИНХ), 2014.

8. Никулина, Н. Н., Савиных, С. И. Андеррайтинг в страховом бизнесе // Страховое дело. – 2008. – № 4. – С. 54–64.

9. Мак, Т. Математика рискового страхования : пер. с нем. – М. : Олимп-Бизнес, 2005.

10. Бауэрс, Н. [и др.]. Актуарная математика : пер. с англ. ; под ред. В. К. Малиновского. – М. : Янус-К, 2001.

11. Статистические методы анализа данных : учебник / Л. И. Ниворожкина, С. В. Арженовский, А. А. Рудяга [и др.] ; под общ. ред. Л. И. Ниворожкиной. – М. : РИОР : ИНФРА-М, 2016.

12. Бондарь, Ю. В. О содержании внутренних и внешних проблем в развитии добровольного медицинского страхования в России // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2015. – Т. 6. – № 3.

13. Ashford, J., Sowden, R. Multivariate probit analysis // Biometrics. – 1970. – № 26 (3). – P. 535–546.

14. Cappellari, L., Jenkins, S. P. Calculation of multivariate normal probabilities by simulation, with applications to maximum simulated likelihood estimation

[Electronic resource] // IZA Discussion. – 2006. – № 2112. – Mode of access : repec.iza.org/dp2112.pdf.

15. *Cappellari, L., Jenkins, S. P.* Multivariate probit regression using simulated maximum likelihood // *Stata Journal*. – 2003. – № 3. – P. 278–294. – Mode of access : <http://www.stata-journal.com/sjpdf.html?articlenum=st0101>.

16. *Balia, S., Jones, A. M.* Mortality, lifestyle and socio-economic status // University of York, Working paper. – 2004. – Oct.

17. *Gibbons, R. D., Wilcox-Gök, V.* Health service utilization and insurance coverage: a multivariate probit approach // *Journal of American Statistical Association*. – 1998. – № 93(441). – P. 63–72.

18. *Valdez, E. A., Frees, E. W.* Longitudinal modeling of Singapore motor insurance [Electronic resource] // University of New South Wales and University of Wisconsin-Madison, Working Paper. – 2005. – 28, Dec. – Mode of access : <http://www.docs.fce.unsw.edu.au/actuarial/research/papers/2006/Valdez-Frees-2005.pdf>.

19. *Young, G., Valdez, E. A., Kohn, R.* Multivariate probit models for conditional claim-types [Electronic resource]. – Mode of access : <http://www.actuaries.org/afir/colloguia/stockholm/young.pdf>.

20. *Синявская, Т. Г., Трезубова, А. А.* Оценка взаимосвязанных рисков в страховании на основе многомерных пробит-моделей // *Финансовые исследования*. – 2016. – № 3 (53). – С. 180–191.

21. Методика расчета тарифных ставок по массовым рисковым видам страхования : [утв. Распоряжением Федеральной службы Российской Федерации по надзору за страховой деятельностью № 02-03-36 от 08.07.1993].

22. Заболеваемость населения по основным классам болезней [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.gks.ru/free_doc/new_site/population/zdrav/zdr2-1.xls.

23. <http://www.hse.ru/rlms>.

24. *Синявская, Т. Г., Трезубова, А. А.* Подходы к статистической дооценке риска в личном страховании // *Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками* : материалы V Междунар. молодеж. науч.- практ. конф. – Саратов : Научная книга, 2016. – С. 275–278.

Bibliographic list

1. *Ryzhkov, O. Y., Bobrov, L. K.* Complex automation of actuarial work of the insurance company // *Vestnik of Astrakhan State Technical University*. – 2014. – № 2. – P. 98–108.

2. *Antonova, O. I., Maksimova, T. M., Ogryzko, E. V.* Methodological problems of data collection on healthcare statistics from medical and prophylactic institutions // *Statistics Questions*. – 2008. – № 12. – P. 17–21.

3. *Zemlyacheva, O. A., Merzlikina, Yu. V.* Compulsory and voluntary medical insurance in Russia // *Scientific Bulletin: finance, banks, investments*. – 2015. – № 2 (31). – P. 68–73.

4. *Sharifijanova, Z. F., Minyazeva, L. F., Muhametjanova, L. R.* Voluntary health insurance (VHI) and mandatory health insurance (MHI): a comparative analysis // *Innovative science*. – 2016. – № 5–1 (17). – P. 198–201.

5. *Grishchenko, N. B., Klevno, V. A., Mishchenko, V. V.* Voluntary medical insurance: foundations of modern practice. – Barnaul : Publishing house of Alt. University, 2001.

6. *Kagalovskaya, E. T.* Voluntary health insurance: formation of funds to pay for treatment. – M. : Ankil, 2005.

7. *Sinyavskaya, T. G., Tregubova, A. A.* Problems of statistical risk assessment in personal insurance : monograph. – Rostov-on-Don : Publishing house of RSUE (RINH), 2014.

8. *Nikulina, N. N., Savinykh, S. I.* Underwriting in insurance business // *Insurance business*. – 2008. – № 4. – P. 54–64.

9. Mack, Th. General Insurance Mathematics. – M. : Olympus Business, 2005.
10. Bowers, N. L. [etc.]. Actuarial mathematics. – M. : Yanus-K, 2001.
11. Statistical methods of data analysis : textbook / L. I. Nivorozhkina, S. V. Arzhenovskiy, A. A. Rudyaga [etc.] ; ed. by L. I. Nivorozhkina. – M. : RIOR : INFRA-M, 2016.
12. Bondar, Yu. V. On content of internal and external problems in development of voluntary medical insurance in Russia // Baikal Research Journal. – 2015. – № 3. – Vol. 6.
13. Ashford, J., Sowden, R. Multivariate probit analysis // Biometrics. – 1970. – № 26 (3). – P. 535–546.
14. Cappellari, L., Jenkins, S. P. Calculation of multivariate normal probabilities by simulation, with applications to maximum simulated likelihood estimation [Electronic resource] // IZA Discussion. – 2006. – № 2112. – Mode of access : repec.iza.org/dp2112.pdf.
15. Cappellari, L., Jenkins, S. P. Multivariate probit regression using simulated maximum likelihood // Stata Journal. – 2003. – № 3. – P. 278–294. – Mode of access : <http://www.stata-journal.com/sjpdf.html?articlenum=st0101>.
16. Balia, S., Jones, A. M. Mortality, lifestyle and socio-economic status // University of York, Working paper. – 2004. – Oct.
17. Gibbons, R. D., Wilcox-Gök, V. Health service utilization and insurance coverage: a multivariate probit approach // Journal of American Statistical Association. – 1998. – № 93 (441). – P. 63–72.
18. Valdez, E. A., Frees, E. W. Longitudinal modeling of Singapore motor insurance [Electronic resource] // University of New South Wales and University of Wisconsin-Madison, Working Paper. – 2005. – 28, Dec. – Mode of access : <http://wwwdocs.fce.unsw.edu.au/actuarial/research/papers/2006/Valdez-Frees-2005.pdf>.
19. Young, G., Valdez, E. A., Kohn, R. Multivariate probit models for conditional claim-types [Electronic resource]. – Mode of access : <http://www.actuaries.org/afir/colloguia/stockholm/young.pdf>.
20. Sinyavskaya, T. G., Tregubova, A. A. Dependent risks assessment in insurance based on multivariate probit models // Financial Research. – 2016. – № 3 (53). – P. 180–191.
21. Method of calculation of tariff charges on mass risk types of insurance : [app. by Order of Federal service of Russian Federation on supervision for an insurance activity № 02-03-36 from 08.07.1993].
22. Population morbidity on the main classes of diseases [Electronic resource]. – Mode of access : http://www.gks.ru/free_doc/new_site/population/zdrav/zdr2-1.xls.
23. <http://www.hse.ru/rlms>.
24. Sinyavskaya, T. G., Tregubova, A. A. Approaches to statistical reevaluation of risk in personal insurance // Mathematical and computer modeling in economy, insurance and risk management : materials of V International youth science conf. – Saratov : Scientific book, 2016. – P. 275–278.