**Национальный исследовательский университет**

**Высшая школа экономики**

**Отделение статистики, анализа данных и демографии факультета экономики**

**Профиль специальных дисциплин «Статистика и анализ данных»**

**Кафедра статистических методов**

##### **БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

***«Построение тарифов в автостраховании КАСКО с использованием обобщенных линейных моделей»***

**Выполнила**

**Студентка группы № 41С**

**Новикова Е.В.**

**Научный руководитель**

**к.т.н. доцент Миронкина Ю.Н.**

**Москва 2013**

**Содержание**

[Введение 3](#_Toc357171911)

[**Глава 1. Экономико-статистический анализ рынка добровольного автострахования в России 6**](#_Toc357171912)

[1.1. Добровольное автострахование как важнейший сегмент рынка страхования в России 6](#_Toc357171913)

[1.2. Анализ основополагающих показателей развития рынка КАСКО в России и их динамики 13](#_Toc357171914)

[1.3. Крупнейшие страховые компании на рынке КАСКО в России и основные показатели их деятельности 22](#_Toc357171915)

[**Глава 2. Основные подходы к расчету страховых тарифов в добровольном автостраховании 28**](#_Toc357171917)

[2.1. Структура страховых премий и основные методы расчета тарифов в добровольном автостраховании 28](#_Toc357171918)

[2.2. Статистический анализ портфеля договоров страхования КАСКО и формирование тарифных групп по базовым показателям 35](#_Toc357171919)

[2.3. Основные принципы расчета обобщенных линейных моделей как метода построения страховых тарифов в портфеле договоров КАСКО 48](#_Toc357171920)

[**Глава 3. Построение страховых тарифов в портфеле договоров автострахования КАСКО с использованием обобщенных линейных моделей 53**](#_Toc357171922)

[3.1. Расчет тарифов по страховому покрытию и возрасту автомобиля 53](#_Toc357171923)

[3.2. Обобщенная линейная модель по возрасту и стажу водителя 63](#_Toc357171924)

[3.3. Построение и анализ совокупного распределения страховых премий по всему страховому портфелю автострахования КАСКО 72](#_Toc357171925)

[Заключение 85](#_Toc357171927)

[Список литературы 88](#_Toc357171928)

[Приложения 91](#_Toc357171929)

Введение

Страхование – важная отрасль коммерческой деятельности современного экономического мира ввиду опасностей, подстерегающих людей на каждом шагу. Каждый день человек подвергается всевозможным рискам, приносящим разной степени тяжести ущерб. Частота опасностей и масштабы последствий от них прогрессивно возрастают, а также появляются новые риски, поэтому страхование крайне востребовано в развитом обществе.

Сам термин «страхование» происходит от слова «страх». Именно страх людей перед стихией, уничтожавшей посевы, дома и даже целые поселения, страх перед разбойниками и грабителями заставил людей тысячелетия назад осознать необходимость страхования.

Сейчас страховая область экономики активно развивается и расширяет свое влияние. Существуют различные виды страхования: страхование здоровья, жизни, гражданской ответственности, недвижимости, социальное, медицинское, автомобильное, авиационное, космическое и многие другие. В данной работе будет рассмотрено добровольное страхование автотранспортного средства от ущерба и угона – КАСКО.

По всему миру транспортные средства стали незаменимой частью повседневной жизни. Однако число несчастных случаев и аварий не перестает расти с каждым годом. В настоящее время почти каждый человек среднего класса может позволить себе иметь автомобиль. Но далеко не все автомобилисты страхуют машины. Это связано, прежде всего, с экономией, нежеланием лишних затрат и не достаточным доверием к страховым компаниям.

Основа страхования – это корректные актуарные расчеты страховых премий, ведь именно страховые взносы формируют базу для страховых выплат, страховые резервы. Задача любого страховщика – это сделать клиенту максимально интересное предложение, дать ему возможность максимально сэкономить, но в то же время не занизить страховые ставки из-за угрозы обанкротиться.

Это свидетельствует об *актуальности*темы выпускной квалификационной работы, а также определяет ее *практическую значимость*.

*Целью* бакалаврской работы является расчет тарифов по КАСКО в зависимости от страхового покрытия автомобиля, возраста автомобиля, а также возраста и стажа водителя c использованием обобщенных линейных моделей.

*Объект исследования* – рынок автострахования КАСКО в России.

*Предметом исследования* данной работы является совокупность показателей, характеризующих убыточность портфеля договоров страхования КАСКО и факторы, определяющие тарифообразование добровольного автосстрахования.

В соответствии с целью поставлены и решены следующие *задачи*:

* проанализировать развитие и современное состояние рынка страхования КАСКО в России;
* изучить методы построения тарифов в автостраховании; рассмотреть методологию и принципы применения обобщенных линейных моделей в актуарных расчетах;
* рассчитать с помощью обобщенных линейных моделей тарифы страхования автомобиля в зависимости от стоимости и года выпуска автомобиля; а также по возрасту и стажу водителя;
* построить совокупную тарифную сетку по всему страховому портфелю автострахования КАСКО; подвести итоги в наглядном виде.

В *первой главе* работы проведен экономико-статистический анализ рынка добровольного автострахования в России, рассмотрены основные тенденции и динамики рынка, включая страховые премии, выплаты, а также количество страховых компаний на рынке. Проведен анализ влияния продаж новых автомобилей и численности автопарка на совокупные страховые взносы компаний по сегменту КАСКО.

Во *второй главе* рассмотрены структура страхового тарифа, методы расчета тарифов. Проведен актуарный анализ страхового портфеля договоров и показано формирование тарифных групп с помощью методов дисперсионного анализа, а также обоснована статистическая значимость разбиения на группы. Рассмотрены основные принципы обобщенных линейных моделей как самого используемого метода построения тарифов в рисковом страховании.

*Третья глава* посвящена построению тарифных сеток в портфеле договоров страхования КАСКО по страховому покрытию и возрасту автомобиля и по возрасту и стажу водителя с помощью обобщенных линейных моделей. Третья глава завершается графическим представлением полученных результатов в виде распределения смоделированных страховых премий, учитывающих полученные тарифные сетки по четырем анализируемым факторам.

*Информационной базой* исследования послужил портфель договоров московской крупной страховой компании, включающий 89 195 убыточных договоров. Данный портфель содержит многие факторы, из них использованы: заявленные убытки по страховому случаю, количество страховых случаев на один договор, страховое покрытие автомобиля, возраст ТС, возраст и стаж водителя, время, прошедшее с начала действия договора до момента страхового случая.

Всего в работе использовано 53 источника, в том числе правовые документы, учебные пособия, научные труды, аналитические статьи и Интернет-ресурсы.

Статистический и эконометрический анализ в выпускной квалификационной работе проводился c использованием таких пакетов анализа, как Statistica, SPSS, Microsoft Excel и программы R.

Глава 1. Экономико-статистический анализ рынка добровольного автострахования в России

«Страхование представляет собой особый вид экономических отношений по защите имущественных интересов физических и юридических лиц при наступлении определенных событий (страховых случаев) за счет денежных фондов, формируемых из уплачиваемых ими страховых взносов – страховых премий» говорится в Законе Российской Федерации «О страховании» [11].

Истоки страхования уходят далеко в прошлое. Уже за два тысячелетия до нашей эры существовало некое подобие страхования: участники торгового каравана заранее договаривались о совместном несении убытков в случае нападения, кражи или стихийных неурядиц. Постепенно происходило обособление отдельных видов страхования. Уже к началу XVIII века отделяются три вида страхования: от падежа скота, от огня и морское страхование.

Наиболее активное развитие страхования приходится на первую половину XX века. В это время происходит монополизация страхования, накопление и концентрация страхового капитала, инвестирование страховых средств в отрасли, промышленность и сельское хозяйство.

* 1. Добровольное автострахование как важнейший сегмент рынка страхования в России

На рынке предлагается много видов страхования. Каждый вид имеет свои характерные особенности. Существуют разные подходы к классификации страховой деятельности. Большинство стран мира выделяют две разновидности страхования: страхование жизни и страхование, не связанное со страхованием жизни.

Страхование жизни – страхование, предусматривающее защиту имущественных интересов застрахованного лица, связанных с его жизнью и смертью [48].

В России Гражданским кодексом предусмотрены два типа договоров страхования: личное (куда входит страхование жизни) и имущественное. В личном страховании объект страхования – это имущественные интересы, связанные с жизнью, здоровьем, трудоспособностью и пенсионным обеспечением страхователя или застрахованного лица.

В имущественном страховании в качестве объекта страхования выступают имущественные интересы, связанные с владением, пользованием и распоряжением имущества (имущественное страхование); обязанностью возместить причиненный другим лицам вред (страхование гражданской ответственности); осуществлением предпринимательской деятельности (страхование предпринимательских рисков) [12].

На следующем рисунке представлена схема видов страхования (рис.1).

ИМУЩЕСТВЕННОЕ

Страхование жизни

Медицинское страхование

Страхование от несчастных случаев и болезней

ЛИЧНОЕ

СТРАХОВАНИЕ

Страхование имущества

Страхование гражданской ответственности

Страхование предпринимательских рисков

*Рис. 1. Схема видов страхования*

В рамках данной работы рассмотрен раздел имущественного страхование – подраздел страхования транспортных средств – добровольное страхование средств транспорта от ущерба или угона.

Первым человеком, застраховавшим свой автомобиль, был американец Трумэн Мартин. Он застраховал свою машину в компании «Travelers Insurance Company», заплатив 12,25 долларов страховой премии за 500 долларов страхового покрытия, которое распространялось на столкновение с гужевым транспортом и лошадьми [34]. В Америке автомобильное страхование начало активно развиваться только с 20 годов XX века после запуска конвейерного выпуска автомобилей Генри Фордом.

В Европу автострахование пришло ближе к 50-м годам того же века, а в России данный вид страхования не был популярен вплоть до 60-х годов ввиду малого количества автомобилей в стране. Активно развиваться отрасль автострахования в Российской Федерации начала в 1991 году. В середине 2003 года вступил в силу закон об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств (ОСАГО), а в 2004 году с увеличением продаж иномарок стало популярным добровольное автострахование (КАСКО).

Динамика развития рынка добровольного автострахования тесно связана с рынком продажи новых автомобилей. Так, при росте продаж, увеличиваются совокупные страховые взносы, а при падении – уменьшаются. На следующем графике приведена динамика продаж новых автомобилей в России с 2002 по 2012 год (рис. 2).

*Рис. 2. Динамика продаж новых автомобилей в России с 2002 по 2012 гг.*

На графике (рис. 2) заметен быстрый рост в продажах автомобилей с 2002 по 2008 год. Так, за 6 лет число продаваемых автомобилей в стране увеличилось в 22 раза. Кризис 2008 года сократил объем продаж новых автомобилей на 36%, но далее рынок восстановился и опять наблюдается рост на рынке.

Москва – самый густонаселенный город в России. Ежегодно на столичных дорогах фиксируют около 530 000 дорожно-транспортных происшествий. Данная цифра крайне велика даже для такого большого города, как Москва – это примерно по 1 450 ДТП в день, причем в сухую хорошую погоду в городе фиксируется в среднем 800 аварий в день, а в зимнее время среднее количество ДТП достигает 1 700 в день [31].

Причины аварий могут быть разнообразны, и зачастую в ДТП одна сторона бывает невиновной. Для него на рынке страхования есть категория обязательного страхования ОСАГО, которое покроет убытки в случае невиновности.

ОСАГО – обязательное страхование автогражданской ответственности владельцев транспортных средств. ОСАГО вводилось в качестве социальной меры, направленной на создание финансовых гарантий возмещения ущерба, причиненного владельцами транспортных средств [33]. Как говорит за себя название данного вида страхования, ОСАГО страхует исключительно гражданскую ответственность автовладельца. Стоит отметить, что выплаты по ОСАГО ограничены правовыми документами на невысоком уровне, т.е. при большом ущербе страховая компания виновника ДТП в любом случае не выплатит пострадавшему больше установленной суммы. Это одна из причин увеличения спроса на полисы автострахования КАСКО.

Однако в случае признания вины участника ДТП, страхование ОСАГО не действует. Именно тогда требуется защита КАСКО. Стоит отметить, что хоть этот вид автострахования обычно пишут заглавными буквами, КАСКО — это не аббревиатура, а международный термин, который обозначает какое-то транспортное средство: автомобиль, самолет или судно. В разных языках этот термин переводится по-разному. Например, в немецком языке kasko — транспортное средство; в итальянском языке casco — щит, каска, шлем; в испанском casco — борт судна [35].

Автомобильное добровольное страхование КАСКО – это страхование от рисков «ущерб» и «хищение» застрахованного автомобиля. Риск «ущерб» состоит в повреждении или уничтожении транспортного средства или его частей в результате дорожно-транспортного происшествия, которое в данном случае выступает как страховой случай. Также страховым случаем по риску «ущерб» признается пожар, взрыв, стихийное бедствие, падение инородных предметов, повреждение транспортного средства животными, а также противоправные действия третьих лиц.

Второй риск, который страхует КАСКО – это «хищение» транспортного средства. Это ситуация утраты транспортного средства и/или установленного на нем дополнительного оборудования, отдельных узлов, агрегатов и частей транспортного средства в результате кражи, грабежа, разбоя или угона.

Следует отметить, что страхование данного риска защищает страхователя даже в ситуации, когда страховой случай наступил не из-за действия третьих лиц, непредвиденных ситуаций или стихийных природных сил, но и вследствие ошибочных действий самого страхователя. Однако здесь делается оговорка: если эти действия страхователя совершены ненамеренно, без «злого» умысла.

Стоимость страховой премии по КАСКО находится в очень широком диапазоне. Данная сумма зависит от многих факторов. Каждая страховая компания устанавливает правила расчета страховой премии в зависимости от марки, года выпуска, стоимости, мощности, охранной системы (сигнализации) автомобиля; возраста и стажа водителя и других условий. Нетрудно догадаться, что чем больше вероятность страхового случая, тем более высокую ставку страхования компания установит на автомобиль. Например, во многих страховых компаниях, возраст до 22 лет и стаж вождения до 3 лет увеличивают страховую премию больше, чем в два раза. Несмотря на высокие ставки страхования для многих категорий водителей, рынок страхования КАСКО с каждым годом растет и развивается.

Следует отметить, что добровольное автострахование – самая большая отрасль рынка страхования. Доля сегмента автострахования КАСКО колеблется около 25% всего рынка страхования. В приведенной ниже таблице представлены значения по суммарным страховым взносам всего рынка и сегмента КАСКО, а также доля добровольного автострахования. Данные представлены за период с 2008 по 2012 год поквартально (табл. 1).

*Таблица 1*

*Поквартальные данные об объемах собранных премий на рынке страхования и КАСКО в частности за период 2008-2012 гг.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Взносы, тыс.руб.** | | **Доля КАСКО** |
| **Всего по рынку** | **КАСКО** |
| I кв 2008 | 149 555 792 | 31 658 758 | 21,17% |
| II кв 2008 | 90 424 726 | 28 127 207 | 31,11% |
| III кв 2008 | 154 619 336 | 41 759 929 | 27,01% |
| IV кв 2008 | 156 065 026 | 42 679 476 | 27,35% |
| I кв 2009 | 138 917 342 | 28 956 875 | 20,84% |
| II кв 2009 | 132 612 245 | 39 307 890 | 29,64% |
| III кв 2009 | 119 894 329 | 35 236 230 | 29,39% |
| IV кв 2009 | 121 752 367 | 34 079 678 | 27,99% |
| I кв 2010 | 192 387 964 | 56 713 216 | 29,48% |
| II кв 2010 | 178 599 894 | 25 851 680 | 14,47% |
| III кв 2010 | 109 186 813 | 18 404 332 | 16,86% |
| IV кв 2010 | 105 632 227 | 37 857 517 | 35,84% |
| I кв 2011 | 169 461 985 | 32 755 205 | 19,33% |
| II кв 2011 | 162 234 821 | 43 678 344 | 26,92% |
| III кв 2011 | 162 171 209 | 42 414 415 | 26,15% |
| IV кв 2011 | 169 794 953 | 45 679 732 | 26,90% |
| I кв 2012 | 213 633 588 | 38 919 769 | 18,22% |
| II кв 2012 | 198 789 284 | 51 441 568 | 25,88% |
| III кв 2012 | 195 811 170 | 51 415 081 | 23,31% |
| IV кв 2012 | 200 825 732 | 53 513 993 | 24,14% |

*Источник: Прайм страхование [40]*

Заметны сильные колебания суммарных страховых взносов в зависимости от квартала года. Сборы по КАСКО колеблются с похожей динамикой, что и суммарные страховые взносы по всему рынку. Также следует обратить внимание на порядок цифр. Данные (табл. 1) указаны в тысячах рублей, что говорит об огромном обороте страхового бизнеса. Например, в четвертом квартале 2012 года страховой бизнес получил 200,8 миллиардов рублей в качестве страховых взносов, их которых 53,5 миллиарда пришлись только на добровольное страхование автомобилей.

Для наглядности, данные по суммарным взносам всего рынка страхования и отдельного сегмента КАСКО представлены на графике (рис. 3).

*Рис. 3. Поквартальные данные об объемах собранных страховых премий КАСКО в сравнении со всем рынком страхования за 2008-2012 гг.*

По приведенному графику (рис. 3) видна нестабильность уровня собираемых страховых премий. Это, в первую очередь, связано с экономическими колебаниями, вследствие которых изменяются цены, доходы потребителей, и, конечно, доля дохода граждан, которую они готовы потратить на полис добровольного автострахования.

Также на графике (рис. 3) видно, что рынок КАСКО колеблется вместе со всем рынком страхования: все пики и спады совпадают, с небольшим смягчением в силу меньшего объема собираемых премий.

В целом, на рынок добровольного автострахования приходится около 25% всего рынка страхования. Однако, для лучшего понимания складывающейся картины, лучше рассмотреть динамику изменений доли суммарных страховых взносов КАСКО в объеме страховых премий всего рынка. Данная динамика представлена на следующем графике (рис. 4).

*Рис. 4. Поквартальная динамика доли КАСКО на рынке страхования по объемам собираемых страховых премий за период 2008-2012 гг.*

На графике видно, что значение доли взносов КАСКО во всем рынке принимает значения от 15% до 35%. Это говорит о важности данного сегмента в страховании. Сейчас большая часть страховых компаний предоставляет услуги добровольного автострахования, а многие страховщики занимаются практически только КАСКО.

* 1. Анализ основополагающих показателей развития рынка КАСКО в России и их динамики

Динамика рынка КАСКО очень сильно зависит от рынка продажи машин, от уровня доходов населения, от экономической ситуации в стране и в мире в целом и многих других факторов. В последние годы страховой рынок активно развивается, хоть количество страховых компаний стабильно падает – происходит концентрация страхового рынка.

С 2004 года число страховщиков на Российском рынке сократилось в 2,5 раза. Самое большое количество отзывов лицензий было в 2004 году: права работать на рынке лишились 233 компании, что составляло 16% всех страховщиков. В основном это сокращение происходит за счет банкротства страховых организаций, из-за отзыва лицензии или в связи с поглощением крупной компании маленькой страховой фирмы или в связи с объединением двух и более страховых организаций.

Также сокращение численности российских страховых компаний связано с ужесточением требований к минимальному размеру уставного капитала, борьбой надзорных органов и ужесточением конкуренции на рынке [30].

На протяжении 2005 года количество страховых компаний на рынке сократилось более чем на четверть. А в конце указанного года были введены правила размещения активов, принимаемых на покрытие страховых резервов, и собственных средств. За счет этого к первому кварталу 2006 года страховой рынок не досчитался пары сотен страховых компаний.

В следующей таблице приведены данные по количеству страховых компаний на рынке страхования за период с 2002 по 2012 год на конец года (табл. 2).

*Таблица 2*

*Данные по численности страховых компаний на рынке на конец года за период с 2002 по 2012 гг.*

|  |  |
| --- | --- |
| Год | Количество страховых компаний на рынке на конец года |
| 2002 | 1408 |
| 2003 | 1397 |
| 2004 | 1281 |
| 2005 | 1075 |
| 2006 | 918 |
| 2007 | 857 |
| 2008 | 770 |
| 2009 | 702 |
| 2010 | 607 |
| 2011 | 572 |
| 2012 | 484 |

*Источник: Независимый сайт о страховании в России [37]*

Весь 2006 год и половину 2007 года количество страховых организаций на рынке было практически неизменным, а после 2007 началось стабильное сокращение числа страховщиков.

За 2011 год количество страховых компаний сократилось на 7,4%, несмотря на то, что общий объем собранных премий, как и объем выплаченных возмещений, выросли.

На следующем графике представлена динамика численности страховых компаний на рынке страхования за период с 2002 по 2012 года (рис. 5).

*Рис. 5. Динамика численности страховых компаний на рынке в России на конец года за период с 2002 по 2012 гг.*

Сокращение компаний в 2011 году происходило постепенно весь год. Следует обратить внимание на банкротства таких страховых организаций, как «Ростра», «РСТ» и «Росстрах». В июне 2011 года была ограничена лицензии компании «Росстрах» (Российской национальной страховой компании) на ОСАГО, а после рассмотрения заявления о банкротстве в сентябре лицензия у страховщика была отозвана. Страховщик «Российские страховые традиции» занимал 15-е место по сборам в обязательном страховании автогражданской ответственности. Данная страховая компания объявила о самоликвидации и подала в Московский арбитражный суд заявление о банкротстве в связи с тяжелым финансовым положением и отсутствием возможности производить выплаты по своим обязательствам [32].

После череды банкротств страховых компаний, стал еще более актуальным вопрос о создании компенсационного фонда выплат по КАСКО, из которого клиенты разорившихся страховщиков могли бы получить причитающуюся им выплату по страховому случаю. В данный момент ничего подобного на рынке добровольного автострахования нет, поэтому страхователи теряют много денег в связи с банкротством их страховой организации. Данный фонд планируется создать на базе Российского союза автостраховщиков, который выплачивает деньги клиентам разорившихся компаний по ОСАГО. Фонд РСА формируется из обязательных взносов страховщиков, которые составляют 3% от страховой премии – резерв гарантии (РГ) и резерв текущих компенсационных выплат (РТКВ) [33].

Проблема создания подобного фонда на рынке КАСКО заключается в разном уровне страховых ставок у страховщиков. Компании, установившие меньшие страховые премии, будут платить меньшие взносы в фонд страхования. Поэтому формирование компенсационного фонда на рынке добровольного автострахования потребует изменения системы управления.

В докризисный период рынок добровольного страхования развивался очень активно, но финансовый кризис 2008-го года сильно изменил ситуацию. Данный кризис отразился на рынке КАСКО сильнее, чем можно было ожидать. Совокупные страховые взносы, достигшие к 2008 году 138,2 млрд. рублей, упали за год почти на 20% [40]. Динамика собираемых премий страховыми компаниями по КАСКО представлена на следующем графике (рис. 6).

По представленному графику (рис. 6) можно сделать вывод о значительном росте собираемых премий за последние 10 лет. За этот промежуток времени совокупные взносы выросли почти в 10 раз.

Также прослеживается аналогичная динамика с продажами новых автомобилей в России. Так же до 2008 года заметен подъем рынка, падение в 2009 и дальнейший рост.

*Рис. 6. Динамика совокупных страховых взносов по КАСКО за период с 2002 по 2012 гг.*

*Источник: Прайм страхование [40]*

В соответствии с данными ежеквартального исследования компании Profi Online Research «Мониторинг страхового рынка. Страховые компании», в первом полугодии 2009 года доля автовладельцев, добровольно страховавших машины по КАСКО, увеличилась до 75%. Оставшаяся четверть страхователей оформляла полисы КАСКО по условиям кредитного договора: при покупке автомобиля в кредит оформление страхования КАСКО является обязательным условием для заемщика. В докризисные годы большинство договоров страхования заключались на кредитные автомобили, так как тогда приобреталось около половины машин в кредит.

Из-за кризиса сократилось количество кредитов на автомобили: люди стали меньше верить в будущие доходы, реальные доходы населения сократились, а также кредитные организации ужесточили требования к заемщикам. Поэтому меньшее количество людей оформили кредиты, из-за чего уменьшилась доля страхования КАСКО по условиям кредитного договора и увеличилась доля добровольного страхования КАСКО [46]. В абсолютном значении, общее количество договоров по КАСКО сильно уменьшилось. По данным «Эксперт РА» отчисления по КАСКО за первое полугодие 2009 года составили 68,3 млрд. рублей по сравнению с 81,5 млрд. рублей в аналогичный период 2008 года.

По итогам 2009 года можно сказать, что большинство автовладельцев стало предпочитать надежность крупной страховой компании низким ставкам мелких компаний. Был замечен возросший поток клиентов из неблагополучных и даже просто небольших организаций в большие компании, заслужившие доверие и характеризующие надежность страховой защиты.

Если за первое полугодие 2009-го года спад рынка добровольного страхования составил 18%, то общее падение за год было в районе 25% по сравнению с 2008-м годом [52]. Но, несмотря на сокращение всего рынка КАСКО на четверть, доля рынка у лидеров страховщиков выросла. Таким образом, падение рынка добровольного страхования затронуло страховщиков непропорционально.

Первое полугодие 2010 года оказалось для всех компаний неудачным: спад присутствует как в страховых взносах, так и разнице между ними и возмещениями. Весь рынок КАСКО продемонстрировал в этот период падение сборов на 7%. Это произошло, во-первых, из-за низкого уровня продаж новых автомобилей: в целом по стране продажи новых автомобилей выросли всего на 3% в основном за счет роста продаж отечественных машин по госпрограмме утилизации старых автомобилей. Продажи иномарок, наоборот, сократились на 4%. Во-вторых, структура рынка менялась в сторону более дешевых машин.

Убыточность рынка добровольного страхования в первое полугодие 2010-го года была крайне высокой и не соответствовала необходимым требованиям прибыльности страхового бизнеса. Это можно связать с демпингом и выставлением актуарно необоснованных тарифов для привлечения клиентов.

Убыточность по рынку добровольного автострахования является самой высокой среди всех видов страхования. В 2012 году, например, совокупные выплаты по договорам страхования КАСКО составили более 125 млрд. рублей [40]. На следующем графике приведена динамика выплат страховых компаний по договорам добровольного автострахования (рис. 7).

*Рис. 7. Динамика совокупных страховых выплат по договорам КАСКО за период с 2002 по 2012 гг.*

*Источник: Прайм страхование [40]*

На представленном графике наблюдается похожие тенденции, что и у совокупных страховых взносов. Заметно, что выплаты немного уменьшились после кризиса 2008 года из-за меньшего количества заключенных договоров страхования, а далее наблюдается рост данного показателя убыточности договоров добровольного автострахования.

На протяжении 2010 года количество заключенных договоров по КАСКО росло, однако средняя премия по ним оставалась неизменной: около 36 тыс. рублей. Это говорит о снижении тарифов на страхование.

В то же время рынок ОСАГО в первом полугодии 2010-го года вырос на 9%, что говорит о росте продаж автомобилей [45]. Поэтому снижение объема рынка добровольного страхования говорит об уменьшении не только ставок страхования, но и количества заключаемых договоров по КАСКО.

В целом за 2010 год стоимость полиса добровольного автомобильного страхования выросла. Это связано не с повышением ставки страхования какой-то определенной организации, а с удорожанием автомобилей и усилением уровня концентрации. Также это может быть следствием значительного повышения цен на ремонт автомобилей.

По данным федеральной службы по финансовым рынкам, за три квартала 2010-го года объем премий по КАСКО среди 10 крупнейших компаний упал на 16%. Но по-прежнему, у десяти ведущих страховых организации сконцентрировано 68% рынка добровольного автострахования [53].

Вообще за 2011 год охват рынка КАСКО вырос с 8,6% до почти 10%. В этом году число заключенных договоров страхования возросло на 18%: в основном за счет роста числа заключенных договоров предприятиями на 21%. Премии страхования выросли так же на 18%, при этом рост премий за счет предприятий опять же составляет 21%.

Что касается страховых возмещений, то они, наоборот, показывают отрицательную динамику: уровень выплат в 2011 году сократился с 76% (в 2010 году) до 64%, а в 2009 году данный показатель равнялся 87%. Данная тенденция – признак растущего рынка автострахования, так как на растущем рынке премии опережают выплаты, а на падающем – наоборот, рост выплат больше роста премий.

В 2011 году растет количество автомобилей, купленных в кредит, доля кредитных машин увеличилась до 40%. Общие продажи легковых автомобилей выросли на 39% по сравнению с 2010 годом. Таким образом, рост рынка автомобильного страхования был вызван совокупностью роста доходов у населения и возросшей активностью банков по выдаче кредитов населению. Уровень концентрации в 2011 году даже возрос: десять крупнейших компаний удерживают 71% всего страхового автомобильного рынка.

По итогам года, как было замечено ранее, количество участников страхового рынка сократилось, но в целом год оказался успешным: объем страховых премий вырос на 24,4%, а выплат – на 15,2%.

Следующий, 2012 год, начался с изменения отчетности страховых компаний, предоставляемой Федеральной службе по финансовым рынкам. Новым параметром, по которому страховым компаниям приходится отчитываться, является информация по количеству отказов в выплате страхового возмещения. Это связано, в первую очередь, с возрастающими показателями отказов именно в рамках добровольного автострахования.

Отмечается рост рынка КАСКО на 18% за 2012 год, основной причиной чего стало обновление и рост автопарка, а также за счет популяризации добровольного автострахования и роста доверия автомобилистов к страховым компаниям.

В целом суммарное значение собранных страховых премий по КАСКО с физическими лицами выросло на 20% только за первый квартал 2013 года, составив при этом около 30 миллиардов рублей. Также выросло значение средней выплаты по добровольному автострахованию на 6,8% до 45,4 тыс. рублей. Рост общего размера выплат по автострахованию КАСКО вырос до 20,6 миллиардов рублей, т.е. составил 5,6%.

По итогам года средняя премия по договору страхования КАСКО составила 41,4 тысячи рублей (38,4 тыс. рублей для физических лиц и 59,6 тыс. рублей для юридических) [45].

Стоит заметить, что на рынок автострахования приходится наибольшее количество отказов в выплатах всего страхового рынка. Так, в 2012 году, эта доля составила 77%. Только по автострахованию, за 2012 год было оформлено 287 361 отказов в выплатах, при этом из них по КАСКО – 164 326 отказов.

Что касается 2013 года, то по итогам первого квартала, не было замечено изменения уровня продаж новых автомобилей по сравнению с прошлым годом, но при этом было замечено падение на 4% в марте. Некоторые автодилеры считают, что рынок автомобилей в России достиг своего максимума, и ждут его возможной стагнации. Если это произойдет, стагнация ударит по страховым компаниям, которые и так переживают не лучшие времена.

Но, несмотря на отсутствие роста продажи новых автомобилей, страховые премии по КАСКО не перестают расти. За первый квартал 2013 года было зафиксировано увеличение страховых премий примерно на 10% [35].

Рынок добровольного автострахования напрямую зависит от количества автомобилей у граждан страны. На следующем графике приведена численность автопарка в России по годам (рис. 8).

*Рис. 8. Динамика численности транспортного парка в России в млн. штук за период с 2002 по 2012 гг.*

*Источник: Российский союз автостраховщиков [47]*

Как было отмечено выше, совокупные собираемые страховые премии тесно связаны с рынком продажи новых автомобилей. Как показано на графике (рис. 8), численность автопарка имеет ту же динамику, что динамика изменения совокупных собираемых премий и суммарных страховых выплат по договорам автострахования КАСКО.

* 1. Крупнейшие страховые компании на рынке КАСКО в России и основные показатели их деятельности

В данном разделе представлен обзор самых крупных страховых компаний в России по добровольному страхованию за 2005 год, и ежегодно с 2009 до 2012 года. Критерием отбора и иерхизации служит показатель суммарных страховых взносов – совокупность полученных страховых премий компанией.

Как было отмечено выше, 2005 год запомнился как год большого сокращения количества страховых компаний на рынке. Уходили маленькие компании, многие страхователи оставались без выплат, вследствие чего доверие к страховым компаниям падало, а доверие к крупным компаниях росло.

Именно поэтому компании, успевшие себя зарекомендовать на рынке автострахования, резко увеличивали показатели собираемых премий. Так, компания «Ингосстрах» выросла в терминах страховых взносов примерно на 47% и стала безоговорочным лидером рынка добровольного автострахования.

Пять самых крупных страховых компаний на 2005 год указаны в следующей таблице по мере убывания показателя суммарных страховых взносов (табл. 3).

*Таблица 3*

*Пять ведущих страховых компаний по КАСКО на 2005 год*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Наименование** | **Взносы (тыс. руб.)** | **Изменение за год (%)** | **Выплаты (тыс. руб.)** | **Изменение за год (%)** |
| 1 | Ингосстрах | 24 971 159 | 47,3 | 10 374 068 | 69,9 |
| 2 | Ресо-Гарантия | 23 307 353 | 53,6 | 10 855 072 | 63,3 |
| 3 | МАКС-М | 18 739 397 | 27,7 | 18 904 652 | 37,9 |
| 4 | СОГАЗ | 14 778 563 | 35,0 | 7 964 054 | 35,5 |
| 5 | Росно-МС | 12 562 278 | 74,2 | 10 968 776 | 52,3 |

*Источник: Федеральная служба по финансовым рынкам [53]*

По итогам 2005 года «Ингосстрах» поднялся со второго места, «Ресо-Гарантия» - с 3-его места, «МАКС» - с четвертого, «СОГАС» - с шестого, а «Росно» - с десятого.

Можно обратить внимание, что страховая компания «МАКС», занимающая третье место по итогам 2005 года, находилась в минусе – ее выплаты превзошли суммарные страховые премии, что очень сильно сказалось на ее дальнейшем развитии.

Ситуация изменилась за 5 лет к 2010 году, но не радикально. По сравнению с прошлым годом, «Ингосстрах» уступил свое лидирующее положение «Росгосстраху», который был на десятой позиции, «ВСК» опустилась с третьего места на четвертое, «Уралсиб» потерял четвертое место, «Ресо-Гарантия» потеряла одну позицию, тогда как «Согласие» поднялось с девятого места. Пятерку крупнейших страховщиков в 2009 году замыкало «Альфа-страхование». По итогам 2010 года пять крупнейших страховщиков России представлены в табл. 4.

*Таблица 4*

*Пять ведущих страховых компаний по КАСКО на 2010 год*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Наименование** | **Взносы, тыс.руб.** | **Выплаты, тыс.руб.** | **Заключено договоров** | **Действовало договоров** |
| 1 | Росгосстрах | 18 721 576 | 12 836 932 | 521 837 | 534 737 |
| 2 | Ингосстрах | 18 689 160 | 16 524 800 | 347 004 | 345 995 |
| 3 | Ресо-Гарантия | 15 639 613 | 9 280 333 | 357 713 | 310 147 |
| 4 | ВСК | 9 274 655 | 5 492 090 | 213 429 | 207 726 |
| 5 | Согласие | 7 069 273 | 4 275 702 | 180 356 | 192 354 |

*Источник: Федеральная служба по финансовым рынкам [53]*

Также в десятку топ-страховщиков2010 года вошли группа «Ренессанс-страхование», «Альфа-страхование», «Росно», страховая группа «МСК», «Уралсиб». Сразу обращается внимание на тот факт, что страховая компания «МАКС», занимавшая третье место по итогам 2005 года не входит даже в десятку крупнейших страховщиков по итогам 2010 года.

В 2011 году «Ингосстрах» снова вырывается вперед и занимает лидирующее первое место, обогнав «Росгосстрах». При этом последняя компания уступила также страховой компании «Ресо-Гарантия». Пять топ-страховых компаний представлены в табл. 5.

*Таблица 5*

*Пять ведущих страховых компаний по КАСКО на 2011 год*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Наименование** | **Премии,**  **тыс.руб.** | **Выплаты, тыс.руб.** | **Заключено договоров** | **Действовало договоров** | **Уровень выплат** |
| 1. | Ингосстрах | 23 307 378 | 14 717 697 | 442 110 | 431 765 | 63,1% |
| 2. | Ресо-Гарантия | 20 936 534 | 11 355 148 | 443 107 | 402 638 | 54,2% |
| 3. | Росгосстрах | 17 202 653 | 13 494 520 | 463 583 | 447 801 | 78,4% |
| 4. | Согласие | 11 769 593 | 7 043 514 | 284 997 | 294 964 | 59,8% |
| 5. | ВСК | 10 480 218 | 7 532 110 | 242 199 | 458 700 | 71,9% |

*Источник: Федеральная служба по финансовым рынкам [53]*

Также можно отметить, что по сравнению с прошлым годом, компании «ВСК» и «Согласие» поменялись местами.

По итогам 2011 года в десятку также вошли такие страховые компании, как страховая группа «МСК», группа «Ренессанс-страхование», «Альфа-страхование», «Альянс» и «Уралсиб». Страховая компания «Росно» появилась в десятке, вытеснив страховую компанию «Альянс».

По итогам 2012 года ситуация не изменилась в первой пятерке сильнейших компаний страхового бизнеса (табл. 6).

*Таблица 6*

*Пять ведущих страховых компаний по КАСКО на 2012 год*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Страховая компания** | **Премия, тыс. руб.** | **Средняя премия, руб.** | **Выплаты, тыс. руб.** | **Средняя выплата, руб.** | **Доля отказов в выплате, %** |
| 1. | Ингосстрах | 32 220 352 | 49 608 | 18 599 363 | 38 289 | 1,60% |
| 2. | Ресо-Гарантия | 24 550 037 | 50 649 | 14 941 986 | 40 119 | 2,90% |
| 3. | Росгосстрах | 18 833 091 | 39 337 | 11 153 749 | 42 962 | 7,30% |
| 4. | Согласие | 17 508 452 | 42 091 | 11 219 863 | 46 080 | 6,10% |
| 5. | ВСК | 10 450 896 | 44 282 | 7 862 277 | 45 756 | 1,90% |

*Источник: Федеральная служба по финансовым рынкам [53]*

При этом можно отметить, что суммарные собранные премии страховых компаний возросли по сравнению с предыдущим годом у всех, кроме «ВСК». У данной компании суммарные взносы даже немного упали.

По итогам 2012 года в десятку крупнейших страховых компаний также вошли «Альфа-страхование», групп «Ренессанс-страхование», страховая группа «МСК», «Альянс» и «Уралсиб». При этом у страховой группы «МСК» показатель отказа в страховых выплатах за 2012 год составляет 21,6%, а у страховой компании «Уралсиб» - 0,1%.

За 2012 год компании «Росгосстрах» и «Ресо-Гарантия» менялись местами дважды. Доля рынка «Росгосстраха» по итогам года составила 10%, доля рынка компании «Ресо-Гарантия» - 13%, а лидер добровольного автострахования в 2012 году собрал 17% всех премий. Также за 2012 год компания «Альфа-страхование» поднималась в первом квартале на пятую строчку, однако не смогла там удержаться надолго.

Для сравнения произошедших изменений в положении лидирующих компаний за 7 лет, можно рассмотреть круговые диаграммы (рис. 9), на которых отображена доля каждой компании в собранных страховых премиях лидирующей пятерки.

*Рис. 9. Доли в объемах собранных премий пяти лидирующих компаний за 2005 и 2012 гг.*

По представленным диаграммам (рис. 9) можно заметить, что две компании – «Ингосстрах» и «Ресо-Гарантия» являются лидерами рынка, приэто «Ингосстрах» увеличил свое влияние, а доля взносов «Ресо-Гарантии» осталась примерно на том же уровне.

Стоит отметить, что на третий квартал 2012 года 74% рынка было сосредоточено «в руках» крупнейших десяти страховых компаний. В 2011 году этот показатель был на уровне 71%.

Выводы по главе

Рассмотрев динамику продаж новых автомобилей в России, можно отметить значительный рост данного показателя после упадка во время финансового кризиса 2008 года. Рынок КАСКО играет существенную роль в развитии страхования в России: четверть собираемых страховых премий в стране приходится на добровольное автострахование. Динамика собираемых премий по сегменту КАСКО повторяет динамику всего рынка.

Анализ основных показателей рынка и их динамики показывает, что количество страховых компаний на рынке с каждым годом уменьшается, что связано, в основном, с банкротством и отзывом лицензий. За 10 лет с 2002 года с рынка ушло более половины страховых компаний. Необходимо отметить, что рынок КАСКО напрямую зависит от количества купленных кредитных автомобилей в силу обязательности страхования автомобиля, купленного в кредит.

Динамика численности транспортного парка в России повторяет поведение совокупных страховых взносов, что говорит о взаимосвязи автострахования с автопарком в стране.

На рынке автострахования КАСКО растет концентрация – за 2012 год 74% всех страховых премий собирается только десяткой крупнейших компаний, при этом на рынке на 2012 год было зарегистрировано 484 компании. В 2011 году этот показатель был на уровне 71%. С 2005 года только две компании оставили лидирующие позиции в пятерке на 2012 год: «Ингосстрах» и «Ресо-Гарантия».

Динамика совокупных страховых выплат повторяет динамику страховых взносов: за последние годы убыточность по договорам КАСКО значительно возросла, что говорит о необходимости корректных актуарных расчетах страховых премий. К этому вопросу и перейдем в следующей главе.

Глава 2. Основные подходы к расчету страховых тарифов в добровольном автостраховании

С каждым годом убыточность по автострахованию растет, что связано с неспособностью страховых компаний покрывать свои убытки. Многие компании признают себя банкротами и вынуждены закрыться, у многих компаний отзывают лицензию. В свете ужесточенной конкуренции на рынке добровольного автострахования все более важной становится проблема построения адекватных, статистически и математически обоснованных тарифов.

Деятельность страховщика можно описать в виде системы вход-выход, в которой текущий капитал возрастает за счет заработанной премии и инвестиционного дохода и убывает за счет страховых выплат и операционных расходов. Существуют математические методы вычисления величины премии на основе распределения убытков. Актуарный аспект вычисления премии состоит в определении величины минимальной премии, достаточной для возмещения выплат и обеспечивающей баланс текущего капитала, при котором портфель можно считать устойчивым.

2.1. Структура страховых премий и основные методы расчета тарифов в добровольном автостраховании

Страховая премия (в актуарных расчетах «брутто-премия») – это денежная сумма, которую страхователь обязан уплатить страховщику за страховую защиту передаваемого объекта страхования от характерных рисков [48]. В добровольном автостраховании страховая премия определяется договором страхования, исходя из страхового тарифа для данного объекта страхования – страховой суммы, срока страхования и других факторов.

Страховая премия (брутто-премия) по своей структуре равна сумме нетто-премии, предназначенной для формирования страховых резервов и осуществления страховых выплат, и нагрузки, обеспечивающей поступление средств для сопровождения процесса страхования и получения прибыли страховой компанией. Нетто-премия в свою очередь состоит из рисковой премии и рисковой нагрузки.

Брутто-премия равна произведению страхового тарифа (брутто-ставки) на страховую сумму данного риска согласно договору страхования. Объём собранных страховых премий от всех функционирующих страховщиков – один из важнейших показателей состояния страхового рынка.

Структуру страхового тарифа можно представить в виде следующей общей схемы (рис. 10).

*Рис. 10. Структура страхового тарифа*

Нагрузка – это часть страховой премии, поступающая в полное распоряжение страховщика и предназначенная на финансирование самого процесса страхования и формирование прибыли. Нагрузка на ведение дела и прибыль состоит из расходов на ведение дела, куда входят организационные, аквизиционные, инкассационные, ликвидационные и административные расходы; специальные резервные фонды – резерв предупредительных мероприятий и фонд прибыли для выплаты дивидендов акционерам [4]. Как правило, нагрузка составляет фиксированный процент от брутто-премии:

А брутто-премия связанна с нетто-премий следующим соотношением:

В каждом виде страхования страховые премии рассчитываются разными методами. Как было отмечено выше, сегмент добровольного автострахования нуждается в качественном расчете страховых тарифов для минимизации растущей убыточности.

Бюльман [Bühlmann, 1985] описал вычисление премии по схеме «сверху вниз». При этом подходе сначала вычисляется премия, необходимая для портфеля в целом. Затем премия распределяется между договорами страхования некоторым «справедливым» образом. Для определения минимальной ежегодной премии используется вероятность разорения. В результате получается показательная премия, параметры которой определяются заданными максимальной допустимой вероятность разорения и начальным капиталом. Предполагая, что лицам, внесшим начальный капитал, необходимо выплачивать ежегодные дивиденды и что премия должны быть настолько малой, насколько это возможно, для того, чтобы обладать конкурентоспособностью, можно вычислить оптимальный начальный капитал.

При страховании определенного портфеля рисков создается капитал *U*, который возрастает за счет собираемых премий *c* и убывает при наступлении страховых выплат *S*. В модели разорения с дискретным временем выполняются следующие равенства [20]:

Разорение наступает, если при некотором*t*. Предполагается, что годовые суммарные выплаты независимы и имеют одинаковые сложные пуассоновские распределения. В основе данного метода лежит следующий вопрос: каковы должны быть начальный капитал и премии , чтобы с большой вероятностью не наступало разорение?

Вероятность разорения ограничена сверху величиной , где R – коэффициент Лундберга, который является корнем уравнения. Если установить верхнюю границу вероятности разорения равной , то . Следовательно, обеспечивается вероятность разорения не более , выбирая премию *c* в виде:

Коэффициент Лундберга можно интерпретировать как меру несклонности к риску: для функции полезности с коэффициентом несклонности к риску значение премии, сохраняющее полезность, равно .

Для такой премии характеристическим является следующее свойство: назначение этой премии для каждого договора соответствует «правильной» премии для *S* в целом. Если выплаты по договору *j* независимы, то [20]:

Другой принцип расчета премии, принцип дисперсии, обеспечивает аддитивность премии в том же смысле. Основанная на этом принципе премия при фиксированном параметре определяется выражением:

Увеличение коэффициента в два раза уменьшает вероятность разорения с до . Эту премию можно получить как приближение показательной премии, ограничиваясь двумя членами в разложении функции в ряд Тейлора и считая *R* малым:

При уменьшении начального капитала в два раза для сохранения неизменной вероятности разорения необходимо вдвое увеличить коэффициент рисковой надбавки.

Можно рассмотреть модель разорения с дискретным временем еще с одной стороны и ответить на следующий вопрос: каким должен быть начальный капитал *u*, если премия *c* расходуется также на ежегодные выплаты дивидендов акционерам, внесшим средства на формирование этого начального капитала? Премия по портфелю в целом, если принимать в расчет дивиденды, равна:

Капитал *u* подбирается из соображений конкурентоспособности премии, т.е. ее стараются сделать по возможности меньше. Приравнивая производную к нулю, видно, что минимум достигается при . Подставляя это в формулу для , можно обнаружить, что оптимальной является премия, вычисленная по принципу стандартного отклонения:

С ростом *i* капитал u убывает, но *iu* возрастает. В точке оптимума размер надбавки совпадает с величиной дивидендов *iu*.

Наконец, необходимо вычислить размер премии по отдельному договору страхования. Для этого нельзя использовать надбавку, пропорциональную стандартному отклонению. Поскольку сумма премий для независимых рисков не равна премии для суммы рисков, портфель при таком подходе окажется несбалансированным: при добавлении нового контракта общая премия по портфелю перестает удовлетворять необходимым требованиям. С другой стороны, премия, основанная на принципе дисперсии, является аддитивной, ровно как показательная премия и нетто-премия. Поэтому часто встречается следующая рекомендация по вычислению премии [20]:

1. Вычислить оптимальный начальный капитал для
2. Распределить суммарную премию по портфелю по отдельным рискам следующим образом:

Необходимо отметить, что при использовании принципа дисперсии в модели с дивидендами коэффициент рисковой надбавки вдвое превышает аналогичный показатель для случая, когда дивиденды не выплачиваются. Суммарные дивиденды и вклад в ожидаемый прирост капитала, необходимый для того, чтобы избежать разорения, распределяются по договорам аналогичным образом.

Существуют различные принципы расчета премий [23]:

* Принцип расчета нетто-премий: . Этот принцип также называется принципом эквивалентности; эта премия является достаточной только для риск-нейтрального страховщика.
* Принцип математического ожидания. Соответствующая премия: . Здесь рисковая надбавка равна, где – параметр.
* Принцип дисперсии. Соответствующая премия: . Рисковая надбавка здесь пропорциональна дисперсии , параметр .
* Принцип стандартного отклонения. Соответствующая премия: . Здесь также параметр
* Показательный принцип. Соответствующая премия: . Параметр называется коэффициентом несклонности к риску.

В следующих двух принципах расчета премии «параметром» является функция. Поэтому они называются группами премий.

* Принцип нулевой полезности. Соответствующая премия определяется из формулы . Функция *u(x)* для лица, принимающего решения, представляет полезность его текущего капитала плюс *х*. Так, значение *u(0)* равно полезности текущего капитала, а представляет полезность после того, как за страхование некоторого риска *Х* назначена премия . Премия, являющаяся решением уравнения равновесия полезности, называется премией нулевой полезности. Любое линейное преобразование функции *u* приводит к той же премии. Функция *u* обычно предполагается неубывающей и выпуклой вверх. Соответственно она имеет положительную убывающую предельную полезность. Выбор ведет к показательной полезности; нетто-премия получается при линейной функции *u*.
* Принцип среднего значения. Соответствующая премия . Функция *u* является выпуклой вниз возрастающей функцией. Нетто-премия и показательная премия являются частными случаями при и , .

Следующие принципы расчета премии имеют в основном теоретическое значение [23]:

* Квантильный принцип. Соответствующая премия . Вероятность потерь по договору *Х* не превышает , .
* Принцип максимального убытка. Соответствующая премия . Эта премия возникает в качестве предельного случая из других видов премий.
* Принцип Эшера. Соответствующая премия. Здесь *h* является параметром, . Эта премия совпадает с нетто-премией для риска. Можно заметить, что *Y* получается из *X* увеличением больших значений случайной величины *X* и уменьшением малых.

Желательно, чтобы рассчитанные страховые премии удовлетворяли следующим пяти основным свойствам [21]:

1. Неотрицательность рисковой надбавки: . Премия без надбавки достоверно приведет к разорению.
2. Отсутствие переоценки: . Если случайная величина X является неограниченной, то эта премия бесконечна.
3. Согласованность: при всех *c*. Если увеличить потери на постоянную величину c, то премия должна увеличиться на ту же величину. Более информативным синонимом согласованности является термин инвариантности относительно сдвигов.
4. Аддитивность: для независимых *X*, *Y*. Объединение независимых рисков в один не меняет суммарной премии.

Возможность последовательного вычисления: для всех *X*, *Y*. Для нетто-премии возможность последовательного вычисления вытекает из свойства итеративности математических ожиданий.

2.2. Статистический анализ портфеля договоров страхования КАСКО и формирование тарифных групп по базовым показателям

Перед непосредственным построением каких-либо статистических моделей необходимо проанализировать массив имеющихся данных. В первую очередь, следует исследовать зависимую переменную ущерба по договорам страхования КАСКО.

В следующей таблице приведены основные дескриптивные статистики для распределения выплат, приходящихся на один убыточный договор по портфелю договоров (табл. 7).

*Таблица 7*

*Основные описательные статистики распределения ущерба в страховом портфеле КАСКО*

|  |  |
| --- | --- |
| *Характеристика* | *Значение* |
| Среднее | 41 373 |
| Минимум | 0 |
| Максимум | 2 942 844 |
| Медиана | 20 491 |
| Дисперсия | 7 933 596 401 |
| СКО | 89 071 |
| Коэффициент вариации | 2,153 |
| Асимметрия | 10 |
| Эксцесс | 163 |

По приведенной табл. 7 видно, что разброс показателя значительный, а среднее значение сильно отличается от максимального значения показателя. Стоит отметить, что 89% значений переменной сосредоточены в интервале до 100 000 рублей.

Коэффициент вариации равен 2,153 – крайне высокое значение для портфеля договоров страхования, что говорит о большой неоднородности портфеля. В актуарных расчетах коэффициент вариации называют степенью риска. Если данный показатель превышает 0,3, говорят о большом риске портфеля.

Распределение ущерба, наступающего в одном договоре, по анализируемому портфелю договоров выглядит следующим образом (рис. 11).

*Рис. 11. Распределение ущерба, приходящегося на один договор автострахования*

Полученное распределение ущерба далеко от нормального, из-за чего для анализа портфеля не могут быть использованы классические регрессионные модели. Распределение ущерба имеет существенную правостороннюю асимметрию (что подтверждает коэффициент асимметрии *Ас*=10 из табл. 9) и длинный хвост справа, который не был показан на графике для большей информативности гистограммы. Такие особенности распределения могут быть описаны некоторыми распределениями из экспоненциального семейства [18].

Главной особенностью распределений экспоненциального семейства выделяют то, что дисперсия в таких распределениях является функцией от математического ожидания.

В актуарных расчетах чаще всего используют Гамма-распределение для описания распределения ущерба по договорам страхования. Стоит заметить, что распределение ущерба зачастую имеет Гамма-распределение, и актуарные отделы страховых компаний в своих расчетах ссылаются именно на данный закон. Это происходит потому, что Гамма-закон распределения имеет основную массу наблюдений в нескольких интервалах слева, а справа распределение представляет собой длинный хвост.

Данное распределение по исследуемому портфелю соответствует Гамма-распределению по тесту Колмогорова – Смирнова на уровне значимости 0,05. Исходя из этого факта, именно этот закон использован для моделирования обобщенных линейных моделей.

В общем виде Гамма-распределение – это двухпараметрическое семейство абсолютно непрерывных распределений с функцией плотности вероятности, имеющей вид [1]:

где Г(k) – Гамма-функция, которая выглядит следующим образом:

Гамма-функция обладает следующими свойствами:

* Константы , где - коэффициент масштаба.

Гамма-распределение обладает следующими свойствами:

* Если - независимые случайные величины, такие что то ;
* Если и - произвольная константа, то
* Гамма-распределение бесконечно делимо.

Из всех факторов, имеющих значимое влияние на случайную величину убытка на один полисо-год или ставку убытка, логично в первую очередь выбрать фактор с наиболее отчетливыми различиями реализаций этой случайной величины по классам значений. Количественно различие классов можно определить с помощью гипотезы равенства математических ожиданий нормированных годовых убытков. Тем самым задача отбора факторов сводится к проверке гипотезы равенства средних.

Самый известный способ проверки гипотезы равенства нескольких математических ожиданий – дисперсионный анализ. Известно, что одной из основных предпосылок применения дисперсионного анализа и t-теста для проверки гипотезы значимости различий средних значений уровня фактора является требование нормальности распределения зависимой переменной *Y*, которая в условиях данного исследования не выполняется.

Однако, работы российских математиков [член-корреспондент СО АН ВШ Б.Ю. Лемешко, В.М. Пономаренко], проверявших правомерность применения классического аппарата статистического анализа при нарушении предположений о нормальности [3] показали, что «даже в случае асимметричности законов распределения или распределений с «тяжелыми хвостами» степень отклонения распределения основной статистики дисперсионного анализа не существенна. Следовательно, при проверке таких гипотез можно опираться на соответствующее *F*-распределение Фишера без опасения совершить существенную ошибку».

Поэтому, несмотря на то, что распределение изучаемой величины убытков отлично от нормального, произведена проверка различий средних значений уровней всех факторов с помощью классических методов дисперсионного анализа.

Для первого потенциального тарифного фактора обозначаются через и соответственно нормированный совокупный убыток (убыток на один полисо-год или ставку убытка) и объем *i*-го класса в *j*-ом году, , .

С помощью следующих обозначений

– суммарный объем *i*-го класса за все года;

– суммарный объем всех классов за весь рассматриваемый промежуток времени;

- групповые средние ущерба,

- общее среднее значение ущерба,

можно получить аналогичное принятому в дисперсионном анализе разложение общей суммы квадратов отклонений на факторную и остаточную суммы квадратов отклонений [16]:

,

где слагаемые независимы. Введя дополнительные обозначения:

– аналог остаточной суммы квадратов отклонений в дисперсионном анализе – характеризует одинаковую для всех уровней вариацию под воздействием неучтенных факторов;

- аналог факторной суммы квадратов отклонений – характеризует изменчивость, обусловленную различиями между уровнями фактора,

можно заметить, что случайная величина имеет – распределение с степенями свободы, а случайная величина при нулевой гипотезе имеет – распределение с степенями свободы (а в противном случае имеет тенденцию принимать большие значения).

Тогда при справедливости нулевой гипотезы статистика

имеет *F*-распределение с и степенями свободы (*F*-критерий). В качестве первого тарифного фактора выбирается фактор риска, у которого *F*-критерий наиболее явно отвергает нулевую гипотезу равенства математических ожиданий логарифмированных величин убытка (значение статистики критерия максимально превышает соответствующую заданному уровню значимости квантиль *F*-распределения). Таким образом, проверяется качество разбиения показателей на группы.

Статистические исследования показывают, что наибольшее влияние на аварийность и среднюю величину ущерба оказывают [36]:

* страховое покрытие автомобиля – фактически его стоимость (чем дороже автомобиль, тем дороже его детали, тем выше стоимость ремонта автомобиля);
* возраст автомобиля (новые автомобили, как правило, находятся на гарантии, по которой в некоторых случае производят ремонт автомобиля, не обращаясь в страховую компанию; к тому же при увеличении возраста автомобиля возникает все большее количество проблем, так как у каждого аппарата есть свой срок годности);
* возраст водителя (исследования показывают, что молодые водители менее аккуратны на дорогах и попадают в большее количество аварий);
* стаж водителя (водители с большим стажем опытнее, поэтому ведут себя на дорогах гораздо менее опасно, а иногда водителям с маленьким стажем вождения элементарно не хватает опыта, чтобы избежать столкновения).

При этом первые два фактора непосредственно влияют на величину причиняемого автомобилю ущерба, а последние два связаны с аварийностью – количеством страховых случаев и частотой попадания в аварию. Исходя из этих соображений, в рамках проводимого анализа рассмотрены взаимосвязи ущерба со страховым покрытием и возрастом автомобиля, и частоты наступления страхового случая с возрастом и стажем водителя.

Данные по четырем выбранным факторам разбиты на группы исходя из общепринятого деления в российских страховых компаниях [49]. А далее проверяется статистическая значимость разбиения на группы путем проверки гипотезы о незначимости с помощью *F*-критерия Фишера.

Итак, данные по страховому покрытию разбиты на 18 групп; данные по возрасту автомобиля – на 8 групп. Данные по возрасту водителя объединены в 9 групп, а данные по стажу водителя – в 6 групп.

Правило отнесения определенных автомобилей по группам в зависимости от страхового покрытия выглядит следующим образом (табл. 8).

*Таблица 8*

*Правило отнесения в группы - страховое покрытие ТС*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | Обозначение | Страховая сумма (руб.) | |
| От | До |
| 1 | Cov01 | 100 000 | 200 000 |
| 2 | Cov02 | 200 000 | 300 000 |
| 3 | Cov03 | 300 000 | 400 000 |
| 4 | Cov04 | 400 000 | 500 000 |
| 5 | Cov05 | 500 000 | 600 000 |
| 6 | Cov06 | 600 000 | 700 000 |
| 7 | Cov07 | 700 000 | 800 000 |
| 8 | Cov08 | 800 000 | 900 000 |
| 9 | Cov09 | 900 000 | 1 000 000 |
| 10 | Cov10 | 1 000 000 | 1 100 000 |
| 11 | Cov11 | 1 100 000 | 1 200 000 |
| 12 | Cov12 | 1 200 000 | 1 300 000 |
| 13 | Cov13 | 1 300 000 | 1 400 000 |
| 14 | Cov14 | 1 400 000 | 1 500 000 |
| 15 | Cov15 | 1 500 000 | 1 600 000 |
| 16 | Cov16 | 1 600 000 | 1 700 000 |
| 17 | Cov17 | 1 700 000 | 1 800 000 |
| 18 | Cov18 | 1 800 000 | 3 000 000 |

Каждая группа разбиения по страховому покрытию охватывает интервал покрытия в 100 тысяч рублей. Последняя, 18 группа содержит в себе все автомобили от 1,8 до 3 млн. рублей. Последняя группа включает в себя весь правый хвост распределения: основное количество застрахованных автомобилей находится до 1,8 млн. рублей, поэтому в последнюю группу попало небольшой количество автомобилей с большими страховыми суммами.

Здесь следует обратить внимание, что автомобили со страховым покрытием свыше 3 миллионов рублей исключены из рассмотрения, так как такие автомобили попадают в разряд «дорогих», и, соответственно, к ним применяются не стандартные методы расчета премий, а индивидуальный подход в каждом отдельном случае.

Разбиение на группы по страховому покрытию статистически значимо по *F*-критерию Фишера на уровне значимости гораздо меньше 0,05 (значение статистики *F* наблюдаемого равно 57,3). Средние уровни ущерба по группам страхового покрытия представлены на графике (рис. 12).



*Рис. 12. Уровни ряда ущерба для групп по страховому покрытию*

Видны сильные отличия в уровнях ряда. Соседние группы отличаются не так сильно, но если сравнивать не соседние группы, то различия существенные. Доверительные интервалы для ущерба по группам страхового покрытия практически не пересекаются, что еще раз подтверждает высокое качество разбиения фактора на группы.

Правило отнесения по возрасту транспортного средства представлено в виде таблицы (табл. 9).

*Таблица 9*

*Правило отнесения в группы - возраст ТС*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение | Номер группы | Возраст ТС (полных лет) |
| CarAge01 | 1 | 0 |
| CarAge02 | 2 | 1 |
| CarAge03 | 3 | 2 |
| CarAge04 | 4 | 3 |
| CarAge05 | 5 | 4 |
| CarAge06 | 6 | 5 |
| CarAge07 | 7 | 6 |
| CarAge08 | 8 | от 7 до 10 |

На следующем графике приведены различия в средних уровнях ряда по данному разбиению (рис. 13).



*Рис. 13. Уровни ряда ущерба для групп по возрасту ТС*

Данное разбиение также оказалось значимым на уровне значимости менее 0,05: *F*-статистика, равная 9,22, превышает критическое значение. На представленном графике (рис. 13) видны различия в уровнях ряда ущерба.

В зависимости от возраста водителя, выделено 9 групп, распределение по группам представлено ниже (табл. 10).

*Таблица 10*

*Правило отнесения в группы – возраст водителя*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение | Номер группы | Возраст (полных лет) |
| Age01 | 1 | 18 - 19 |
| Age02 | 2 | 20 - 22 |
| Age03 | 3 | 23 - 24 |
| Age04 | 4 | 25 - 27 |
| Age05 | 5 | 28 - 30 |
| Age06 | 6 | 31 - 35 |
| Age07 | 7 | 36 - 43 |
| Age08 | 8 | 44 - 57 |
| Age09 | 9 | 58 и более |

Первые две возрастные группы включают в себя самых молодых водителей, для которых среднестатистические страховые тарифы существенно выше, чем для других групп водителей.

Разбиение значимо на уровне значимости гораздо меньше 0,05 (значение *F* наблюдаемого = 57,3, что значительно превосходит критическое значение).

**

*Рис. 14. Уровни ряда распределения количества страховых случаев по возрастным группам*

Уровни ряда (рис. 14) значительно различаются для разных групп переменной возраста водителя. Также заметена отрицательная зависимость средних уровней убытков по договорам от возраста водителя – при увеличении возраста, водители характеризуются более низкими средними значениями частоты наступления страхового случая.

В делении водителей на группы по стажу первые две группы водителей также считаются неопытными с большой вероятностью наступления страхового случая и, соответственно, высокими тарифами.

Разбиение автовладельцев по опыту вождения представлено в следующей таблице (табл. 11).

*Таблица 11*

*Правило отнесения в группы - опыт вождения*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначения | Номер группы | Стаж вождения (полных лет) |
| Exp01 | 1 | 0 - 1 |
| Exp02 | 2 | 2 - 3 |
| Exp03 | 3 | 4 - 7 |
| Exp04 | 4 | 8 - 12 |
| Exp05 | 5 | 13 - 18 |
| Exp06 | 6 | 19 и более |

Далее представлен график со средними уровнями ряда для стажа водителя (рис. 15). По приведенному графику можно судить о значимых различиях в уровнях ряда. Тест на значимость различий в средних уровнях ряда подтверждает это предположение на уровне значимости гораздо меньше 0,05. В данном случае значение *F*-статистики равно 51,583.

Также на графике (рис. 15) видно, что доверительные интервалы для оценок средних уровней фактора практически не пересекаются, что крайне важно для последующего анализа и качества получаемой модели.



*Рис. 15. Уровни ряда распределения количества страховых случаев по группам водительского стажа*

Разбиения на группы всех четырех факторов оказались значимыми на уровне значимости гораздо меньше 0,05. Как было отмечено выше, в силу ненормальности распределения зависимой переменной, затруднительно точно назвать уровень значимости, однако с учетом значительного превосходства наблюдаемых статистик над значимыми, делается вывод о значимости всех разбиений, по крайней мере, на уровне значимости 0,05.

Для более глубокого анализа значимости разбиения на группы, можно сравнить отдельно средние уровни ряда в каждой паре групп. Это можно сделать с помощью однофакторного комплекса дисперсионного анализа (чтобы найти дисперсию, не описанную различиями в уровнях – Qост), а далее рассчитать наблюдаемые *t* – статистики по формуле:

где и - средние значения переменной ущерба в соответствующих группах, - остаточная дисперсия, – совокупное количество наблюдений по всем группам, - количество групп фактора, и – количества наблюдений в соответствующих группах.

Остаточная дисперсия посчитана с помощью однофакторной дисперсионного анализа в Microsoft Excel и составила 706 998 444 032 108. Данные по количеству наблюдений в группах, а также средние уровни ряда представлены ниже (табл. 12).

*Таблица 12*

*Данные по количеству наблюдений и средним уровням ряда в отдельных группах возраста автомобиля*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Группы | Количество | Среднее |
| CarAge01 | 26404 | 38881,9 |
| CarAge02 | 21785 | 40731,2 |
| CarAge03 | 16431 | 41957,2 |
| CarAge04 | 13639 | 42492,2 |
| CarAge05 | 5557 | 43291 |
| CarAge06 | 2706 | 48418,3 |
| CarAge07 | 1378 | 53874,2 |
| CarAge08 | 1292 | 47546,1 |

Полученные значения статистики по модулю сравниваются с критическим значением *t*-статистики Стьюдента на уровне значимости 0,05 (в данном случае: 1,96). В случае, если модуль наблюдаемой статистики больше критического значения, гипотеза о незначимости различий в уровнях ряда отвергается, а различия признаются значимыми.

Рассчитанные значения статистики представлены ниже (табл. 13).

*Таблица 13*

*Наблюдаемые значения t-статистики для проверки гипотезы о незначимости различий средних уровней ряда для двух групп фактора возраста автомобиля*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | Номер группы по возрасту автомобиля | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Номер группы по возрасту автомобиля | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | **-2,269** |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | **-3,476** | -1,333 |  |  |  |  |  |  |
| 4 | **-3,845** | *-1,811* | -0,519 |  |  |  |  |  |
| 5 | **-3,355** | *-1,913* | -0,965 | -0,564 |  |  |  |  |
| 6 | **-5,306** | **-4,236** | **-3,498** | **-3,163** | **-2,457** |  |  |  |
| 7 | **-6,094** | **-5,314** | **-4,772** | **-4,522** | **-3,950** | *-1,852* |  |  |
| 8 | **-3,415** | **-2,673** | **-2,172** | *-1,950* | -1,547 | 0,290 | *1,835* |  |

Полужирным шрифтом выделены значения статистики, по модулю превышающие критическое на уровне значимости 0,05. Соответствующие пары групп имеют статистически значимые различия в уровнях ряда ущерба. Курсивом выделены значения, превышающие по модулю критическое значение на уровне значимости 0,1. Соответствующие пары групп имеют существенные отличия на уровне значимости 0,1. Что касается оставшихся значений (их 4 штуки) – соответствующие группы не имеют статистически значимых отличий (по крайней мере, на уровне значимости менее 0,1).

В целом, большинство пар групп по возрасту автомобиля имеют статистически значимые различия в средних уровнях ряда, что указывает на хорошее качество разбиения данных на группы, а незначительные различия наблюдаются только в некоторых соседних группах.

2.3. Основные принципы расчета обобщенных линейных моделей как метода построения страховых тарифов в портфеле договоров КАСКО

В эконометрике из статистических процедур чаще других используется множественная линейная регрессия. В статистических задачах актуарной математики возникают ситуации, которые не всегда вписываются в эти рамки. Линейная регрессия подразумевает нормально распределенные возмущения с постоянным разбросом вокруг среднего, которое является линейной функцией вспомогательных переменных.

В актуарных приложениях симметричная нормально распределенная случайная величина с постоянной дисперсией не может служить правильным описанием ситуации. В этих задачах хорошей моделью обычно является распределение Пуассона, если выполняются предположения о пуассоновском процессе. Для таких случайных величин среднее значение и дисперсия совпадают, однако на практике дисперсия обычно превышает среднее значение. Распределение, описывающее размер ущерба, должно иметь тяжелый хвост справа. Моделируемые явления редко бывают аддитивными относительно вспомогательных переменных. Более подходящей представляется мультипликативная модель [20].

Указанные выше сложности можно разрешить, работая не с обычными, а с Обобщенными Линейными Моделями (англ.: Generalised Linear Models). Начало развития теории обобщенной линейной модели было положено еще при зарождении самой математики, однако появление теории алгебраических инвариантов в 1800 годах позволило создать обобщенную линейную модель такой, какая она представлена в литературе сейчас.

Большинство европейских страховых компаний используют обобщенные линейные модели для анализа портфелей. Эти модели используются в Италии, Голландии, Испании, Португалии, Бельгии, Швейцарии, Южной Африке, Израиле, Австралии и в скандинавских странах. Метод становится популярен в Канаде, Японии, Корее, Бразилии, Сингапуре, Малайзии и странах восточной Европы.

Обобщенные линейные модели были сформулированы Джоном Нелдера и Робертом Веддерберном как способ объединения различных других статистических моделей, в том числе линейной регрессии, логистической регрессии и регрессии Пуассона [29].

Обобщение в рассматриваемых моделях производится в двух направлениях. Во-первых, допускается не только нормальное распределение случайных отклонений от среднего. Можно выбрать произвольное распределение из экспоненциального семейства, в которое, кроме нормального распределения, входят также распределение Пуассона, (отрицательное) биномиальное распределение, Гамма-распределение и обратное нормальное распределение. Во-вторых, среднее значение случайной величины не обязано быть линейной функцией средних значений объясняющих переменных, достаточно линейности в некотором масштабе [28].

Таким образом, основными преимуществами обобщенных линейных моделей по сравнению с традиционными методами являются следующие особенности анализа:

* возможность учёта сложных видов взаимодействия между факторами;
* большой выбор вида функции зависимости;
* отсутствие требований о нормальности распределения переменной отклика;
* статистическое измерение эффекта влияния различных факторов на наблюдаемую величину;
* получение информации о достоверности результатов построенной модели.

Обобщенные линейные модели содержат следующие три компоненты [24]:

1. Стохастическая компонента: наблюдения считаются независимыми случайными величинами плотности которых принадлежат показательному дисперсионному семейству.
2. Систематическая компонента модели связывает с каждым наблюдением линейный предиктор который является линейным по параметрам
3. Среднее значение для связано с линейным предиктором функцией связи,

Связь в обобщенной линейной модели предполагает вид:

где *g* –какая-то определенная функция, а – остатки модели, или ошибка предсказания. При этом функция, обратная к *g(X)*, называется функцией связи.

В матричной форме уравнение модели можно записать в следующем виде:

В зависимости от предполагаемого распределения, можно выбрать различные функции связи [22]. Для нормального распределения, Гамма-распределения, обратного нормального распределения и распределения Пуассона представлены следующие функции связи:

1. Тождественная связь: ;
2. Логарифмическая связь: ;
3. Степенная связь: для заданного .

Для биномиального распределения и порядкового полиномиального распределения существуют следующие функции связи:

1. Логит-связь: ;
2. Пробит-связь: , где – обратная функция стандартной нормальной кумулятивной функции распределения;
3. Лог-лог связь:
4. Дополнительная лог-лог связь: .

Для полиномиального распределения функцией связи служит обобщенная логит-связь: , где модель имеет категории.

Параметры обобщенной линейной модели , а также параметр масштаба оцениваются с помощью метода максимального правдоподобия, в котором используется итеративная процедура. Существует множество итеративных методов оценивания методом максимального правдоподобия, среди которых наиболее часто используемыми следует признать методы Ньютона-Рапсона и Фишера (или итеративный взвешенный метод наименьших квадратов) [26].

В силу того, что рассматриваемый фактор ущерба имеет Гамма-распределение, выбирается логарифмическая функция связи:

Тогда модель можно записать в следующем виде:

или

Выводы по главе

Суть расчета страховых тарифов состоит в определении минимальной ставки, достаточной для возмещения выплат. При этом некоторые договора остаются безубыточными, т.е. по ним платится премия страховой компании, но последняя не производит выплаты. Некоторым же страхователям выплачивается страховое возмещение суммой, достигающей страховое покрытие. В связи с этим, в рисковом страховании крайне важно определить такие страховые премии, которые смогут покрыть неизвестные на момент получения премии убытки.

Первичный анализ данных по ущербу в портфеле договоров автострахования крупной страховой компании показал неоднородность страхового портфеля, существенную правостороннюю асимметрию распределения ущерба по договору страхования КАСКО и наличие у распределения тяжелого правого хвоста. Проверка на соответствие Гамма-распределению показала, что его можно использовать далее при построении моделей для расчета тарифных сеток в третьей главе, что предпочтительно в актуарных моделях такого рода.

Далее дано обоснование выбранных для анализа факторов, влияющих на убыточность и суммы ущерба по договорам страхования. По выбранным факторам проведено разделение на группы и проверено их статистическая значимость с помощью F-критерия Фишера. Все разбиения оказались значимыми на уровне значимости гораздо меньше 0,05, что говорит о приемлемом качестве разбиения. По графикам средних уровней зависимой переменной замечено, что во всех разделениях на группы интервальные оценки среднего уровня практически не пересекаются.

В качестве одного из ведущих методов построения тарифов в рисковом страховании рассмотрены обобщенные линейные модели, их главные преимущества в актуарном анализе. В аналитическом виде представлена модель с Гамма-распределением зависимой переменной и логарифмической функцией связи. Рассмотренная модель далее будет использована в третьей главе для построения страховых тарифов.

Глава 3. Построение страховых тарифов в портфеле договоров автострахования КАСКО с использованием обобщенных линейных моделей

В данной главе представлено практическое применение обобщенных линейных моделей в актуарных расчетах. Анализ производился на основе данных портфеля договоров страхования КАСКО крупной московской страховой компании.

3.1. Расчет тарифов по страховому покрытию и возрасту автомобиля

Рассчитаем тарифные ставки для добровольного автострахования с помощью моделирования средних выплат страховой компании страхователю, исходя из информации по заявленным убыткам страхователей. Фрагмент из таблицы исходных данных представлен в Приложении 1.

Как было замечено ранее, ущерб, причиненный транспортному средству в результате аварии коррелирует с возрастом и страховым покрытием автомобиля. Поэтому именно по этим двум факторам строится тарифная сетка.

По исследуемому портфелю договоров автострахования рассмотрены средние убытки по каждой группе в зависимости от страхового покрытия и возраста автомобиля. Для расчета средних убытков необходимо знать, сколько страховых случаев произошло в каждой конкретной группе. Данная статистика приведена в следующей таблице (табл. 14).

Средние убытки в портфеле договоров рассчитаны как совокупные убытки по группе, деленные на количество страховых случаев всего в этой группе. По представленной таблице (табл. 14) можно заметить, что максимальное количество страховых случаев произошло в первой группе по возрасту ТС и в шестой группе по страховому покрытию, т.е. в группе новых автомобилей со страховым покрытием от 600 до 700 тыс. рублей.

*Таблица 14*

*Кол-во страховых случаев по группам страхового покрытия и возраста ТС*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | Группы по возрасту ТС | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Группы по страховому покрытию ТС | 1 | 77 | 106 | 193 | 205 | 118 | 51 | 30 | 26 |
| 2 | 260 | 284 | 382 | 301 | 211 | 108 | 46 | 87 |
| 3 | 972 | 917 | 975 | 801 | 456 | 192 | 59 | 110 |
| 4 | 2350 | 2541 | 2278 | 1653 | 538 | 209 | 104 | 147 |
| 5 | 4413 | 4165 | 2373 | 1466 | 459 | 224 | 127 | 135 |
| 6 | 4814 | 3368 | 1229 | 818 | 440 | 187 | 70 | 94 |
| 7 | 3106 | 1635 | 1123 | 1161 | 489 | 188 | 144 | 129 |
| 8 | 1577 | 1221 | 1105 | 1131 | 333 | 197 | 170 | 167 |
| 9 | 1228 | 1363 | 1287 | 1081 | 340 | 261 | 118 | 109 |
| 10 | 1390 | 1194 | 867 | 643 | 330 | 189 | 120 | 57 |
| 11 | 1573 | 1129 | 770 | 677 | 337 | 171 | 73 | 60 |
| 12 | 1343 | 767 | 640 | 735 | 325 | 166 | 108 | 64 |
| 13 | 834 | 558 | 509 | 622 | 174 | 171 | 64 | 21 |
| 14 | 464 | 438 | 463 | 395 | 168 | 86 | 20 | 14 |
| 15 | 315 | 357 | 443 | 370 | 205 | 129 | 56 | 15 |
| 16 | 275 | 268 | 256 | 248 | 128 | 39 | 16 | 20 |
| 17 | 275 | 166 | 181 | 194 | 101 | 33 | 11 | 13 |
| 18 | 1138 | 1309 | 1357 | 1140 | 405 | 105 | 42 | 24 |

Минимальное количество страховых случаев приходится на группу шестилетних автомобилей со страховым покрытием от 1,7 до 1,8 млн. рублей.

Средние убытки по группам возраста и страхового покрытия автомобиля приведены в табл.15.

Можно обратить внимание, что минимальное значение среднего ущерба (16 628 рублей) соответствует первой группе по страховому покрытию и второй группе по возрасту автомобиля, т.е. для автомобилей со страховым покрытием от 100 до 200 тысяч рублей, и которые находятся в эксплуатации один год.

Максимальное значение среднего ущерба (177 717 рублей) относится к последней группе по возрасту автомобиля и предпоследней группе по страховому покрытию. Это автомобили возраста от 7 до 10 лет и со страховым покрытием от 1,7 до 1,8 млн. рублей.

*Таблица 15*

*Исходные средние выплаты по классам страхового покрытия и возраста ТС*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | Группы по возрасту ТС | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Группы по страховому покрытию ТС | 1 | 17 749 | 16 628 | 18 236 | 20 363 | 17 240 | 19 320 | 26 391 | 27 003 |
| 2 | 20 236 | 27 213 | 21 214 | 23 911 | 26 027 | 21 993 | 30 091 | 24 780 |
| 3 | 32 461 | 28 971 | 32 707 | 26 050 | 29 254 | 24 410 | 22 310 | 28 514 |
| 4 | 31 827 | 35 196 | 33 316 | 32 647 | 31 903 | 30 881 | 36 281 | 32 924 |
| 5 | 34 878 | 34 792 | 33 178 | 36 020 | 31 119 | 37 667 | 37 851 | 32 085 |
| 6 | 35 001 | 36 190 | 37 480 | 39 880 | 38 586 | 28 056 | 62 280 | 35 938 |
| 7 | 37 732 | 41 271 | 43 293 | 39 548 | 35 061 | 36 463 | 50 148 | 58 073 |
| 8 | 40 691 | 41 637 | 42 770 | 38 504 | 36 204 | 47 689 | 55 158 | 52 012 |
| 9 | 39 867 | 47 112 | 46 173 | 45 416 | 50 755 | 45 000 | 48 029 | 46 382 |
| 10 | 40 183 | 43 955 | 46 760 | 43 652 | 44 484 | 35 130 | 49 551 | 81 415 |
| 11 | 43 286 | 45 980 | 55 869 | 44 105 | 52 784 | 55 954 | 61 402 | 52 343 |
| 12 | 46 974 | 49 547 | 45 426 | 60 202 | 48 815 | 55 750 | 67 332 | 50 331 |
| 13 | 46 193 | 52 382 | 51 290 | 50 676 | 53 653 | 71 052 | 73 098 | 72 942 |
| 14 | 54 877 | 50 156 | 59 206 | 46 598 | 57 138 | 53 001 | 153 678 | 25 618 |
| 15 | 60 792 | 50 276 | 52 001 | 51 151 | 55 047 | 85 856 | 88 796 | 48 312 |
| 16 | 48 113 | 51 947 | 68 420 | 58 462 | 59 919 | 106 965 | 36 197 | 83 596 |
| 17 | 40 277 | 56 276 | 46 943 | 51 905 | 57 638 | 96 881 | 88 578 | 177 717 |
| 18 | 58 395 | 59 361 | 55 044 | 64 537 | 80 928 | 135 482 | 84 823 | 168 864 |

Так как портфель договоров страхования неоднородный, среди значений среднего ущерба нет четкой взаимосвязи или тренда. Также попадаются аномальные значения, говорящие о серьезном страховом случае с большими выплатами, нехарактерными для этой группы автомобилей.

На основании значений среднего ущерба построена обобщенная линейная модель с помощью статистического приложения R, для которого данные по среднему ущербу в группах записаны в специальном виде с использованием макроса Microsoft Excel (макрос представлен в Приложении 2). При построении модели зависимой переменной был средний убыток по одному договору страхования по группам, в качестве весов выступало количество страховых случаев в группе. Модель строилась в предположении о Гамма-распределении зависимой переменной и логарифмической функции связи.

Результат расчетов программы R выглядит следующим образом (табл. 16).

*Таблица 16*

*Результаты модели из R для групп по страховому покрытию и возрасту ТС*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Обозначение | Коэффициенты *ai bj* при  *Covi и CarAgej* | Стандартная ошибка | *t*-статистика | Уровень значимости |
|  | Константа | | 11,2169 | 0,07957 | 140,967 | < 2e-16 |
| Группы по страховому покрытию ТС | 1 | Cov01 | -1,21668 | 0,09678 | -12,572 | < 2e-16 |
| 2 | Cov02 | -0,995 | 0,07159 | -13,898 | < 2e-16 |
| 3 | Cov03 | -0,74761 | 0,05158 | -14,494 | < 2e-16 |
| 4 | Cov04 | -0,63449 | 0,04314 | -14,709 | < 2e-16 |
| 5 | Cov05 | -0,58752 | 0,04118 | -14,267 | < 2e-16 |
| 6 | Cov06 | -0,53691 | 0,04265 | -12,589 | < 2e-16 |
| 7 | Cov07 | -0,44895 | 0,04506 | -9,964 | < 2e-16 |
| 8 | Cov08 | -0,41884 | 0,04808 | -8,712 | 2,06е-14 |
| 9 | Cov09 | -0,33454 | 0,04826 | -6,932 | 2,29е-10 |
| 10 | Cov10 | -0,36675 | 0,05069 | -7,235 | 4,93е-11 |
| 11 | Cov11 | 0,27591 | 0,05071 | -5,441 | 2,87е-07 |
| 12 | Cov12 | -0,21625 | 0,05277 | -4,098 | е-05 |
| 13 | Cov13 | -0,19657 | 0,05851 | -3,36 | 0,00105 |
| 14 | Cov14 | -0,15064 | 0,06632 | -2,271 | 0,02492 |
| 15 | Cov15 | -0,1169 | 0,06838 | -1,71 | 0,08995 |
| 16 | Cov16 | -0,0737 | 0,08029 | -0,918 | 0,09588 |
| 17 | Cov17 | -0,18487 | 0,0891 | -2,075 | 0,04015 |
| Группы по  возрасту ТС | 1 | CarAge01 | -0,2162 | 0,07328 | -2,95 | 0,00382 |
| 2 | CarAge02 | -0,16771 | 0,07362 | -2,278 | 0,02450 |
| 3 | CarAge03 | -0,16094 | 0,07442 | -2,169 | 0,03208 |
| 4 | CarAge04 | -0,17218 | 0,07474 | -2,304 | 0,02297 |
| 5 | CarAge05 | -0,15525 | 0,07927 | -1,959 | 0,04251 |
| 6 | CarAge06 | -0,07784 | 0,08679 | -0,897 | 0,05251 |
| 7 | CarAge07 | 0,06741 | 0,09933 | 0,679 | 0,25874 |

Стоит обратить внимание на тот факт, что в таблице указаны только 17 групп по страховому покрытию и 7 по возрасту автомобиля. Это связано с тем, что переменные в данной модели носят характер фиктивных, поэтому рассматривается на одну меньше переменную.

Видно, что только один коэффициент не значим – для седьмой группы по возрасту ТС, все остальные коэффициенты значимы на определенном уровне значимости. В общем виде, исходная полученная модель может быть записана в следующем виде:

Полученные коэффициенты требуют некоторой доработки, чтобы быть использованными в расчете премий страховыми компаниями. Во-первых, для удобства дальнейших расчетов, следует представить полученную модель как произведение экспонент отдельных коэффициентов и посчитать значения членов уравнения. Тогда, при расчете премий не придется возводить экспоненту в степень значения коэффициента.

Во-вторых, страховые ставки должны возрастать с увеличением страхового покрытия и с увеличением возраста автомобиля. Поэтому коэффициенты стандартизуются по первому коэффициенту (делятся все на первый коэффициент). В этом случае первый коэффициент равен единице, а остальные показывают отличие от первого коэффициента. Таким образом, первая группа по страховому покрытию и возрасту автомобиля выступает в качестве эталона для дальнейших расчетов.

В результате стандартизации коэффициентов, нарушается равенство в модели. Поэтому свободный член уравнения – константу – требуется умножить на два коэффициента. Таким образом, сохраняется равенство в уравнении в силу того, что коэффициенты входят в модель мультипликативно, и выполненные операции считаются статистически допустимыми.

Так как цель исследования – построить практически применимые тарифные сетки, необходимо сгладить случайные колебания тарифов, поэтому по полученным значимым коэффициентам строится регрессия, по которой все коэффициенты линейно выравниваются. График распределения коэффициентов по страховому покрытию и построенная регрессия выглядит следующим образом (рис. 16).

*Рис. 16. Коэффициенты модели по группам страхового покрытия ТС*

На приведенном графике (рис. 16) видны незначительные отклонения от линейной регрессии. Однако, незначительность этих колебаний говорит о хорошем качестве построенной модели.

Аналогичное распределение коэффициентов модели для групп по возрасту автомобиля приведено далее (рис. 17).

Регрессия в данном случае построена на семи коэффициентах, не считая коэффициента по последней группе, так как он не значим. Несмотря на это, последний коэффициент в точности лежит на регрессионной прямой. Данные коэффициенты также незначительно разбросаны.

Выполнив все необходимые вышеописанные операции, получены окончательные коэффициенты модели, приведенные в табл. 17 вместе с промежуточными расчетами.

*Таблица 17*

*Промежуточные расчеты коэффициентов модели по группам страхового покрытия и возраста ТС*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | Обозначение | Коэффициенты *ai bj* при  *Covi и CarAgej* | Коэффи-циенты | Стандарти-зованный коэффицент | Смодели-рованный коэффициент |
| Константа | 11,2169 | 74376,8 | 17747,9 | 17747,9 |
| Группа по страховому покрытию ТС | 1 | Cov01 | -1,2167 | 0,2962 | 1 | 1,2925 |
| 2 | Cov02 | -0,995 | 0,3697 | 1,2482 | 1,4155 |
| 3 | Cov03 | -0,7476 | 0,4735 | 1,5985 | 1,5385 |
| 4 | Cov04 | -0,6345 | 0,5302 | 1,79 | 1,6615 |
| 5 | Cov05 | -0,5875 | 0,5557 | 1,876 | 1,7845 |
| 6 | Cov06 | -0,5369 | 0,5846 | 1,9734 | 1,9075 |
| 7 | Cov07 | -0,449 | 0,6383 | 2,1549 | 2,0305 |
| 8 | Cov08 | -0,4188 | 0,6578 | 2,2207 | 2,1535 |
| 9 | Cov09 | -0,3345 | 0,7157 | 2,4161 | 2,2765 |
| 10 | Cov10 | -0,3668 | 0,693 | 2,3395 | 2,3995 |
| 11 | Cov11 | 0,2759 | 1,3177 | 2,51 | 2,5225 |
| 12 | Cov12 | -0,2163 | 0,8055 | 2,7195 | 2,6455 |
| 13 | Cov13 | -0,1966 | 0,8215 | 2,7735 | 2,7685 |
| 14 | Cov14 | -0,1506 | 0,8602 | 2,9039 | 2,8915 |
| 15 | Cov15 | -0,1169 | 0,8897 | 3,0035 | 3,0145 |
| 16 | Cov16 | -0,0737 | 0,929 | 3,1361 | 3,1375 |
| 17 | Cov17 | -0,1849 | 0,8312 | 3,05 | 3,2605 |
| 18 | Cov18 | 0 | 1 | 3,376 | 3,3835 |
| Группа по возрасту ТС | 1 | CarAge01 | -0,2162 | 0,8056 | 1 | 0,9801 |
| 2 | CarAge02 | -0,1677 | 0,8456 | 1,0497 | 1,0174 |
| 3 | CarAge03 | -0,1609 | 0,8513 | 1,0568 | 1,0547 |
| 4 | CarAge04 | -0,1722 | 0,8418 | 1,045 | 1,092 |
| 5 | CarAge05 | -0,1553 | 0,8562 | 1,0628 | 1,1293 |
| 6 | CarAge06 | -0,0778 | 0,9251 | 1,1484 | 1,1666 |
| 7 | CarAge07 | 0,0674 | 1,0697 | 1,28 | 1,2039 |
| 8 | CarAge08 | 0 | 1 | 1,2414 | 1,2412 |

*Рис. 17. Коэффициенты модели по возрастным группам ТС*

Полученная модель содержит много переменных, поэтому для более удобного использования в дальнейших расчетах, ее можно записать в следующем виде:

где *AveragePay* – моделируемый показатель среднего ущерба (средних выплат); *Coverage* – коэффициент, соответствующий группе с определенным страховым покрытием; *CarAge* – коэффициент, соответствующий группе с определенным возрастом автомобиля. То есть индекс *i* обозначает номер группы по страховому покрытию, а индекс *j* обозначает номер группы по возрасту автомобиля, .

Например, для автомобиля четвертой возрастной группы и десятой группы по страховому покрытию, т.е. для трехлетнего автомобиля с покрытием от 1 до 1,1 млн. рублей смоделированный показатель среднего ущерба равен:

При этом исходное значение среднего ущерба в этой группе равно 43 652 руб. Смоделированное значение покрывает средний исходный ущерб по данной группе, что и является целью актуарных расчетов.

Все значения смоделированного среднего ущерба по группам страхового покрытия и возраста автомобиля можно представить в виде аналогичной таблицы, что и исходные значения показателя (табл. 18).

*Таблица 18*

*Смоделированный средний ущерб по группам страхового покрытия и возраста автомобиля*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | Группы по возрасту ТС | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Группы по страховому покрытию ТС | 1 | 22 483 | 23 338 | 24 194 | 25 050 | 25 905 | 26 761 | 27 616 | 28 472 |
| 2 | 24 622 | 25 559 | 26 496 | 27 433 | 28 370 | 29 307 | 30 244 | 31 182 |
| 3 | 26 762 | 27 780 | 28 799 | 29 817 | 30 836 | 31 854 | 32 873 | 33 891 |
| 4 | 28 901 | 30 001 | 31 101 | 32 201 | 33 301 | 34 401 | 35 501 | 36 601 |
| 5 | 31 041 | 32 222 | 33 403 | 34 585 | 35 766 | 36 947 | 38 129 | 39 310 |
| 6 | 33 180 | 34 443 | 35 706 | 36 969 | 38 231 | 39 494 | 40 757 | 42 020 |
| 7 | 35 320 | 36 664 | 38 008 | 39 352 | 40 697 | 42 041 | 43 385 | 44 729 |
| 8 | 37 459 | 38 885 | 40 311 | 41 736 | 43 162 | 44 587 | 46 013 | 47 439 |
| 9 | 39 599 | 41 106 | 42 613 | 44 120 | 45 627 | 47 134 | 48 641 | 50 148 |
| 10 | 41 739 | 43 327 | 44 915 | 46 504 | 48 092 | 49 681 | 51 269 | 52 858 |
| 11 | 43 878 | 45 548 | 47 218 | 48 888 | 50 558 | 52 227 | 53 897 | 55 567 |
| 12 | 46 018 | 47 769 | 49 520 | 51 272 | 53 023 | 54 774 | 56 525 | 58 277 |
| 13 | 48 157 | 49 990 | 51 823 | 53 655 | 55 488 | 57 321 | 59 154 | 60 986 |
| 14 | 50 297 | 52 211 | 54 125 | 56 039 | 57 953 | 59 867 | 61 782 | 63 696 |
| 15 | 52 436 | 54 432 | 56 427 | 58 423 | 60 419 | 62 414 | 64 410 | 66 405 |
| 16 | 54 576 | 56 653 | 58 730 | 60 807 | 62 884 | 64 961 | 67 038 | 69 115 |
| 17 | 56 715 | 58 874 | 61 032 | 63 191 | 65 349 | 67 508 | 69 666 | 71 824 |
| 18 | 58 855 | 61 095 | 63 335 | 65 574 | 67 814 | 70 054 | 72 294 | 74 534 |

Таким образом, получена оценка премии для каждой группы автомобилей. Поделив каждую оценку среднего ущерба на среднее страховое покрытие по группе, можно получить страховые тарифы. Полученная тарифная сетка выглядит следующим образом (табл. 19).

*Таблица 19*

*Тарифная сетка по страховому покрытию и возрасту автомобиля*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Страховая сумма (руб.)** | | **Возраст ТС (полных лет)** | | | | | | | | | |
| **От** | **До** | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| **100 000** | **200 000** | 23,20% | 25,44% | 27,50% | 29,32% | 30,98% | 32,06% | 33,95% | 34,98% | 34,98% | 34,98% |
| **200 000** | **300 000** | 17,11% | 18,13% | 19,14% | 19,56% | 20,27% | 20,90% | 22,08% | 23,51% | 23,51% | 23,51% |
| **300 000** | **400 000** | 13,13% | 14,04% | 14,70% | 15,43% | 16,04% | 17,03% | 17,62% | 18,22% | 18,22% | 18,22% |
| **400 000** | **500 000** | 11,31% | 11,94% | 12,44% | 13,05% | 13,56% | 14,31% | 14,61% | 15,22% | 15,22% | 15,22% |
| **500 000** | **600 000** | 9,90% | 10,48% | 11,08% | 11,56% | 11,94% | 12,37% | 12,88% | 13,20% | 13,20% | 13,20% |
| **600 000** | **700 000** | 9,12% | 9,61% | 10,07% | 10,52% | 10,82% | 11,28% | 11,71% | 11,84% | 11,84% | 11,84% |
| **700 000** | **800 000** | 8,40% | 8,81% | 9,17% | 9,51% | 9,92% | 10,30% | 10,55% | 10,95% | 10,95% | 10,95% |
| **800 000** | **900 000** | 7,88% | 8,19% | 8,61% | 8,95% | 9,27% | 9,45% | 9,94% | 10,25% | 10,25% | 10,25% |
| **900 000** | **1 000 000** | 7,36% | 7,75% | 8,13% | 8,47% | 8,75% | 9,11% | 9,45% | 9,88% | 9,88% | 9,88% |
| **1 000 000** | **1 100 000** | 7,01% | 7,40% | 7,76% | 8,08% | 8,40% | 8,73% | 9,06% | 9,38% | 9,38% | 9,38% |
| **1 100 000** | **1 200 000** | 6,75% | 7,09% | 7,43% | 7,70% | 8,00% | 8,32% | 8,57% | 8,93% | 8,93% | 8,93% |
| **1 200 000** | **1 300 000** | 6,52% | 6,85% | 7,15% | 7,47% | 7,73% | 8,00% | 8,31% | 8,54% | 8,54% | 8,54% |
| **1 300 000** | **1 400 000** | 6,30% | 6,62% | 6,93% | 7,22% | 7,49% | 7,76% | 8,01% | 8,23% | 8,23% | 8,23% |
| **1 400 000** | **1 500 000** | 6,13% | 6,42% | 6,71% | 6,98% | 7,24% | 7,51% | 7,78% | 8,03% | 8,03% | 8,03% |
| **1 500 000** | **1 600 000** | 5,98% | 6,31% | 6,59% | 6,84% | 7,09% | 7,37% | 7,63% | 7,91% | 7,91% | 7,91% |
| **1 600 000** | **1 700 000** | 5,82% | 6,15% | 6,42% | 6,67% | 6,91% | 7,18% | 7,41% | 7,72% | 7,72% | 7,72% |
| **1 700 000** | **1 800 000** | 5,70% | 5,99% | 6,24% | 6,48% | 6,74% | 6,93% | 7,30% | 7,40% | 7,40% | 7,40% |
| **1 800 000** | **1 900 000** | 4,66% | 4,88% | 5,04% | 5,20% | 5,39% | 5,47% | 5,69% | 5,81% | 5,81% | 5,81% |
| **1 900 000** | **2 000 000** | 4,66% | 4,88% | 5,04% | 5,20% | 5,39% | 5,47% | 5,69% | 5,81% | 5,81% | 5,81% |
| **2 000 000** | **2 100 000** | 4,66% | 4,88% | 5,04% | 5,20% | 5,39% | 5,47% | 5,69% | 5,81% | 5,81% | 5,81% |
| **2 100 000** | **2 200 000** | 4,66% | 4,88% | 5,04% | 5,20% | 5,39% | 5,47% | 5,69% | 5,81% | 5,81% | 5,81% |
| **2 200 000** | **2 300 000** | 4,66% | 4,88% | 5,04% | 5,20% | 5,39% | 5,47% | 5,69% | 5,81% | 5,81% | 5,81% |
| **2 300 000** | **2 400 000** | 4,66% | 4,88% | 5,04% | 5,20% | 5,39% | 5,47% | 5,69% | 5,81% | 5,81% | 5,81% |
| **2 400 000** | **2 500 000** | 4,66% | 4,88% | 5,04% | 5,20% | 5,39% | 5,47% | 5,69% | 5,81% | 5,81% | 5,81% |
| **2 500 000** | **2 600 000** | 4,66% | 4,88% | 5,04% | 5,20% | 5,39% | 5,47% | 5,69% | 5,81% | 5,81% | 5,81% |
| **2 600 000** | **2 700 000** | 4,66% | 4,88% | 5,04% | 5,20% | 5,39% | 5,47% | 5,69% | 5,81% | 5,81% | 5,81% |
| **2 700 000** | **2 800 000** | 4,66% | 4,88% | 5,04% | 5,20% | 5,39% | 5,47% | 5,69% | 5,81% | 5,81% | 5,81% |
| **2 800 000** | **3 000 000** | 4,66% | 4,88% | 5,04% | 5,20% | 5,39% | 5,47% | 5,69% | 5,81% | 5,81% | 5,81% |

Полученные ставки называются базовыми по причине того, что это не конечные страховые тарифы, а база для дальнейшего расчета премии. Умножив страховое покрытие автомобиля на приведенный коэффициент, можно получить часть премии, которая далее будет изменяться в зависимости от возраста, стажа водителя и других показателей, а также будет добавляться рисковая надбавка и процент на прибыль от ведения страхового бизнеса, подробнее схема страховой премии рассмотрена во второй главе.

* 1. Обобщенная линейная модель по возрасту и стажу водителя

В данном разделе представлено построение страховых тарифов по возрасту и опыту водителя с использованием описанных выше обобщенных линейных моделей путем моделирования частоты попадания в аварию.

Как было уже замечено, возраст и стаж водителя коррелируют с частотой попадания в аварию. Частота попадания в аварию – это фактически среднее количество страховых случаев, приходящихся на один договор страхования. В силу особенностей страхового бизнеса, появляется такой термин, как «экспозиция». Экспозиция – эта та доля действия договора, которая успела пройти к моменту страхового случая. Таким образом, это та доля премии, которая была фактически заработана страховой компанией к моменту выплат по страховому случаю. Именно эта величина определяет количество договоров, имеющихся у страховой компании. Поэтому параметр частоты попадания в аварию рассчитывается следующим образом:

где СС – это сокращение для понятия «страховой случай».

Количество страховых случаев, произошедших в каждой конкретной группе по возрасту и стажу водителя можно представить в виде табл. 20.

*Таблица 20*

*Количество страховых случаев по группам возраста и стажа водителя*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | Группа по опыту вождения | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Группа по возраст  водителя | 1 | 1237 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 2886 | 2321 | 1096 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 3616 | 2309 | 2493 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 4369 | 2331 | 2719 | 1206 | 0 | 0 |
| 5 | 3969 | 2267 | 2367 | 2461 | 0 | 0 |
| 6 | 4475 | 2280 | 2420 | 2487 | 2238 | 0 |
| 7 | 4329 | 2220 | 2274 | 2369 | 2280 | 2112 |
| 8 | 3458 | 2169 | 1162 | 1206 | 1158 | 1316 |
| 9 | 1256 | 458 | 154 | 325 | 451 | 486 |

Здесь видно, что основная масса страховых случаев произошла в средних группах. Разумеется, это связано с меньшим количеством договоров страхования, например, в девятой возрастной группе, в которую попали водители старше 58 лет.

Исходная частота страховых случаев рассчитывается отдельно по каждой группе страхового покрытия и возраста автомобиля. Так, полученные значения частот по группам можно представить в виде табл. 21.

*Таблица 21*

*Частота попадания в аварию в группах по возрасту и стажу водителя*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | Группа по опыту вождения | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Группа по возрасту водителя | 1 | 139% |  |  |  |  |  |
| 2 | 127% | 139% | 156% |  |  |  |
| 3 | 122% | 135% | 127% |  |  |  |
| 4 | 107% | 123% | 115% | 90% |  |  |
| 5 | 96% | 119% | 107% | 87% |  |  |
| 6 | 88% | 111% | 110% | 91% | 75% |  |
| 7 | 85% | 103% | 96% | 80% | 79% | 59% |
| 8 | 74% | 153% | 99% | 72% | 72% | 61% |
| 9 | 81% | 87% | 107% | 57% | 90% | 62% |

Показатели более 100% означают преобладание количества страховых случаев в данной группе над суммарной экспозицией.

Перед непосредственно построением модели, необходимо определить закон распределения результирующего показателя (рис. 18). Тест Колмогорова-Смирнова показал, что в качестве закона распределения частоты наступления страхового случая в группе можно использовать Гамма-распределение.



*Рис. 18. Распределение частоты наступления страховых случаев*

Для построения модели и расчета коэффициентов в программе R, данные записаны в специальном виде, в котором программа может их обработать. Для этого использовался аналогичный макрос, что и для случая со страховым покрытием и возрастом автомобиля. Разница состоит в том, что здесь в качестве результирующего показателя выступает средняя частота попадания в аварию, а в качестве весов используется суммарная экспозиция. Расчет коэффициентов происходит с учетом предположения о Гамма-распределении зависимой переменной и логарифмической функцией связи.

Программа R рассчитывает коэффициенты модели, их стандартные ошибки и указывает, какие коэффициенты значимы и на каком уровне. Результаты анализа, полученные в R, выглядят следующим образом (табл. 22).

*Таблица 22*

*Результаты построения модели по возрасту и стажу в программе R*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | Обозначение | Коэффициенты *ci dj* при  *Agei и Expj* | Стандартная ошибка | *t*-статистика | Уровень значимости |
| Константа | | | -0,48925 | 0,13214 | -3,702 | 0,001114 |
| Группа по возрасту водителя | 1 | Age01 | 0,54463 | 0,18225 | 2,988 | 0,006381 |
| 2 | Age02 | 0,43184 | 0,13944 | 3,097 | 0,004923 |
| 3 | Age03 | 0,38463 | 0,13417 | 2,867 | 0,008496 |
| 4 | Age04 | 0,25720 | 0,13174 | 1,952 | 0,042658 |
| 5 | Age05 | 0,16765 | 0,13188 | 1,271 | 0,035478 |
| 6 | Age06 | 0,10624 | 0,13089 | 0,812 | 0,075698 |
| 7 | Age07 | 0,05515 | 0,13040 | 0,423 | 0,095684 |
| 8 | Age08 | -0,03083 | 0,13010 | -0,237 | 0,254599 |
| Группа по стажу водителя | 1 | Exp01 | 0,27216 | 0,06629 | 4,106 | 0,000403 |
| 2 | Exp02 | 0,49288 | 0,07881 | 6,254 | 1,83е-06 |
| 3 | Exp03 | 0,40705 | 0,07490 | 5,435 | 1,39е-05 |
| 4 | Exp04 | 0,21226 | 0,07476 | 2,839 | 0,009063 |
| 5 | Exp05 | 0,16537 | 0,08514 | 1,942 | 0,063919 |

Полученную модель можно записать в следующем виде:

По аналогии с построением тарифной сетки по страховому покрытию и возрасту автомобиля, полученные коэффициенты необходимо преобразовать и сгладить. Коэффициенты по возрастным группам представлены на графике в виде точечной диаграммы (рис. 19).

*Рис. 19. Коэффициенты модели по возрастным группам*

Построена линейная регрессионная модель по семи значимым коэффициентам. Видно, что коэффициент девятой группы лежит далеко от линии регрессии, что связано, скорее всего, с малым количеством договоров страхования и малым количеством страховых случаев по ним.

Также стоит отметить, что по сравнению с предыдущей моделью по страховому покрытию и возрасту автомобиля, здесь коэффициенты убывают по мере возрастания номера группы водителя. Это связано, безусловно, с тем фактом, что при увеличении страховой суммы одновременно растет потенциальная сумма убытка по страховому случаю. При росте возраста автомобиля, растет вероятность поломки.

Здесь же все наоборот. При увеличении возраста водителя, уменьшается вероятность попадания в аварию. То же при росте стажа: чем опытнее водитель, тем ниже частота попадания в аварию у водителя. Поэтому в данном случае строится регрессия с отрицательным наклоном.

Аналогичный график для коэффициентов модели по стажу водителя представлен далее (рис. 20).

Здесь регрессия строится по всем коэффициентам в силу их всеобщей значимости. Наблюдаются несильные колебания вокруг регрессии, но они сглаживаются. В итоге получаются коэффициенты с убывающей закономерностью.

*Рис. 20. Коэффициенты модели по стажу водителя*

В итоге всех преобразований (возведение экспоненты в степень исходного коэффициента, стандартизация) и сглаживаний получаются следующие коэффициенты модели (табл. 23).

*Таблица 23*

*Коэффициенты модели по стажу и возрасту водителя*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | Обозначение | Коэффициенты *ci dj* при  *Agei и Expj* | Коэффи-циенты | Стандарти-зованный коэффицент | Смодели-рованный коэффициент |
| Константа | -0,489 | 0,613 | 1,388 | 1,388 |
| Группа по возрасту водителя | 1 | Age01 | 0,545 | 1,724 | 1,000 | 0,965 |
| 2 | Age02 | 0,432 | 1,540 | 0,893 | 0,904 |
| 3 | Age03 | 0,385 | 1,469 | 0,852 | 0,842 |
| 4 | Age04 | 0,257 | 1,293 | 0,750 | 0,781 |
| 5 | Age05 | 0,168 | 1,183 | 0,686 | 0,720 |
| 6 | Age06 | 0,106 | 1,112 | 0,645 | 0,658 |
| 7 | Age07 | 0,055 | 1,057 | 0,613 | 0,597 |
| 8 | Age08 | -0,031 | 0,970 | 0,562 | 0,536 |
| 9 | Age09 | 0,000 | 1,000 | 0,580 | 0,475 |
| Группа по стажу водителя | 1 | Exp01 | 0,272 | 1,313 | 1,000 | 1,173 |
| 2 | Exp02 | 0,493 | 1,637 | 1,247 | 1,103 |
| 3 | Exp03 | 0,407 | 1,502 | 1,144 | 1,034 |
| 4 | Exp04 | 0,212 | 1,236 | 0,942 | 0,964 |
| 5 | Exp05 | 0,165 | 1,180 | 0,899 | 0,894 |
| 6 | Exp06 | 0,000 | 1,000 | 0,762 | 0,825 |

Полученную обобщенную линейную модель можно записать в удобном для использования виде следующим образом:

где *AverageFrequency* – моделируемый показатель средней частоты наступления страхового случая; *Age* – коэффициент, соответствующий группе водителейопределенного возраста; *Experience* – коэффициент, соответствующий группе водителей с определенным водительским стажем. То есть индекс *i* обозначает номер группы по возрасту водителя, а индекс *j* обозначает номер группы по водительскому стажу, .

Например, для водителя 28 лет с опытом вождения 5 лет, который входит в пятую возрастную группу и в третью группу по опыту вождения, оценка средней частоты попадания в аварию рассчитывается следующим образом:

Исходное значение средней частоты попадания в аварию по этой группе водителей равняется 1,07 или 107%. Здесь смоделированное значение частоты занижено по сравнению с исходным. По всем группам средняя частота попадания в аварию представлена в виде табл. 24.

*Таблица 24*

*Смоделированная средняя частота наступления страхового случая*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | Группа по опыту вождения | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Группа по возрасту водителя | 1 | 154,4% |  |  |  |  |  |
| 2 | 145,5% | 136,9% | 128,2% |  |  |  |
| 3 | 136,7% | 128,6% | 120,5% |  |  |  |
| 4 | 127,9% | 120,3% | 112,7% | 105,1% |  |  |
| 5 | 119,0% | 111,9% | 104,9% | 97,8% |  |  |
| 6 | 110,2% | 103,6% | 97,1% | 90,5% | 84,0% |  |
| 7 | 101,3% | 95,3% | 89,3% | 83,3% | 77,3% | 71,2% |
| 8 | 92,5% | 87,0% | 81,5% | 76,0% | 70,5% | 65,0% |
| 9 | 83,7% | 78,7% | 73,7% | 68,8% | 63,8% | 58,8% |

Полученные значения могут быть рассмотрены в качестве страховых коэффициентов, так как это показатель вероятности наступления страхового случая. Так, чем меньше вероятность наступления страхового случая, тем меньший коэффициент соответствует данной категории водителя, тем меньшую премию заплатит страхователь за страховую защиту.

При построении прошлой модели отмечалось, что смоделированные страховые премии суммарно должны покрывать убытки компании. В данной случае моделировалась средняя частота наступления страхового случая. Если сравнить с исходными значениями данного показателя, можно заметить, что некоторые смоделированные значения меньше исходных. Это может быть связано с тем, что коэффициенты выравнивались по линейному тренду.

Полученные коэффициенты представлены в виде тарифной сетки в следующей таблице (табл. 25).

По приведенной тарифной сетке (табл. 25) можно увидеть, что коэффициент для молодых водителей – 1,54, т.е. для молодых водителей страховая защита будет примерно в полтора раза дороже, чем, например, для водителей возраста 30 лет с пятилетним стажем вождения. Что касается самого низкого коэффициента – 0,69 – этот коэффициент относится к водителям от 58 лет и стажем вождения от 8 лет. Как показывает анализ данных, у данной группы водителей минимальна вероятность попадания в аварию, что и сказывается на самых низких ставках страхования.

*Таблица 25*

*Тарифная сетка для возраста и стажа водителя*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Минимальный возраст водителей (полных лет)** | **Минимальный стаж водителей (полных лет)** | | | | | | | | | | | | | | | |
| **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **от 13 до 18** | **от 19 до 26** | **27 и более** |
| **18** | 1,54 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **19** | 1,54 | 1,54 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **20** | 1,46 | 1,46 | 1,37 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **21** | 1,46 | 1,46 | 1,37 | 1,37 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **22** | 1,46 | 1,46 | 1,37 | 1,37 | 1,28 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **23** | 1,37 | 1,37 | 1,29 | 1,29 | 1,20 | 1,20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **24** | 1,37 | 1,37 | 1,29 | 1,29 | 1,20 | 1,20 | 1,20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **25** | 1,28 | 1,28 | 1,20 | 1,20 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **26** | 1,28 | 1,28 | 1,20 | 1,20 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,05 |  |  |  |  |  |  |  |
| **27** | 1,28 | 1,28 | 1,20 | 1,20 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,05 | 1,05 |  |  |  |  |  |  |
| **28** | 1,19 | 1,19 | 1,12 | 1,12 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 0,98 | 0,98 | 0,98 |  |  |  |  |  |
| **29** | 1,19 | 1,19 | 1,12 | 1,12 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 |  |  |  |  |
| **30** | 1,19 | 1,19 | 1,12 | 1,12 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 |  |  |  |
| **31** | 1,10 | 1,10 | 1,04 | 1,04 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,84 |  |  |
| **32** | 1,10 | 1,10 | 1,04 | 1,04 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,84 |  |  |
| **33** | 1,10 | 1,10 | 1,04 | 1,04 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,84 |  |  |
| **34** | 1,10 | 1,10 | 1,04 | 1,04 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,84 |  |  |
| **35** | 1,10 | 1,10 | 1,04 | 1,04 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,84 |  |  |
| **от 36 до 43** | 1,01 | 1,01 | 0,95 | 0,95 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,77 |  |  |
| **от 44 до 57** | 0,93 | 0,93 | 0,87 | 0,87 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,76 | 0,76 | 0,76 | 0,76 | 0,76 | 0,71 | 0,65 |  |
| **58 и более** | 0,84 | 0,84 | 0,79 | 0,79 | 0,74 | 0,74 | 0,74 | 0,74 | 0,69 | 0,69 | 0,69 | 0,69 | 0,69 | 0,64 | 0,59 | 0,59 |

* 1. Построение и анализ совокупного распределения страховых премий по всему страховому портфелю автострахования КАСКО

В предыдущих двух разделах построены ставки страхования в зависимости от страхового покрытия и возраста автомобиля, а также от стажа и возраста водителя. Полученные коэффициенты используют для расчета страховой премии мультипликативно, т.е. при расчете премии умножают страховое покрытие – стоимость автомобиля – на первый полученный коэффициент, соответствующий категории данного автомобиля по покрытию и году сборки, а далее полученная величина умножается на второй рассчитанный коэффициент в зависимости от группы водителя по возрасту и стажу. Таким образом, в полученной премии учитываются четыре рассмотренных фактора: покрытие автомобиля, его возраст, а также основные показатели аварийности водителя: возраст и стаж.

По анализируемой базе данных рассчитаны страховые премии с учетом полученных таблиц коэффициентов, после чего рассмотрено распределение значений премий в каждом сегменте водителей по возрасту. Первая возрастная группа водителей (18-19 лет) составляет всего 0,75% общего портфеля договоров. Так, для молодых водителей, относящихся к первой группе гистограмма распределения премий выглядит следующим образом (рис. 21).

Статистика по водителям от 18 до 19 лет

|  |  |
| --- | --- |
| Кол-во договоров | 333 |
| Доля портфеля | 0,75% |
| Средняя премия | 91 288 |
| СКО | 19475,2 |
| Асимметрия | 2,7 |
| Эксцесс | 15 |
| Коэффициент вариации | 0,213 |

*Рис. 21. Распределение страховой премии в группе водителей от 18 до 19 лет*

По рис. 21 видно, что для молодых водителей страховые премии в среднем устанавливаются на уровне около 90 тысяч рублей, что связано, разумеется, с высоким коэффициентом для данной группы водителей – 1,54. При этом минимальная премия по данной группе водителей около 58 тысяч, а максимальная премия достигает почти 250 тысяч рублей. Самые большие премии здесь связаны с очень дорогими машинами.

Для второй возрастной группы водителей от 20 до 22 лет ситуация выглядит немного по-другому. Эта возрастная группа все еще считается слишком молодой и неопытной для низких ставок. Гистограмма распределения страховых премий по данной группе представлена в следующем виде (рис. 22).

Статистика по водителям от 20 до 22 лет

|  |  |
| --- | --- |
| Кол-во договоров | 1988 |
| Доля портфеля | 4,48% |
| Средняя премия | 83 172 |
| СКО | 15474 |
| Асимметрия | 1,8 |
| Эксцесс | 7 |
| Коэффициент вариации | 0,186 |

*Рис. 22. Распределение страховой премии в группе водителей от 20 до 22 лет*

Здесь сразу видно, что водителей в данной группе значительно больше (данная группа водителей составляет 4,5% от общего количества водителей в исследуемой совокупности).

Также можно обратить внимание на то, что в этой группе водителей средняя премия равняется 83 тысячам, тогда как значение премии варьируется от 48 тысяч до почти 200 тысяч рублей. Таким образом, наблюдается сдвиг распределения влево по оси страховых премий, что говорит об удешевлении данной переменной для указанного класса водителей. Для водителей от 20 до 22 лет коэффициент, связанный с возрастом и стажем, принимает значения от 1,28 до 1,46 по сравнению с 1,54 для более молодых водителей.

Следующая рассматриваемая группа водителей включает в себя людей возраста от 23 и 24 года. Этот возраст уже обычно не считается молодым в терминах страхования, поэтому удорожание страховой защиты происходит не в полтора раза, а в 1,2 – 1,37 раза. Распределение страховых премий для указанной группы водителей представлено в виде следующей гистограммы (рис. 23).

Статистика по водителям от 23 до 24 лет

|  |  |
| --- | --- |
| Кол-во договоров | 3943 |
| Доля портфеля | 8,89% |
| Средняя премия | 78 405 |
| СКО | 15460 |
| Асимметрия | 2,1 |
| Эксцесс | 10 |
| Коэффициент вариации | 0,197 |

*Рис. 23. Распределение страховой премии в группе водителей от 23 до 24 лет*

Здесь заметен еще больший сдвиг распределения влево. Разброс страховой премии в данной группе водителей происходит от 43 тысяч до 228 тысяч рублей, тогда как среднее изменилось по сравнению с предыдущей группой водителей незначительно. Средняя страховая премия по данной группе составляет 78,5 тысяч рублей. При этом данная группа водителей составляет около 9% всей исследуемой совокупности.

Следующий класс водителей включает в себя водителей возраста от 25 до 27 лет. Эта группа водителей имеет коэффициенты по возрасту и стажу от 1,05 до 1,28, что говорит о возрастающем доверии к водителям данной группы. Гистограмма распределения страховых премий для указанной группы водителей представлена на рис. 24.

По данному классу водителей страховая премия составляет в среднем 74 тысячи рублей. При этом колебания премии наблюдаются от 32,5 тысяч рублей до 218,5 тысяч рублей. Заметно, что распределение еще больше сдвинулось влево к уменьшению страховых премий.

Статистика по водителям от 25 до 27 лет

|  |  |
| --- | --- |
| Кол-во договоров | 6884 |
| Доля портфеля | 15,52% |
| Средняя премия | 73 957 |
| СКО | 16083,3 |
| Асимметрия | 2, |
| Эксцесс | 9 |
| Коэффициент вариации | 0,217 |

*Рис. 24. Распределение страховой премии в группе водителей от 25 до 27 лет*

Также стоит отметить возросшее число водителей в данной группе. Указанная категория водителей включает в себя 15,5% всей совокупности исследуемых водителей, что превосходит 1/9 часть совокупности.

Следующим рассматриваемым классом водителей выбран класс, включающий в себя водителей возраста с 28 до 30 лет. Этот класс является одним из самых выгодных для страховых компаний, так как в этом возрасте у людей уже очень часто появляются дорогие машины, они, как правило, первые, и водитель вероятнее всего страхует автомобиль. При этом, как показывает практика, водители в данном возрасте ездят не слишком агрессивно и берегут свои машины, что уменьшает вероятность страховых случаев и, соответственно, выплат страховой компании.

Данная группа водителей составляет 14,8% исследованной совокупности, что чуть меньше, чем предыдущая группа. Гистограмма распределения страховых премий по указанному классу водителей представлена на рис. 25.

По представленному графику видно смещение распределения еще левее. Средняя страховая премия в данной группе страхователей получилась равной 69 тысяч, тогда как минимальное и максимальное значение премий снизились до 30 тысяч и 210 тысяч рублей соответственно.

Статистика по водителям от 28 до 30 лет

|  |  |
| --- | --- |
| Кол-во договоров | 6564 |
| Доля портфеля | 14,8% |
| Средняя премия | 69 191 |
| СКО | 15923,3 |
| Асимметрия | 2, |
| Эксцесс | 8 |
| Коэффициент вариации | 0,23 |

*Рис. 25. Распределение страховой премии в группе водителей от 28 до 30 лет*

Наибольшее количество страховых премий попало в интервал между 65 и 73 тысячами, что говорит о том, что самая частая премия по данному классу водителей лежит в этом промежутке. Заметно, что предыдущий интервал не сильно уступает указанному, так что можно говорить, что по группе водителей от 28 до 30 лет наиболее часто встречаемая премия лежит в интервале от 57 тысяч рублей до 73 тысяч рублей.

Далее рассмотрению подлежит группа водителей возраста от 31 до 35 лет. Данный класс водителей включает в себя 20% исследуемой совокупности. Но такой большой показатель частично связан с тем, что в этой группе учитывается большее количество возрастов, чем в предыдущих.

Несмотря на это, в данной группе исследовано распределение страховых премий. Данное распределение представлено в виде гистограммы (рис. 26).

Что касается данного распределения, то минимальное значение премии по данной группе водителей составило 28 тысяч рублей, максимальное – 183 тысячи рублей, а средняя страховая премия снизилась до 64,5 тысяч рублей.

Здесь самыми популярными премиями являются премии от 57 до 65 тысяч рублей. Также следует отметить, что убывание правого хвоста в этой группе плавное в отличие от предыдущих, что говорит о постепенном снижении количества договоров в интервалах стоимости страховых премий.

Статистика по водителям от 31 до 35 лет

|  |  |
| --- | --- |
| Кол-во договоров | 8923 |
| Доля портфеля | 20,11% |
| Средняя премия | 64 425 |
| СКО | 15501,1 |
| Асимметрия | 1,7 |
| Эксцесс | 6 |
| Коэффициент вариации | 0,241 |

*Рис. 26. Распределение страховой премии в группе водителей от 31 до 35 лет*

Следующая группа включает в себя водителей от 36 до 43 лет. Данная группа водителей составляет 19,6% исследуемой совокупности. Несмотря на то, что данная группа включает фактически 8 разных возрастов, она все равно меньше, чем группа возраста с 31 до 35 лет. Это связано с тем, что водители в районе 40 лет реже обращаются в страховую компанию.

Статистика по водителям от 36 до 43 лет

|  |  |
| --- | --- |
| Кол-во договоров | 8684 |
| Доля портфеля | 19,57% |
| Средняя премия | 59 332 |
| СКО | 15203,2 |
| Асимметрия | 1,6 |
| Эксцесс | 5 |
| Коэффициент вариации | 0,256 |

*Рис. 27. Распределение страховой премии в группе водителей от 36 до 43 лет*

Нетрудно заметить (рис. 27) еще больший сдвиг распределения влево в порядке уменьшения премий. Что касается этой группы водителей, распределение премий здесь более островершинно, чем в предыдущих группах.

Среднее значение показателя упало еще больше и составило всего 59,5 тысяч рублей, что на 5 тысяч меньше, чем в предыдущем классе. При этом максимальное значение страховой премии по данному классу водителей составило 173 тысячи, что на 10 тысяч рублей меньше, чем в предыдущем классе водителей. А минимальное значение страховой премии упало на 8 тысяч и составило 20 тысяч рублей.

Далее идет группа водителей от 44 до 57 лет. Данная группа включает в себя большой разброс возрастов, однако по исследуемой совокупности договоров страховой компании, в данную группу включаются лишь 15% всех водителей.

Гистограмма распределения страховых премий по данной группе выглядит следующим образом (рис. 28).

Статистика по водителям от 44 до 57 лет

|  |  |
| --- | --- |
| Кол-во договоров | 6672 |
| Доля портфеля | 15,04% |
| Средняя премия | 51 999 |
| СКО | 13802,4 |
| Асимметрия | 1,6 |
| Эксцесс | 6 |
| Коэффициент вариации | 0,265 |

*Рис. 28. Распределение страховой премии в группе водителей от 44 до 57 лет*

Видно, что здесь присутствуют два равнонаполненных интервала: с 41 до 49 тысяч и с 49 до 57 тысяч рублей. Также эти два интервала являются самыми популярными. Из этого делается вывод о том, что наиболее часто встречаемое значение страховой премии для данной группы водителей лежит в промежутке между 41 и 57 тысячами рублей.

В среднем премия по данной группе водителей составляет 52 тысячи по сравнению с 59,5 тысяч в предыдущей группе. Крайние значения также ниже в сравнении с предыдущим классом водителей. Минимальное значение страховой премии составило здесь 21,5 тысячи рублей, а максимальное достигло 168 тысячи рублей.

Последняя возрастная группа включает в себя водителей, старше 58 лет. В анализе присутствовали данные по водителям до 73 лет включительно. Данная группа крайне немногочисленна, она оказалась незначительно больше первой. При этом если первая группа включает водителей только 18 и 19 лет, то эта – последняя – группа включает в себя всех водителей от 58 лет и выше. Немногочисленность данной группы говорит о низком желании страховать свой автомобиль у пожилых водителей. В целом, представленная группа составляет всего 0,84% исследуемой совокупности.

Гистограмма распределения страховых премий у последней возрастной группы водителей от 58 лет представлена на рис. 29.

Статистика по водителям старше 58 лет

|  |  |
| --- | --- |
| Кол-во договоров | 373 |
| Доля портфеля | 0,84% |
| Средняя премия | 43 403 |
| СКО | 14161,7 |
| Асимметрия | 2,2 |
| Эксцесс | 9 |
| Коэффициент вариации | 0,326 |

*Рис. 29. Распределение страховой премии в группе водителей старше 58 лет*

Наблюдается еще больший сдвиг влево, впритык к минимуму страховых премий. Средняя страховая премия по этой группе водителей составила 43,5 тысяч рублей. Минимальное и максимальное значения премии составили 19,5 тысяч и 135,5 тысяч рублей соответственно.

Как было замечено, по мере увеличения возраста, средняя страховая премия падает, а сами гистограммы распределения сдвигаются влево по оси страховой премии. Если все гистограммы поместить на один график, можно сравнить их более наглядно. Все приведенные выше графики соединены в одном и представлены ниже в виде совокупной гистограммы (рис. 30).

По приведенному графику видно, что чем моложе водитель, тем правее распределение по оси страховых премий, соответствующее его возрастной группе, и тем выше средние тарифы для данного водителя.

Таким образом, возраст и стаж водителя могут радикально повлиять на страховую премию, запрашиваемую страховой компанией за страховую защиту. Увеличение страховых премий для молодых и неопытных водителей не только поддается общепринятой логике, но и актуарно обоснованно.

На графике отчетливо видно, что в целом по исследуемой совокупности средняя страховая премия составляет примерно 65 тысяч рублей.

*Рис. 30. Распределение смоделированных страховых премий по портфелю договоров КАСКО*

*с разделением на возрастные группы*

Проверка модели на адекватность требует учета особенностей страховой отрасли. Актуарный аспект вычисления премии состоит в определении величины минимальной премии, достаточной для возмещения выплат и обеспечивающей баланс текущего капитала, при котором портфель можно считать устойчивым.

В страховании не имеет смысла проверять регрессионные модели на качество обычными методами, в которых смоделированный показатель должен быть максимально приближен к исходному. Страхование основано на том, что часть страхователей попадает в аварию, а часть договоров безубыточные. Поэтому надо сравнивать суммарные исходные убытки с суммарными смоделированными премиями и добиться того, чтобы страховые взносы страхователей покрыли совокупные выплаты.

Адекватность моделей построения тарифов обычно смотрится по значимости коэффициентов моделей. Так как в построенных моделях только пара коэффициентов оказалась не значимой на требуемом уровне, полученные модели можно считать адекватными.

Несмотря на это, все равно следует рассмотреть ошибки модели, которые выводятся из уравнения модели следующим образом:

Здесь – это исходные значения ущерба по договорам страхования по портфелю, а – смоделированные значения ущерба, соответствующие согласно принципу эквивалентности обязательств сторон актуарных расчетов, рисковым премиям по договорам.

Посчитанные ошибки модели представлены на следующем графике в виде гистограммы остатков (рис. 31).

*Рис. 31. Распределение остатков модели*

Полученное распределение ошибок модели близко к нормальному, что еще раз подтверждает высокое качество полученных оценок и указывает на адекватность построенной модели.

Выводы по главе

В актуарных моделях часто применяют обобщенные линейные модели для построения тарифных сеток для страховой компании. Распределение ущерба имеет длинный правый хвост, из-за чего обычные методы не могут адекватно объяснить поведение распределения. Обобщенные линейные модели предполагают большой выбор распределений, в том числе Гамма-распределение. В свою очередь, именно Гамма-распределением можно описать распределение ущерба в портфеле договоров страхования.

Построение обобщенной линейной модели сводится в данном случае к моделированию среднего ущерба по договорам автострахования по группам факторов (страхового покрытия и возраста автомобиля; возраста и стажа водителя). По ходу анализа приведена таблица с количеством страховых случаев, а также исходные средние выплаты по группам страхового покрытия и возраста автомобиля.

С помощью программы R рассчитаны коэффициенты модели, которые оказались почти все значимы. Модель записана в аналитическом виде. Однако для удобства использования модели и в связи с особенностями страхового сегмента экономики, полученные коэффициенты сглажены по линейному тренду. При этом изначальные коэффициенты не сильно отличаются от сглаженных, что говорит о хорошем качестве построенной модели.

В итоге получилась удобная для использования модель, моделирующая страховые премии с учетом факторов страхового покрытия и возраста автомобиля. На основании полученной модели рассчитан смоделированный средний ущерб по группам, и выведена тарифная сетка по указанным факторам.

Аналогично построена тарифная сетка для факторов возраста и стажа водителя. Главным отличием второй модели стала зависимая переменная: в этой модели в качестве результирующего фактора выступала частота наступления страхового случая, ведь именно этот показатель зависит от возраста и стажа водителя.

Полученные по двум моделям коэффициенты при умножении на страховое покрытие дают рисковую премию – базу для формирования страховой премии. Эта информация позволяет разбить распределение совокупного ущерба по портфелю на отдельные группы для анализа различий в страховых премиях для разных (н-р, возрастных) групп водителей.

Каждая возрастная группа рассмотрена отдельно: в каждой группе проведен анализ распределения смоделированной страховой премии и выявлены основные статистические показатели. Указаны минимальные, максимальные и средние премии. Подтверждена логика о более высоких страховых премиях для более молодых водителей.

В итоге получилось распределение страховых премий с делением на возрастные группы в виде совокупной гистограммы. В конце главы из уравнения модели аналитически выведены остатки, а затем они посчитаны по портфелю и приведены в виде гистограммы.

Заключение

Страхование представляет собой рынок, который развивается или стагнирует в зависимости от изменения доходов населения и предприятий. Особенно это характерно для рынка страхования КАСКО, который прямо зависит от доходов наиболее состоятельных 20% населения. Исследования показывают, что именно эта группа населения обеспечивает основные обороты на рынке автотранспорта в России – на них приходится более 85% покупок новых автомобилей.

Добровольное автомобильное страхование является основным сегментом российского страхового рынка, почувствовавшим на себе влияние мирового финансового кризиса. Снижение доходов населения, снижение ВВП, сокращение предприятиями расходов на страхование, падение объемов производства и импорта привели к резкому снижению объема страховых премий по страхованию имущества.

Рынок КАСКО является самым востребованным видом добровольного страхования на рынке. В целом по стране четверть собираемых страховых премий приходится на рынок добровольного автострахования.

В ходе анализа рынка добровольного автострахования в России были выявлены одинаковые закономерности в динамиках развития рынка КАСКО и продажей новых автомобилей. Так, суммарные объемы собираемых страховыми компаниями взносов по КАСКО имеют схожую динамику с объемами проданных автомобилей в стране. Похожую динамику имеют объемы страховых возмещений и численность транспортного парка в России.

Основой любого страхования, в особенности добровольного автострахования КАСКО, являются актуарная математика и расчет корректных страховых премий, в долгосрочном периоде покрывающим все страховые выплаты страховых компаний. За последнее время с рынка автострахования ушло множество страховых компаний. Возрастающая убыточность говорит о неспособности страховых компаний покрывать свои расходы. В силу сложившейся ситуации все более значимый вес принимают актуарии и математически обоснованная политика установления страховых тарифов.

В ходе данной выпускной квалификационной работы рассмотрен портфель договоров с такими важными показателями, как заявленный убыток по договору страхования, количество страховых случаев на один договор, а также такие параметры, как страховое покрытие автомобиля, возраст транспортного средства, возраст и водительский стаж автомобилиста.

Во второй главе рассмотрена общая структура страховой премии и методы расчета страховых тарифов. В качестве одного из метода рассмотрены обобщенные линейные модели и их основные принципы.

Для построения моделей, данные разбиты на группы, так что в анализе участвовали категориальные переменные по определенным признакам. Разбиение по группам статистически обоснованно методами дисперсионного анализа, а также показаны различия в средних уровнях ряда зависимой переменной по группам.

По имеющимся данным проведен анализ портфеля договоров страхования КАСКО, рассмотрены распределения убытков по договорам страхования, а также частоты наступления страхового случая. Оба распределения можно описать законом Гамма-распределения, поэтому модели строились по этому закону с логарифмической функцией связи.

Из полученных коэффициентов построенных моделей рассчитаны две тарифных сетки. Данные таблицы коэффициентов можно рассматривать как ставки страхования. Первая полученная таблица тарифов построена в зависимости от страхового покрытия и возраста автомобиля при моделировании среднего ущерба по договору страхования в группе, а вторая таблица ставок – в зависимости от возраста и опыта водителя при моделировании средней частоты наступления страхового случая в группе.

Последним этапом анализа стало построение страховых тарифов по исследуемому портфелю договоров и гистограмм распределения страховых премий по каждой группе водителей, разделенных по возрастному признаку. Далее представлена гистограмма совокупного распределения страховых премий с разделением по возрастным группам. По данному графику сделан основательный вывод о разбросе страховых премий по совокупности и по каждой группе в отдельности, а также показано увеличение страховых премий для более молодых водителей.

Полученные в ходе исследования страховые тарифы имеют практическую значимость и могут быть использованы для расчета страховых премий в силу их актуарной обоснованности, причем не только в автостраховании, но и в других видах страхования с некоторой корректировкой.

Список литературы

1. Айвазян С.А., Мхитарян B.C. «Прикладная статистика и основы эконометрики». - М.: ЮНИТИ, 1998. - 1024 с.
2. Архипов А.П., Гомелля В.Б. «Основы страхового дела». Уч. пособие. - М.: Маркет ДС, 2002. - 413 с.
3. Б.Ю. Лемешко, В.М. Пономаренко – Доклады АН ВШ РФ 2005 г. «Проверка гипотез в моделях дисперсионного анализа со случайными факторами при нарушении предположений о нормальности»
4. Бауэрс Н.,Гербер Х., Джонс Д., Несбитт С., Хикман Дж., «Актуарная математика», Янус-К, 2001- 658 с.
5. Бирюков Б.М. «Страхование автомобиля». - М.: ПРИОР, 1999. - 128 с.
6. Бурроу К. «Основы страховой статистики». - М.: Анкил, 1996. - 96 с.
7. Гомелля В.Б. «Основы страхового дела». - М.: СОМИНТЭК, 1998. - 384 с.
8. Гражданский кодекс РФ глава 48 «Страхование»
9. Денисов Д., «Актуарная математика», М., 2000 -101с.
10. Ермасов С.В., Ермасова Н.Б. «Страхование: Учеб. пособие для вузов», М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. - 462 с
11. Закон РФ «О страховании» (от 27.11.92 г. № 4015-1).
12. Закон РФ «Об организации страхового дела в Российской Федерации»
13. Иванов С.С., Голубев С.Д., Чёрная Л.А., Шарафутдинова Н.Е., «Теория и практика рискового страхования» – М.:Анкил, 2007.
14. Корнилов И.А. «Основы страховой математики». М.: ЮНИТИ, 2004. - 400 с.
15. Лемер Ж., «Автомобильное страхование. Актуарные модели» / Пер. с англ. - М.: Янус-К, 2003. – 319 с.
16. Мак Т. «Математика рискового страхования». - М.: Олимп-Бизнес, 2005.- 432 c.
17. Методика расчета тарифных ставок по рисковым видам страхования, утвержденная распоряжением Федеральной службы Российской Федерации по надзору за страховой деятельностью от 8 июля 1993 г. № 02-03-30.
18. Миронкина Ю.Н., Сорокин А.С. «Основы актуарных расчетов: учебно-практическое пособие». – М.: изд.центр ЕАОИ, 2011. – 284 с.
19. Мхитарян B.C., А. Аль-Кодмани. «Автотранспортное страхование. Актуарные расчеты». - М.: ММУБИИТ, 1994. - 80 с.
20. Р. Каас, М. Гувертс, Ж. Дэнэ, М. Денут «Современная актуарная теория риска», главы 5,8.
21. Рябикин В.И., Тихомиров С. Н., Баскаков В. Н. «Страхование и актуарные расчёты». – М.: Экономистъ, 2006 – 459 с.
22. D. Anderson, Sh. Feldblum, Cl. Modlin «A Practitioner’s Guide to Generalized Linear Models», 2007
23. Geoff Werner, Claudine Modlin «Basic Ratemaking» – (version 3, January 2010) – Casualty Actuarial Society.
24. P. McCullough and J. Nelder. «Generalised Linear Models». Chapman and Hall, London, 1989.
25. R.A. Bailey and L. Simon. «Two studies in automobile insurance ratemaking». ASTIN Bulletin, 1(4):192-217, 1960.
26. St Rosenlund. «Evaluation of GLM in non-insurance»
27. Bank.ru [[www.bank.ru](http://www.bank.ru)]
28. SPC-consulting StatSoft [<http://www.spc-consulting.ru/>]
29. StatSoft [www.statsoft.ru/]
30. Агентство страховых новостей [<http://www.asn-news.ru/>]
31. Ведомости [<http://www.vedomosti.ru/finance/>]
32. Газета.ru [[www.gazeta.ru/auto/](http://www.gazeta.ru/auto/)]
33. Журнал о страховании «forINSURER.сom» [[www.forinsurer.com](http://www.forinsurer.com)]
34. Информационный портал ПРО страхование [[www.prostrahovanie.ru](http://www.prostrahovanie.ru)]
35. Медиа-Информационная Группа Страхование сегодня [<http://www.insur-info.ru/>]
36. Независимый актуарный информационно-аналитический центр [<http://www.iaac.ru/about/>]
37. Независимый сайт о страховании в России [ <http://allinsurance.ru/>
38. Нетоскоп [<http://netoscoup.ru/>]
39. Новости страховых компаний и страхового рынка [[www.strahovka-news.ru](http://www.strahovka-news.ru)]
40. Прайм страхование [<http://ins.1prime.ru/>]
41. Прикладная информатика в экономике [<http://studies.ucoz.ru/>]
42. Профессиональный страховой портал «Страхование сегодня»[[www.insur-today.ru](http://www.insur-today.ru)]
43. Рейтинг страховых компаний [<http://www.ic-ratings.ru/>]
44. Рейтинговое агентство «Эксперт» [[www.raexpert.ru](http://www.raexpert.ru)]
45. Ресурс о страховании в России [http://www.straxovka.info/]
46. РИА новости [<http://ria.ru/economy/>]
47. Российский союз автостраховщиков [http://www.autoins.ru]
48. Словарь страховых терминов [http://www.insur-info.ru/dictionary]
49. Союз актуариев [http://www.actuaries.ru]
50. Статистический портал StatSoft [<http://www.statistica.ru/>]
51. Страхование и рейтинг [<http://www.i-rate.ru/>]
52. Страховое дело [[www.ins-education.ru/](http://www.ins-education.ru/)]
53. Федеральная служба по финансовым рынкам [<http://www.fcsm.ru/>]

Приложения

*Приложение 1. Фрагмент таблицы исходных данных*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ИД РИСКА** | **ИД ОСНОВНОГО УБЫТКА** | **ПОЛ** | **ДАТА РОЖДЕНИЯ ВОДИТЕЛЯ** | **ДАТА ПОЛУЧЕНИЯ ПРАВ** | **ДАТА ПР-ВА ТС** | **ДАТА НАЧАЛА ДЕЙСТВИЯ ДОГОВОРА** | **ДАТА ОКОНЧАНИЯ ДЕЙСТВИЯ ДОГОВОРА** | **ДАТА ПРОИС-ШЕСТВИЯ** | **ЗАЯВЛЕННЫЙ УБЫТОК (РУБ)** | **СТРАХОВОЕ ПОКРЫТИЕ (РУБ)** |
| 2064455 | 369730 | Ж | 06.01.61 | 11.05.95 | 2007 | 08.07.11 | 07.07.12 | 25.09.11 | 14 000 | 540 000 |
| 1760450 | 267030 | М | 24.09.76 | 03.03.96 | 2009 | 14.05.09 | 13.05.10 | 24.02.10 | 34 492 | 788 400 |
| 1677247 | 225509 | М | 01.01.49 | 31.12.73 | 2008 | 23.07.08 | 22.07.09 | 23.11.08 | 2 775 | 524 800 |
| 2090881 | 461514 | М | 26.09.63 | 22.12.95 | 2007 | 08.09.11 | 07.09.12 | 13.06.12 | 11 794 | 500 000 |
| 2090881 | 396372 | М | 26.09.63 | 22.12.95 | 2007 | 08.09.11 | 07.09.12 | 18.12.11 | 96 390 | 500 000 |
| 1617749 | 199994 | М | 12.01.67 | 01.01.88 | 2007 | 05.03.08 | 04.03.09 | 05.05.08 | 49 361 | 935 500 |
| 2024360 | 433290 | М | 16.12.50 | 27.07.98 | 2003 | 14.04.11 | 13.04.12 | 03.01.12 | 6 540 | 350 000 |
| 1790870 | 296539 | Ж | 05.08.78 | 01.01.99 | 2004 | 31.10.09 | 30.10.10 | 26.10.10 | 98 423 | 240 000 |
| 1741268 | 258613 | М | 17.08.67 | 01.01.96 | 2008 | 01.02.09 | 31.01.10 | 20.11.09 | 9 477 | 311 700 |
| 1741268 | 258615 | М | 17.08.67 | 01.01.96 | 2008 | 01.02.09 | 31.01.10 | 22.11.09 | 28 499 | 311 700 |
| 1709162 | 235578 | М | 07.03.68 | 01.01.86 | 2004 | 24.09.08 | 23.09.09 | 11.03.09 | 8 712 | 580 000 |
| 1709162 | 225525 | М | 07.03.68 | 01.01.86 | 2004 | 24.09.08 | 23.09.09 | 12.11.08 | 4 440 | 580 000 |
| 1709162 | 225523 | М | 07.03.68 | 01.01.86 | 2004 | 24.09.08 | 23.09.09 | 13.11.08 | 8 728 | 580 000 |
| 1861125 | 366952 | М | 15.06.60 | 01.01.90 | 2008 | 03.06.10 | 02.06.11 | 31.05.11 | 21 939 | 1 600 000 |
| 1861125 | 347534 | М | 15.06.60 | 01.01.90 | 2008 | 03.06.10 | 02.06.11 | 01.06.11 | 3 493 | 1 600 000 |
| 1861125 | 347534 | М | 15.06.60 | 01.01.90 | 2008 | 03.06.10 | 02.06.11 | 01.06.11 | 20 002 | 1 600 000 |
| 1861125 | 286539 | М | 15.06.60 | 01.01.90 | 2008 | 03.06.10 | 02.06.11 | 13.08.10 | 183 048 | 1 600 000 |
| 1761261 | 269332 | М | 14.08.81 | 22.05.99 | 2007 | 18.04.09 | 17.04.10 | 22.03.10 | 8 021 | 435 000 |
| 1912781 | 390572 | М | 17.06.56 | 08.12.80 | 2007 | 13.11.10 | 12.11.11 | 09.11.11 | 15 916 | 1 600 000 |
| 2101003 | 468709 | Ж | 30.10.76 | 21.12.98 | 2008 | 19.08.11 | 18.08.12 | 26.06.12 | 13 300 | 900 000 |
| 1649316 | 220799 | М | 08.04.79 | 26.01.97 | 2007 | 20.05.08 | 19.05.09 | 22.10.08 | 6 388 | 246 800 |
| 1649316 | 239367 | М | 08.04.79 | 26.01.97 | 2007 | 20.05.08 | 19.05.09 | 02.04.09 | 4 340 | 246 800 |
| 1794306 | 265172 | М | 08.09.59 | 17.01.80 | 2008 | 15.11.09 | 14.11.10 | 14.02.10 | 27 790 | 950 000 |
| 1919036 | 317576 | М | 30.06.68 | 05.11.95 | 2009 | 15.11.10 | 14.11.11 | 20.02.11 | 22 365 | 1 170 000 |
| 1846173 | 310081 | М | 02.10.65 | 25.12.93 | 2010 | 26.04.10 | 25.04.11 | 18.01.11 | 32 116 | 1 558 000 |
| 1846173 | 324477 | М | 02.10.65 | 25.12.93 | 2010 | 26.04.10 | 25.04.11 | 21.03.11 | 32 301 | 1 558 000 |

*Приложение 2*

*Макрос для записи исходных данных по среднему ущербу в специальный вид для статистической программы R*

Sub GLMTable()

k = Cells(2, 2).CurrentRegion.Rows.Count

m = Cells(2, 2).CurrentRegion.Columns.Count

ReDimNAMES(1 To m - 1) As Variant

ReDimV(3 To m - 1) As Variant

ReDim AVG\_LOSS(1 To k - 1) As Variant

Cells(k + 2, 1).Select

For j = 1 To m - 1

NAMES(j) = Cells(1, j + 1)

For i = 1 To k - 1

AVG\_LOSS(i) = Cells(1 + i, j + 1)

Cells(k + j + 2, 1) = NAMES(j) & "<-" & "c(" & Join(AVG\_LOSS, ", ") & ")"

Next i

Next j

For s = LBound(NAMES) + 2 To UBound(NAMES)

V(s) = NAMES(s)

Next s

b = Join(V, "+")

ActiveCell.Offset(m, 0) = "GLMTable<-glm(AVGPAY~" & b & ",family=Gamma(link='log'),weight=CNTPAY)"

ActiveCell.Offset(m + 1, 0) = "summary(GLMTable)"

Cells(k + 3, 1).CurrentRegion.Select

Selection.Copy

End Sub