

УДК 330

*М. Д. Ефимов*Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва,  
e-mail: MDEfimov@fa.ru**СТОХАСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИНАНСОВОГО РЕЗУЛЬТАТА ПЕРЕСТРАХОВЩИКА ПО ДОГОВОРУ ПЕРЕСТРАХОВАНИЯ ЭКСЦЕДЕНТА УБЫТКА НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON И РАСЧЁТ ВЕЛИЧИНЫ ОЖИДАЕМОГО ДЕФИЦИТА ПЕРЕСТРАХОВЩИКА (ОДП) В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ПОЛОЖЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО БАНКА № 781-П****Ключевые слова:** ОДП, перестрахование, стохастическое моделирование, Python, scipy.stats.

Одной из существующих проблем регулирования российского страхового рынка является исключение возможности использования для смягчения требований к величине капитала страховщиков договоров так называемого финансового перестрахования, то есть таких перестраховочных договоров, целью которых является не передача страхового риска, а перераспределение денежных средств между перестраховщиком и перестрахователем. Такие договоры характеризуются особыми условиями, которые способствуют тому, чтобы финансовый результат для перестраховщика по договору был заранее предопределён и не зависел от наступления страховых событий по перестрахованным договорам. Договоры финансового перестрахования часто заключаются с целью достижения определенных значений регуляторных нормативов, при этом передачи страхового риска фактически не происходит. Для решения этой проблемы в Положении Банка России от 16.11.2021 № 781-П (ред. от 22.09.2022) «О требованиях к финансовой устойчивости и платежеспособности страховщиков» было введено условие, предусматривающее расчёту для договоров непропорционального перестрахования показателя ОДП – ожидаемого дефицита перестраховщика, который должен превышать установленный норматив для признания договора передающим страховой риск. В данной статье предложен способ решения задачи расчёта ОДП с применением механизма имитационного моделирования на языке программирования Python на основе возможностей модуля scipy.stats библиотеки scipy.

*М. Д. Ефимов*Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow,  
e-mail: MDEfimov@fa.ru**STOCHASTIC MODELLING OF THE REINSURER'S FINANCIAL RESULT IN EXCESS OF LOSS REINSURANCE CONTRACT AND CALCULATION OF THE REINSURER'S EXPECTED DEFICIT OF REINSURER IN ACCORDANCE WITH THE CENTRAL BANK OF RUSSIA STATEMENT 781-S****Keywords:** ODP, reinsurance, stochastic modeling, Python, scipy.stats.

One of the existing problems in regulating the Russian insurance market is opposition to the conclusion of so-called financial reinsurance contracts, that is, there are reinsurance contracts whose purpose is not the transfer of insurance risk, but the redistribution of funds. Such contracts are characterized by special conditions that ensure that the financial result for the reinsurer under the contract is predetermined and does not depend on the occurrence of insurance events under the reinsured contracts. To solve this problem, the Statement of the Central Bank of Russia from 16.11.2021 № 781-S (red. 22.09.2022) «Requirements for financial stability and solvency of insurers» introduced a condition providing for the calculation of the EDP indicator for disproportionate reinsurance contracts – the expected deficit of the reinsurer, which must exceed the established standard for the contract to be recognized as transferring insurance risk. This article proposes a method for solving the problem of calculating the EDP using a simulation mechanism in the Python programming language based on the capabilities of the scipy.stats module of the scipy library.

### Введение

Начиная с 2023 года в России вступило в силу Положение Банка России от 16.11.2021 № 781-П (ред. от 22.09.2022) «О требованиях к финансовой устойчивости и платежеспособности страховщиков» (далее – Положение № 781-П), устанавливающее, в том числе, требования к расчёту резервов страховых организаций и долей перестраховщиков в них. Одним из нововведений в части расчёта доли перестраховщиков в страховых резервах является расчёт показателя ОДП – ожидаемого дефицита перестраховщика по договору перестрахования. Целью введения данной процедуры является исключение влияния на размер нормативных требований к величине капитала страховщиков договоров финансового перестрахования, т.е. договоров, условия которых построены таким образом, что при любом сценарии развития убытков финансовый результат перестраховщика будет положительным [15].

Целью настоящего исследования является разработка способа расчёта ОДП и его сопоставление с нормативным значением, что позволяет различить договоры реального перестрахования и финансового перестрахования для целей дальнейшего учёта в расчёте страховых резервов и требований к капиталу страховой организации.

### Материал и методы исследования

Поскольку будущий финансовый результат перестраховщика по договору перестрахования является случайной величиной, то его прогнозирование требует применения методов стохастического моделирования [9, 10, 19]. Основным инструментарием для реализации алгоритма стохастического моделирования в данном исследовании является модуль `scipy.stats` библиотеки Python `scipy`, которая содержит все необходимые функции и методы для осуществления подбора распределения по выборке методом максимального правдоподобия, генерации случайных значений по заданному закону распределения, а также возможности тестирования статистических гипотез для оценки степени качества выбранного закона распределения случайной величины.

Основными целями создания алгоритма являются:

1) Обеспечение возможности реализации оценки распределения величины финансового результата перестраховщика по дого-

вору перестрахования и расчёта показателя ОДП по полученному распределению

2) Автоматизация и универсализация данной процедуры, то есть обеспечение возможности проведения расчёта по данным любого перестраховочного договора, подаваемым на вход модели.

#### 1. Постановка задачи

Показатель ОДП в соответствии с требованиями п. 6.3.4.3.1 Положения № 781-П должен быть рассчитан для договоров непропорционального перестрахования по формуле:

$$\text{ОДП} = \frac{P(AP < 0) \times |E(AP | AP < 0)|}{\text{ОП}},$$

где  $AP$  – оценка на дату расчёта ОДП функции распределения размера финансового результата перестраховщика по договору исходящего перестрахования в соответствии с подпунктом 6.3.5 настоящего пункта с учётом временной стоимости денег;

$P(AP < 0)$  – оценка на основе  $AP$  вероятности наступления отрицательного финансового результата перестраховщика по договору исходящего перестрахования;

$|E(AP | AP < 0)|$  – абсолютное значение (модуль) оценки условного математического ожидания размера финансового результата перестраховщика на основе  $AP$ , при условии отрицательного значения финансового результата перестраховщика;

$\text{ОП}$  – сумма оплаченной страховой организацией на дату расчёта ОДП страховой премии по договору исходящего перестрахования и иных платежей, производимых страховой организацией в пользу перестраховщика согласно условиям иных договоров, платежи по которым зависят от условий рассматриваемого договора исходящего перестрахования, и оценки на дату расчёта ОДП приведенной стоимости ожидаемого размера еще не оплаченной страховой премии по договору исходящего перестрахования и таких платежей.

Финансовый результат перестраховщика по договору исходящего перестрахования не предопределён заранее и является стохастической (случайной) величиной. Распределение этой величины может быть получено путём осуществления имитационного моделирования множества сценариев будущих выплат по договору перестрахования и долей перестраховщиков в них [2-4, 7, 8].

Таблица 1

Условия договора перестрахования

| Лейер | Приоритет | Лимит     | Агрегатный лимит | Ставка пересчёта | Цена восстановления | Количество восстановлений |
|-------|-----------|-----------|------------------|------------------|---------------------|---------------------------|
| 1     | 100 000   | 400 000   | 1 600 000        | 11,69%           | 11,69%              | 3                         |
| 2     | 500 000   | 1 000 000 | 3 000 000        | 1,78%            | 1,78%               | 2                         |
| 3     | 1 500 000 | 3 500 000 | 7 000 000        | 4,30%            | 4,30%               | 1                         |

Таблица 2

Профиль риска

| Сегмент       | Средняя страховая сумма | Количество договоров | Математическое ожидание кол-ва убытков | Премия     | Премия Re | Комиссия Re |
|---------------|-------------------------|----------------------|--|------------|-----------|-------------|
| Имущество     | 1 000 000               | 10 000               | 150                                    | 50 000 000 | 4 000 000 | 2 000 000   |
| Ядерные риски | 2 000 000               | 1 500                | 12                                     | 3 000 000  | 150 000   | 75 000      |

Наиболее распространённой в России формой непропорционального договора перестрахования является договор эксцедента убытка (excess of loss) [5, 6, 13]. В данной схеме доля перестраховщика в каждой конкретной выплате определяется индивидуально в зависимости от величины выплаты за вычетом собственного удержания перестрахователя, с учётом лимита ответственности перестраховщика по одному убытку и агрегатного лимита ответственности по договору в целом. Также может рассчитываться восстановительная премия за возобновление перестраховочного покрытия после возникновения крупного убытка. Договоры перестрахования эксцедента убытка как правило содержат деление на слои – лейеры, в рамках каждого из которых установлены приоритет, лимит ответственности по одному убытку и агрегатный лимит, а также условия возникновения и расчёта восстановительной премии.

В табличном виде условия договора перестрахования по схеме эксцедента убытка могут быть представлены следующим образом (табл. 1).

Помимо данных о договоре перестрахования для расчётов также необходимы параметры профиля риска договора перестрахования в разрезе сегментов бизнеса (табл. 2).

Также для расчёта необходимы данные о прошлых убытках страховой организации. На основе исходных данных моделируется распределение убытков по прямому портфелю, затем применяются условия перестрахования, получается распределение убытков

и сумм восстановительных премий по договору перестрахования. Далее рассчитывается распределение финансового результата перестраховщика и ОДП.

## 2. Этап прогнозирования

Вначале необходимо задать параметры кода и импортировать исходные данные в формате pandas-датафреймов. Фрагмент представлен на рис. 1.

Данные статистики страховых выплат прошлых лет визуализируются в при помощи библиотеки seaborn для оценки распределения тяжести по сегменту портфеля, чтобы потом использовать для моделирования аналитическую оценку (рис. 2).

По результатам визуализации можно сделать предварительные выводы относительно закона распределения величины индивидуальной выплаты, а также при необходимости отсеять выбросы в исходных данных. Для идентификации выбросов также может помочь визуализация общего массива выплат в виде boxplot и гистограммы (рис. 3).

В данном примере виден один крупный выброс.

Помимо отсеивания крупных выбросов, прошлая статистика может быть предварительно скорректирована по масштабу исходя из условий профиля риска: например, если средняя страховая сумма по договору, попадающему под действие перестрахования, составляет 2 млн руб, а в прошлой статистике выплат средняя страховая сумма составляла 1 млн руб, то разумно будет величину выплат в статистике умножить на 2.

**Параметры кода:**

```
Ввод [16]: Dogname = "Пример_XL" # Название анализируемого договора перестрахования
            segm = 'Имущество' # Наименование сегмента в массиве выплат
            муфилс = 'x*1' # Функция корректировки исторического массива выплат
            сегмпр = 'Имущество' # Наименование сегмента в профиле риска
            итерс = 1000# Количество итераций для имитационного моделирования
```

**1. Загрузка исходных данных**

```
Ввод [28]: df = pd.read_csv("Input/Журнал выплат.csv", sep=';', decimal=',', encoding = "1251", index_col=0,
                        dtype={'Выплаты':float, 'Сегмент':str}, parse_dates=[ 'Дата оплаты' ]).round({'Выплаты':2}) #Загрузка журнала выплат
            #df.info()
```

```
Ввод [31]: # загрузка данных с условиями договора перестрахования
            cond = pd.read_excel("Input/" + Dogname + ".xlsx")
            cond
```

Out[31]:

| Лейер | Приоритет | Лимит   | Агрегатный_лимит | Ставка_пересчёта | Цена_восстановления | Коллич_восст | Макс_восст_прем |
|-------|-----------|---------|------------------|------------------|---------------------|--------------|-----------------|
| 0     | 1         | 100000  | 400000           | 1600000          | 0.1169              | 0.1169       | 140280          |
| 1     | 2         | 500000  | 1000000          | 3000000          | 0.0178              | 0.0178       | 35600           |
| 2     | 3         | 1500000 | 3500000          | 7000000          | 0.0430              | 0.0430       | 150500          |

```
Ввод [30]: # загрузка данных профиля риска
            rp = pd.read_excel("Input/" + Dogname + ".xlsx", sheet_name=1)
            rp
```

Out[30]:

| Сегмент | Средняя_страховая_сумма | Количество_договоров | Мат_ожидание_кол-ва_убытков | Премия | Премия_Re | Комиссия_Re |         |
|---------|-------------------------|----------------------|-----------------------------|--------|-----------|-------------|---------|
| 0       | Имущество               | 1000000              | 10000                       | 150    | 5000000   | 400000      | 2000000 |
| 1       | Ядерные_риски           | 2000000              | 1500                        | 12     | 3000000   | 150000      | 75000   |

Рис. 1. Параметры кода

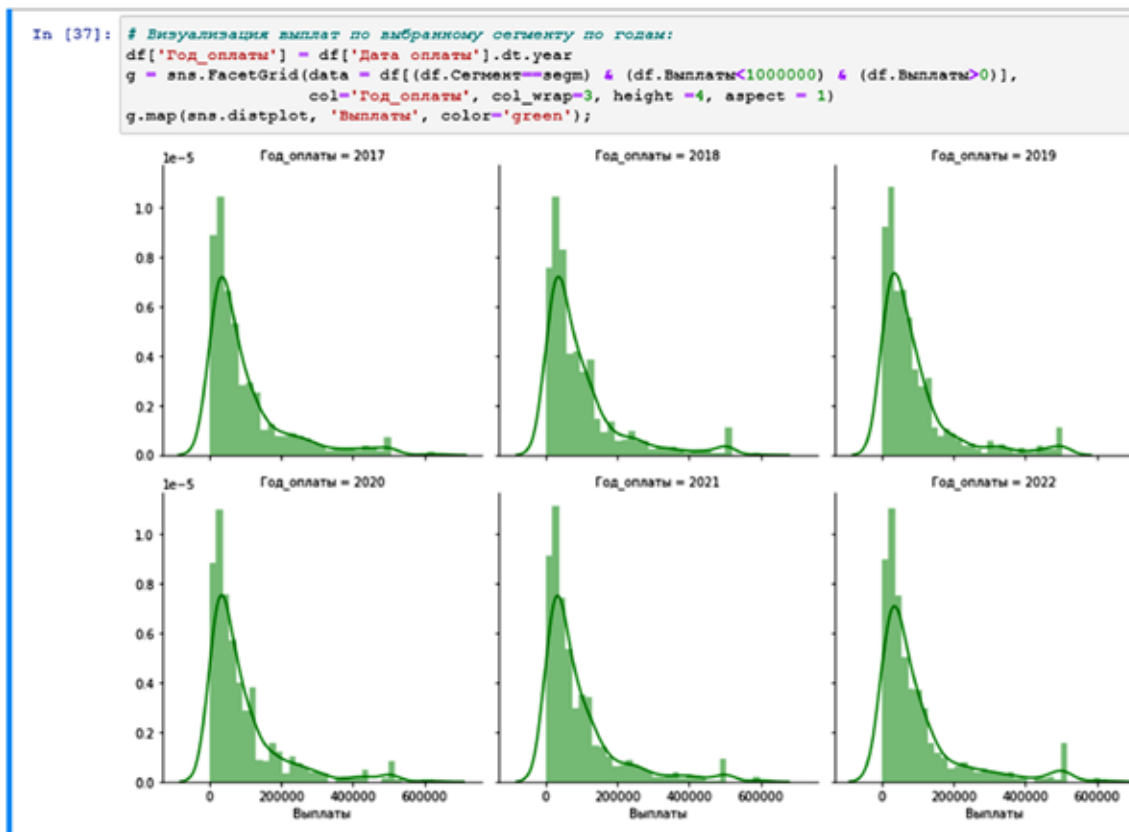


Рис. 2. Данные статистики страховых выплат

Далее для каждого сегмента бизнеса, покрываемого договором перестрахования, выполняется имитационное моделирование с разделением на две составляющие:

1) Определение дискретной функции распределения количества будущих выплат и имитационное моделирование количества будущих выплат в каждой итерации. Для этой цели используется стандартное распределение Пуассона с параметром матожидания, равным матожиданию количества убытков, указанному в профиле риска. Данная величина может быть предварительно оценена исходя из отношения количества состоявшихся убытков в прошлых периодах к экспозиции риска за соответствующие периоды. Далее на основе заданного распределения Пуассона можно сгенерировать список количеств выплат для каждой итерации методом:  $Paid\_quantity = list(sps.poisson.rvs(num, size=iters))$ , где  $iters$  – параметр, задающий число итераций, а  $num$  – матожидание распределения Пуассона.

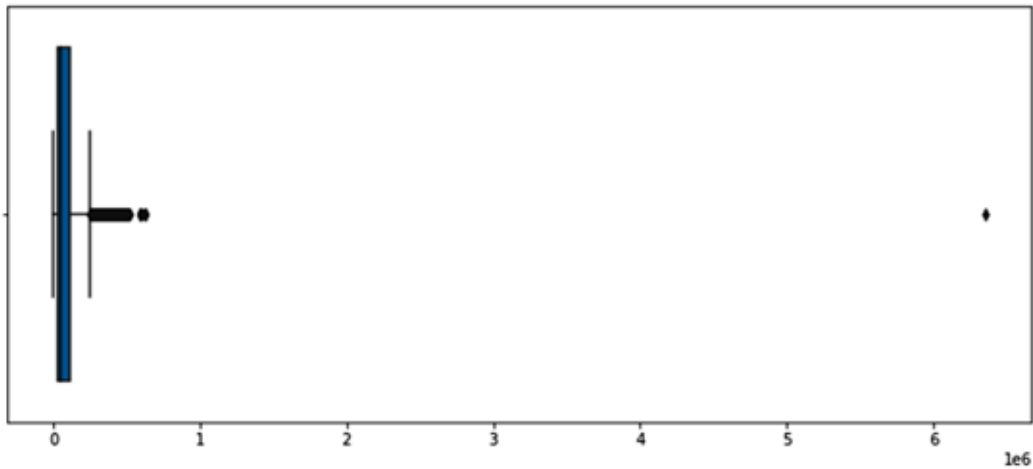
2) Генерация списка значений выплат в полученном количестве для каждой итерации. Если имеется достаточная статистика,

то моделирование будущих выплат может осуществляться двумя способами:

а. путём бутстреппинга – то есть повторной выборки величин выплат из прошлой статистики при помощи функции `choices` библиотеки `random` в количестве, равном значению списка *Paid\_quantity* на каждой итерации;

б. путём генерации  $n$  случайных значений из функции распределения величины индивидуальной выплаты. Если прошлой статистики выплат не имеется, то необходимо применить актуарное предположение относительно закона распределения будущих выплат и его параметров. Если прошлая статистика имеется и она достаточно репрезентативна, то параметры закона распределения величины индивидуальной выплаты могут быть подобраны на основе прошлой статистики выплат. В результате рассчитывается распределение убытков по прямому портфелю, распределение убытков и сумм восстановительных премий по договору перестрахования, которые затем используются для расчета распределения финансового результата перестраховщика и ОДП.

```
# График выплат - ящик с усами:
plt.figure(figsize=(12,5)) # Создание холста заданного размера для графика
sns.boxplot(x=Paid); # Создание графика - ящик с усами
```



```
# График выплат - гистограмма с плотностью распределения:
plt.figure(figsize=(12,5)) # Создание холста заданного размера для графика
sns.distplot(Paid, bins = 80, color='green'); # Сам график
```

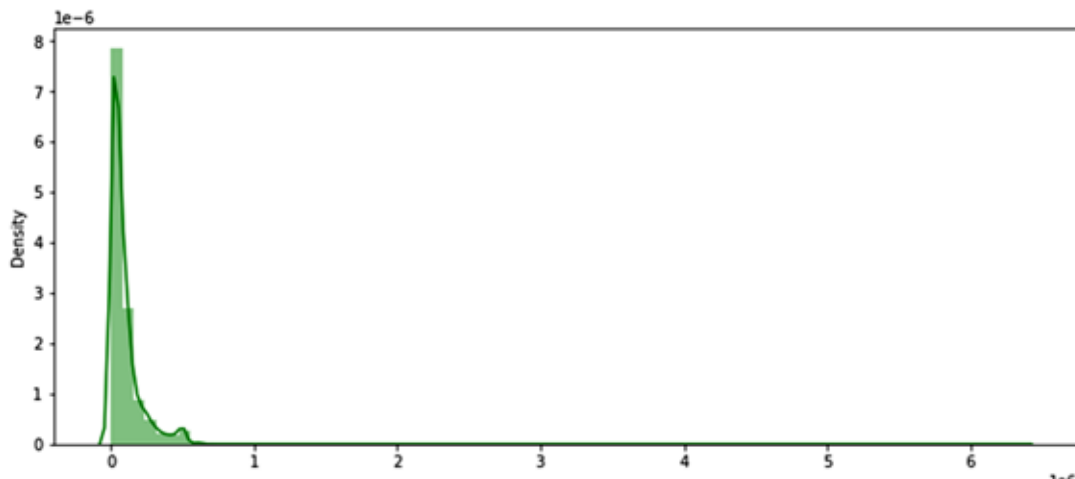


Рис. 3. Гистограммы по выплатам

```
# Посмотреть список имеющихся законов распределения в кол-во параметров в них
my_distrs = [d for d in dir(sps) if isinstance(getattr(sps, d), sps.rv_continuous)]
print(len(my_distrs))
for i in my_distrs:
    print(f'В распределении {i} {eval("sps." + i + ".numargs")} параметров')

101
В распределении alpha 1 параметров
В распределении anglit 0 параметров
В распределении arcsine 0 параметров
В распределении argus 1 параметров
В распределении beta 2 параметров
В распределении betaprime 2 параметров
В распределении bradford 1 параметров
В распределении burr 2 параметров
В распределении burr12 2 параметров
```

Рис. 4. Программный код для вывода всех вариантов непрерывных распределений и количества параметров в них



```
dists = [d for d in dir(sps) if isinstance(getattr(sps, d), sps.rv_continuous) if eval("sps." + d + ".numargs") in [1, 2]] # Все непрерывные законы р
dists = ['alpha', 'beta', 'lomax', 'weibull_min', 'dweibull', 'pareto', 'invweibull'] # Список выбранных законов распределения
#genlogistic, 'f', 'fish', 'dgamma', 'crystalball', 'burr', 'brodford', 'normgauss', 't' # Список выбранных законов распределения
Gen_Paid = [] # Список списков выплат, полученных по разным распределениям
for i in range(len(dists)):
    print(f" Распределение {dists[i]} с параметрами {eval('sps.' + dists[i] + '.fit(Paid))}")
    if eval('sps.' + dists[i] + '.numargs') == 1:
        a, b, c = eval('sps.' + dists[i] + '.fit(Paid)')
        Future_Payments = pd.DataFrame(eval('sps.' + dists[i] + '.rvs(a, b, c, 10000)'), columns=["Сумма"])
    else:
        a, b, c, d = eval('sps.' + dists[i] + '.fit(Paid)')
        Future_Payments = pd.DataFrame(eval('sps.' + dists[i] + '.rvs(a, b, c, d, 10000)'), columns=["Сумма"])
    Future_Payments = Future_Payments[Future_Payments["Сумма"] < 100000000] # Порог максимального размера выплаты (значения больше него исключаются)
    plt.figure(figsize=(10,5))
    sns.distplot(Future_Payments, bins=60, color='green', xlabel = dists[i]); # График
    Gen_Paid.append(sorted(Future_Payments.Сумма.tolist(), reverse = True))
GenDf = pd.DataFrame(Gen_Paid).T.round(2)
GenDf.columns = dists
GenDf.to_excel("Result/Paid_Gen_" + Dogname + "_" + segmpr + ".xlsx", sheet_name = 'PaidGenerated')
```

```
Распределение alpha с параметрами (0.02956840162109363, -4171.9373118892945, 26093.00013379092)
Распределение beta с параметрами (1.0435335890038405, 87308.39830333606, 230.30205593813758, 7942720529.620779)
Распределение lomax с параметрами (6.4837090764545104, 231.56905516814362, 518139.31129920544)
Распределение weibull_min с параметрами (0.9634496550176915, 231.56999999999996, 93389.30972364177)
Распределение dweibull с параметрами (0.7903830262784745, 43985.900000000002, 58314.82769176661)
Распределение pareto с параметрами (8.475419948449269, -517065.3729229687, 517296.94292296865)
Распределение invweibull с параметрами (0.13467301041326418, 231.56999965742716, 2.534304857565897)
```

Рис. 5. Программный код для подбора параметров методом максимального правдоподобия

```
alpha_level = 0.05
for dist in GenDf.columns:
    tt_res_1 = sps.ttest_ind(GenDf[dist].fillna(0), Paid) # Проверка гипотезы равенства матожиданий
    tt_res_2 = sps.levene(GenDf[dist].fillna(0), Paid) # Проверка гипотезы равенства дисперсий
    tt_res_3 = sps.mannwhitneyu(GenDf[dist].fillna(0), Paid) # Проверка гипотезы равенства медиан
    for tt_res in [[tt_res_1, 'матожиданий'], [tt_res_2, 'дисперсий'], [tt_res_3, 'медиан']]:
        check = tt_res[0][1] < alpha_level
        print(f"Распределение {dist} (check = 'плохо' + (1 - check) * 'хорошо') соответствует прошлой статистике по близости {tt_res[1]}")
```

```
Распределение alpha плохо соответствует прошлой статистике по близости матожиданий
Распределение alpha плохо соответствует прошлой статистике по близости дисперсий
Распределение alpha плохо соответствует прошлой статистике по близости медиан
Распределение beta хорошо соответствует прошлой статистике по близости матожиданий
Распределение beta плохо соответствует прошлой статистике по близости дисперсий
Распределение beta плохо соответствует прошлой статистике по близости медиан
Распределение lomax хорошо соответствует прошлой статистике по близости матожиданий
Распределение lomax хорошо соответствует прошлой статистике по близости дисперсий
Распределение lomax хорошо соответствует прошлой статистике по близости медиан
Распределение weibull_min хорошо соответствует прошлой статистике по близости матожиданий
Распределение weibull_min хорошо соответствует прошлой статистике по близости дисперсий
Распределение weibull_min плохо соответствует прошлой статистике по близости медиан
Распределение dweibull плохо соответствует прошлой статистике по близости матожиданий
Распределение dweibull хорошо соответствует прошлой статистике по близости дисперсий
Распределение dweibull плохо соответствует прошлой статистике по близости медиан
Распределение pareto хорошо соответствует прошлой статистике по близости матожиданий
Распределение pareto хорошо соответствует прошлой статистике по близости дисперсий
Распределение pareto хорошо соответствует прошлой статистике по близости медиан
Распределение invweibull плохо соответствует прошлой статистике по близости матожиданий
Распределение invweibull плохо соответствует прошлой статистике по близости дисперсий
Распределение invweibull плохо соответствует прошлой статистике по близости медиан
```

Рис. 6. Программный код для проверки статистических гипотез

Библиотека `scipy.stats` содержит более 100 различных непрерывных распределений. Следующий код позволяет вывести список всех распределений и узнать количество их параметров (рис. 4).

Далее можно при помощи цикла осуществить подбор параметров методом максимального правдоподобия для всех законов распределения, имеющихся в модуле `scipy.stats`, либо ограничить список только выбранным набором распределений (рис. 5).

Затем можно проверить качество каждого из распределений, осуществив цикл применения статистических гипотез относительно близости результатов генерации по закону распределений и исходной выборки выплат. Для этих целей могут быть использованы тест Стьюдента на проверку гипотезы о равенстве матожиданий, тест Левена на проверку гипотезы о равенстве дисперсий и тест Манна-Уитни на проверку гипотезы о равенстве медиан (рис. 6).

Таблица 3

Результат имитационного моделирования по итерациям

| Итерация | Выплаты, руб. | Доля в выплатах, руб. | Восстановительная премия, руб. | Перестраховочная премия, руб. | Финансовый результат, руб. | Процент доли |
|----------|---------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------|
| 1        | 15 576 252    | 1 699 648             | 142 054                        | 4 000 000                     | 2 442 406                  | 10,91%       |
| 2        | 21 271 874    | 6 108 088             | 308 724                        | 4 000 000                     | -1 799 364                 | 28,71%       |
| 3        | 11 403 183    | 1 605 392             | 140 376                        | 4 000 000                     | 2 534 984                  | 14,08%       |
| 4        | 14 783 366    | 1 605 392             | 140 376                        | 4 000 000                     | 2 534 984                  | 10,86%       |
| 5        | 15 183 223    | 1 610 784             | 140 472                        | 4 000 000                     | 2 529 688                  | 10,61%       |
| 6        | 16 806 316    | 1 836 106             | 144 483                        | 4 000 000                     | 2 308 377                  | 10,93%       |
| 7        | 14 089 357    | 1 610 784             | 140 472                        | 4 000 000                     | 2 529 688                  | 11,43%       |
| 8        | 12 936 967    | 1 736 458             | 142 709                        | 4 000 000                     | 2 406 251                  | 13,42%       |
| 9        | 17 169 822    | 1 736 458             | 142 709                        | 4 000 000                     | 2 406 251                  | 10,11%       |
| 10       | 14 573 896    | 1 710 432             | 142 246                        | 4 000 000                     | 2 431 814                  | 11,74%       |

### Результаты исследования и их обсуждение

В приведённом примере видно, что наилучшим образом статистике выплат соответствуют распределения Ломакса и Парето, так как они близки к выборке и по матожиданию, и по дисперсии, и по медиане. Могут быть также добавлены другие статистические гипотезы.

После того, как определён закон распределения величины индивидуальной выплаты, выполняется имитационное моделирование всех будущих выплат и расчёт долей перестраховщика в каждой индивидуальной выплате внутри каждой итерации на основе условий перестрахований их таблицы 1.

Для каждой выплаты идентифицируются лейеры перестраховочного договора, которые она затрагивает, применяются условия собственного удержания и лимитов соответствующего лейера, а также рассчитывается величина восстановительной премии и итоговый финансовый результат перестраховщика. В результате сохраняется массив выплат в каждой итерации, а также формируется результирующая таблица для расчёта ОДП следующего вида (табл. 3).

К полученной таблице уже можно применить формулу расчёта ОДП в соответствии с п. 6.3.4.3.1 Положения № 781-П. Показатель  $P(AP < 0)$  будет равен отношению количества строк с отрицательным финансовым результатом перестраховщика ко всем строкам таблицы, показатель  $|E(AP|AP < 0)|$  будет равен модулю среднего

значения всех отрицательных строк полученной таблицы, а ОП – среднему значению суммы столбцов «Перестраховочная премия» и «Восстановительная премия».

Далее в соответствии с требованием п. 6.3.4.3.1 Положения № 781-П полученная величина ОДП сравнивается с величиной в 2,5%. Если ОДП больше данной величины, а также выполняются прочие условия, указанные в 6.3.4.3 Положения № 781-П, то такой договор перестрахования признаётся передающим страховой риск, и суммы по этому договору учитываются в расчёте нормативного размера маржи платёжеспособности (НРМП) страховой организации, в ином случае договор исключается из расчёта.

### Заключение

Приведённый алгоритм имитационного моделирования может использоваться не только для расчёта ОДП, но и для анализа выгодности заключения договора перестрахования исходя из заданных предпосылок для целей принятия решения о целесообразности его заключения.

Результат данной работы в виде программного кода и документации к нему также опубликован на сайте Центрального Банка в разделе разъяснений по применению Положения № 781-П [1], в ответе на вопрос страхового рынка «Просьба привести пример расчета величины ОДП и доли перестраховщиков в страховых резервах для договоров исходящего перестрахования эксцедента убытка».



*Библиографический список*

1. Положение Банка России от 16.11.2021 № 781-П (ред. от 22.09.2022) “О требованиях к финансовой устойчивости и платежеспособности страховщиков”.
2. Balbás A., Balbás B., Balbás R., Heras A. Risk transference constraints in optimal reinsurance // *Insurance: Mathematics and Economics*. 2022. Т. 103. P. 27-40.
3. Götze T., Gürtler M. Risk transfer beyond reinsurance: the added value of cat bonds // *The Geneva Papers on Risk and Insurance*. 2022. Т. 47, № 1. P. 125-171.
4. Huang Y., Yin C. A unifying approach to constrained and unconstrained optimal reinsurance // *Journal of Computational and Applied Mathematics*. 2019. Т. 360. P. 1-17.
5. Li D., Rong X., Zhao H., Wang Y. Equilibrium excess-of-loss reinsurance and investment strategies for an insurer and a reinsurer // *Communications in Statistics – Theory and Methods*. 2021.
6. Tang Q., Tong Z., Xun L. Portfolio risk analysis of excess of loss reinsurance // *Insurance: Mathematics and Economics*. 2022. Т. 102. P. 91-110.
7. Tian Y., Sun Zh., Guo Ju. Optimal mean-variance investment-reinsurance strategy for a dependent risk model with ornstein-uhlenbeck process // *Methodology and Computing in Applied Probability*. 2022. Т. 24, № 2. P. 1169-1191.
8. Yang L., Zhang Ch., Zhu H. Robust stochastic stackelberg differential reinsurance and investment games for an insurer and a reinsurer with delay // *Methodology and Computing in Applied Probability*. 2022. Т. 24, № 1. P. 361-384.
9. Zanotto A., Clemente G.P. An optimal reinsurance simulation model for non-life insurance in the solvency ii framework // *European Actuarial Journal*. 2022. Т. 12, № 1. P. 89-123.
10. Zhu Sh., Shi J. Optimal reinsurance and investment strategies under mean-variance criteria: partial and full information // *Journal of Systems Science and Complexity*. 2022. Т. 35. № 4. P. 1458-1479.
11. Алексеева Е.В., Усманова Н.С. Проблемы и перспективы развития системы перестрахования в России // *Наука среди нас*. 2019. № 5 (21). С. 343-348.
12. Бекетнова Ю.М. Анализ типологий отмывания доходов в сфере страхования // *Экономика и предпринимательство*. 2020. № 12 (125). С. 1430-1434.
13. Газин Г.И. Непропорциональное страхование: перестрахование на базе эксцедента убытка // *Пути повышения результативности современных научных исследований: сборник статей Международной научно-практической конференции. Том 1. Омега сайнс*. 2019. С. 53-55.
14. Дедиков С.В. Договорно-правовое регулирование перестрахования: тенденции последнего времени // *Хозяйство и право*. 2020. № 4 (519). С. 69-92.
15. Еремич Л. Институциональный инвестор на финансовом рынке – финансовое перестрахование и риск // *Актуальные проблемы экономического развития: сборник докладов IX Международной научно-практической конференции*. 2018. С. 183-187.
16. Жегалова Е.В. Перестрахование в России: новые задачи в современных условиях // *Проблемы развития предприятий: теория и практика*. 2022. № 1-2. С. 151-155.
17. Иванова С.А. Проблемы и перспективы развития законодательства российской федерации о перестраховании // *Государство и право*. 2019. № 12. С. 85-92.
18. Калайда С.А., Чернова Г.В. Оценка платежеспособности страховой организации в соответствии с положением № 781-П // *Страховое дело*. 2023. № 7 (364). С. 3-13.
19. Кареева Ю.Ю., Николаев П.П., Николаева И.В., Шиховцов Ю.В. Стохастическое моделирование – эффективный метод исследования // *Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта*. 2016. № 11 (141). С. 74-82.