МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

Кафедра теории вероятностей и математической статистики

Моделирование динамики фонда страховой компании и оценка вероятности разорения с учетом процентных ставок

Курсовая работа

Ерошевича Дениса Владимировича

студента 3 курса,

специальность «актуарная математика»

Научный руководитель:

кандидат физико-математических наук,
доцент П. М. Лаппо

Минск, 2023

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет прикладной математики и информатики
Кафедра теории вероятностей и математической статистики

“**Утверждаю**”
Зав. кафедрой________________ Харин А.Ю.
“___” _______________ 2023г.

ЗАДАНИЕ

КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Студенту 3 курса Ерошевичу Д. В.

1. Тема работы **Моделирование динамики фонда страховой компании и оценка вероятности разорения с учетом процентных ставок**
.
утверждена приказом № ___ по Белгосуниверситету от “___”_______ 2023г.

2. Срок сдачи студентом законченной работы ___________________________
3. Исходные данные к работе:
   1. Медведев Г.А. Риски страхования.
   2. Интернет-источники
4. Перечень вопросов подлежащих разработке или краткое содержание работы
   1. Изучить модель динамики фонда страховой компании при независимых размерах исков.
   2. Изучить подход к оценке вероятности разорения при независимых выплатах.
   3. Изучить подход к оценке вероятности разорения при зависимых выплатах.
   4. Рассмотреть возможность получения модели вероятности разорения компании и найти зависимость вероятности разорения от процентных ставок по различным сценариям.
5. Дата выдачи задания “___” ______________________________ 2023г.

Руководитель _______________________ / _Лаппо П.М. /
(подпись) (Ф.И.О.)

Задание принял к исполнению « ___» ___________ 2023г.

____
(подпись студента)

Оглавление

Введение

Как известно, главным условием эффективного функционирования страхового рынка является надежность его участников-страховщиков. Поддержание способности каждого страховщика, действующего на рынке, своевременно и в полном объеме выполнять взятые на себя обязательства, т. е. его финансовой устойчивости, является отправной точкой для фактического проявления и реализации функций страхования.

При этом современное состояние финансов страховых организаций требует поиска новых форм и методов повышения их конкурентоспособности и финансовой устойчивости, поэтому сейчас становится очевидной необходимость создания систем более эффективной оценки финансового состояния страховой компании и повышения уровня ее финансовой устойчивости.

Многообразие форм проявления риска, частота и тяжесть последствий его реализации вызывают необходимость углубленного анализа рисков и экономико-математического обоснования финансовой политики страховой компании. Использование экономико-математических методов в первую очередь позволяет получить более обоснованные и достоверные оценки основополагающих характеристик финансовой устойчивости, к которым относятся такие показатели, как вероятность разорения, маржа платежеспособности, собственный капитал, страховые тарифы и др.

Нахождение вероятности разорения страховой компании является одной из важнейших задач страховой математики, на основе которой строятся основные актуарные концепции оценки финансовой устойчивости, понимаемой не только как отсутствие банкротства, но и как его недопущение. Знание вероятности разорения позволяет найти оптимальную величину страховой премии.

Различие актуарных моделей состоит в том, какие предположения о распределении страховых выплат (и их размере) и интервалов времени между выплатами положены в основу построения модели. Выплаты могут иметь одинаковые распределения с известной функцией распределения, с произвольной функцией распределения, интервалы между выплатами могут иметь неодинаковые показательные распределения, последовательность выплат также может быть описана с помощью пуассоновского процесса. Некоторые модели позволяют учитывать дополнительные возможности, например выплату дивидендов участникам.

Такое рассмотрение финансовой устойчивости, безусловно недостаточно полное с точки зрения многогранности данной проблемы, однако оно позволяет использовать формальные экономико-математические модели для получения обоснованных оценок, которые должны ложиться в основу принятия решений менеджерами страховых компаний.

Для практики чрезвычайно важно дать достоверную качественную оценку финансовой устойчивости страховой компании. Однако эта проблема довольно сложная, в первую очередь из-за того, что используемые экономико-математические модели не могут учесть все факторы, влияющие на уровень финансовой устойчивости. Кроме того, их влияние на результирующий показатель часто не может быть выражено аналитическими зависимостями, в связи с чем для получения оценок уровня финансовой устойчивости приходится использовать приближенные методы решения. Вместе с тем применение экономико-математического аппарата все же позволяет значительно повысить обоснованность принятия решений по управлению финансовой устойчивостью в рамках основных ее характеристик — вероятности разорения, величины начального капитала, маржи платежеспособности, оптимизации тарифной и перестраховочной политики.

1. Модель динамики фонда страховой компании при независимых размерах исков

1.1 Модель индивидуального и коллективного риска

Методы математического анализа страховых рисков и финансовой устойчивости страховых компаний основываются на теории индивидуального и коллективного риска, которые могут быть использованы как для краткосрочных, так и для долгосрочных видов страхования, требующих учета влияния временного фактора.

Модель *индивидуального риска* — это простейшая модель функционирования страховой компании, предназначенная для расчета вероятности разорения.

Обозначим через S случайные финансовые потери страховщика в течении некоторого фиксированного периода времени исполнения страховых контрактов. Тогда S – случайная величина, распределение вероятностей которой необходимо знать для определения рационального ведения дел страховщика. В модели индивидуального риска принимается

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N , \tag{1}$$

где $X_i, 1 \le i \le n,$ являются потерями на один страховой контракт i, а n – это число исполняемых страховых контрактов в течение рассматриваемого периода времени. Как правило, потери X_i называются суммами индивидуальных исков, так как в общем случае страховые выплаты осуществляются на основе претензии страхователя или через суд. В данном случае суммарные потери S называются совокупным иском. Обычно предполагается, что X_i являются независимыми случайными величинами, потому что так облегчается математический анализ модели.

Достоинством данного подхода является то, что в ряде случаев оценить параметры распределения таких случайных величин проще для каждого отдельного страхового риска, особенно в имущественном страховании, где риски часто уникальны.

Другой моделью является модель коллективного риска.

В модели *коллективного риска* основным является понятие случайного процесса, который образуют только положительные иски из портфеля договоров. Этот процесс характеризуется в терминах портфеля в целом, а не через индивидуальные контракты, составляющие портфель. Математическая формулировка следующая: пусть $\boldsymbol{N}$ обозначает число исков порождаемых портфелем договоров страхования в течение заданного временного периода, пусть X_1 обозначает сумму первого иска; X_2 - сумму второго иска и так далее. Тогда

$$S = X_1 + X_2 + \ldots + X_N \qquad (2)$$

представляет собой совокупный иск, порождаемый портфелем в течение изучаемого периода. Число исков N является случайной величиной, связанной с частотой появления исков. Эта СВ может рассматриваться как число ненулевых исков в индивидуальной модели риска. Однако заметим некоторое отличие. В модели индивидуального риска СВ N не может превышать величины n - полного числа контрактов в портфеле страховой компании, в то время как в коллективной модели риска часто значения СВ N не ограничиваются сверху. Это, конечно, является некоторой неадекватностью модели, но часто значительно упрощает ее математический анализ. Величины сумм индивидуальных исков X_1, X_2, ... в модели коллективного риска, так же как и в модели индивидуального риска, являются случайными величинами отражающими потери компании по каждому индивидуальному иску.

1.2 Модель динамики фонда

Рассматривают статические и динамические модели, отличие которых состоит в том, что в динамических моделях учтена зависимость от времени (динамика риска) по сборам и выплатам страховой компании.

Обычно статическую модель финансового состояния страховой компании записывают в форме равенства:

$$U_1 = u + C \square S_n, \qquad (3)$$

где Q — страховой фонд на конец рассматриваемого периода; u — начальный капитал страховой компании (в различных источниках именуемый также как начальный резерв страховой компании); C = c · n, где c — страховая премия, выплаченная компании одним страхователем, при условии равенства величины премии по всем договорам страхования, или в более общем случае

Суммарная величина выплат по договорам страхования определяется суммой

$$S_n = W_1 + W_2 + \ldots + W_n, \qquad (4)$$

Обычно предполагается, что в модели индивидуального риска случайные величины $W_1, \ldots, W_n$ независимы (т.е. исключаются события, когда одновременно по нескольким договорам наступают страховые случаи), неотрицательны и ограничены, и, кроме того, все страхователи однородны, т. е. $W_1, \ldots, W_n$ одинаково распределены. Поскольку страховые случаи происходят не по всем договорам, то некоторые из случайных величин $W_1, \ldots, W_n$, где W_i— потери по i-ому договору, равны нулю.

Динамическая модель финансового состояния страховой компании записывается в форме равенства, аналогичного (3):

$$U_2 = u + C(t) - \sum_{i=1}^{N(t)} W_i, \qquad (5)$$

где $C(t)$ — величина премии, полученной к моменту $t > 0$.

Или, иначе,

$$U_2 = u + Q(t) = u + c \cdot t - \sum_{i=1}^{N(t)} W_i, \qquad (6)$$

где $Q(t)$ — случайная величина превышения доходов над расходами, определяется как техническая прибыль; $N(t)$ — случайный процесс количества страховых случаев, произошедших к моменту времени t ; при неубывающей последовательности случайных величин $t_0 = 0 \le t_1 \le \ldots$, характеризующей моменты наступления отдельных исков; $T_n = t_n - t_{n-1}$, $n \ge 0$, – время между наступлениями исков; общее количество поданных исков к моменту t_0 составит $N(t) = \sup\{ n : t_n \le t \}$. Между случайными величинами $N(t)$ и последовательностью $\{ t_n \}$ имеется взаимосвязь $\{ N(t) = n \} = t_n \le t \le t_{n+1} \}$; c — норма рисковой премии, получаемой по всем договорам в каждый момент времени; $W_i(t)$ — случайный процесс величины ущерба по i -му страховому случаю, произошедшему до момента времени t . При $N(t) = 0$ очевидно, что $W(t) = 0$.

Случайный процесс

$$Q(t) = c \cdot t - \sum_{i=1}^{N(t)} W_i, \qquad (7)$$

в экономико-математических исследованиях называют процессом риска.

Традиционной мерой риска и ключевым понятием задачи о разорении в страховании считается вероятность разорения.

2. Оценка вероятности разорения при независимых выплатах

В этом пункте мы рассмотрим модель для оценки вероятности разорения при независимых выплатах.

Возьмем модель (3) из предыдущего пункта. U_n обозначим за фонд страховщика в момент n, $n = 0, 1, \ldots$ Мы предположим, что

$$U_n = u + nc - S_n, \tag{8}$$

где $u = U_0$ равно величине начального фонда. Мы предположим также, что

$$S_n = W_1 + W_2 + \ldots + W_n, \tag{9}$$

где W_i является суммой исков за период i и $W_1, W_2, \ldots, W_n$ – независимые и одинаково распределенные СВ.

Кроме того, $\mu = E[W] < c$ (W является СВ, распределенной так же, как W_i). Пусть

$$\widetilde{T} = \min\{n\colon U_n < 0\} \tag{10}$$

обозначает момент разорения (снова полагая $\widetilde{T} = \infty$, если $U_n \geq 0$ для всех n) и пусть

$$\widetilde{\Psi}(u) = \Pr(\widetilde{T} < \infty) \tag{11}$$

обозначает вероятность разорения в этом контексте.

Эта модель приводит к результату, аналогичному теореме 6.1. Для его формулировки мы должны сначала дать определение подстроечного коэффициента $\widetilde{R}$ для этой новой модели. Мы определим $\widetilde{R}$ как положительное решение уравнения

$$e^{-cr} M_W(r) = 1 \tag{12}$$

Уравнение $e^{-cr}M_W(r)$ характеризуется следующими свойствами:

$$\frac{d}{dr}\left[e^{-cr} M_W(r)\right] = \frac{d}{dr}E\left[e^{(W-c)r}\right] = E\left[(W-c)\, e^{(W-c)r}\right],$$

$$\frac{d^2}{dr^2}[e^{-cr} M_W(r)] = E[(W - c)^2 e^{(W - c)r}].$$

Далее, при условии, что W имеет положительную вероятность значений, превышающих c, первая производная для некоторых достаточно больших r становится положительной и остается затем такой же. Таким образом, $e^{-cr} M_W(r)$ будет иметь минимум, а значит $\widetilde{R}$ является положительным.

Заметим, что уравнение (12) может быть переписано как

$$\ln M_W(r) - cr = 0. \tag{13}$$

Если мы рассмотрим частный случай, когда общее распределение СВ W_i является составным пуассоновским, то $\ln M_W(r) = \lambda(M_X(r) - 1)$. Следовательно, когда процесс исков является составным пуассоновским, $\widetilde{R} = R$, так что $\widetilde{R}$ может рассматриваться как обобщение R.

Теперь получим выражение для $\widetilde{R}$ в частном случае, когда общим распределением СВ W_i является нормальное $N(\mu, \sigma^2)$.

Так как $\ln M_W(r) = \mu r + \sigma^2 r^2/2$, то положительным решением уравнения (13) является $\widetilde{R} = 2(c - \mu)/\sigma^2$, где имеет место неравенство $\mu < c$.

Далее для $u > 0$

$$\widetilde{\psi}(u) = \frac{exp(u)}{E[exp()| <].} \tag{14}$$

А так как $U_{\widehat{T}} < 0$ по определению, отсюда

$$\widetilde{\psi}(u) = \exp(-\widetilde{R}u). \tag{15}$$

Теперь получим аппроксимацию для $\widetilde{R}$. Для СВ X

$$\frac{d\ln\ln M_X(t)}{dt}\Big|_{t=0} = E[X],$$

$$\frac{d^2\ln\ln M_X(t)}{dt^2}\Big|_{t=0} = \mathrm{Var}[X].$$

Поэтому, применяя разложение Маклорена в ряд, имеем

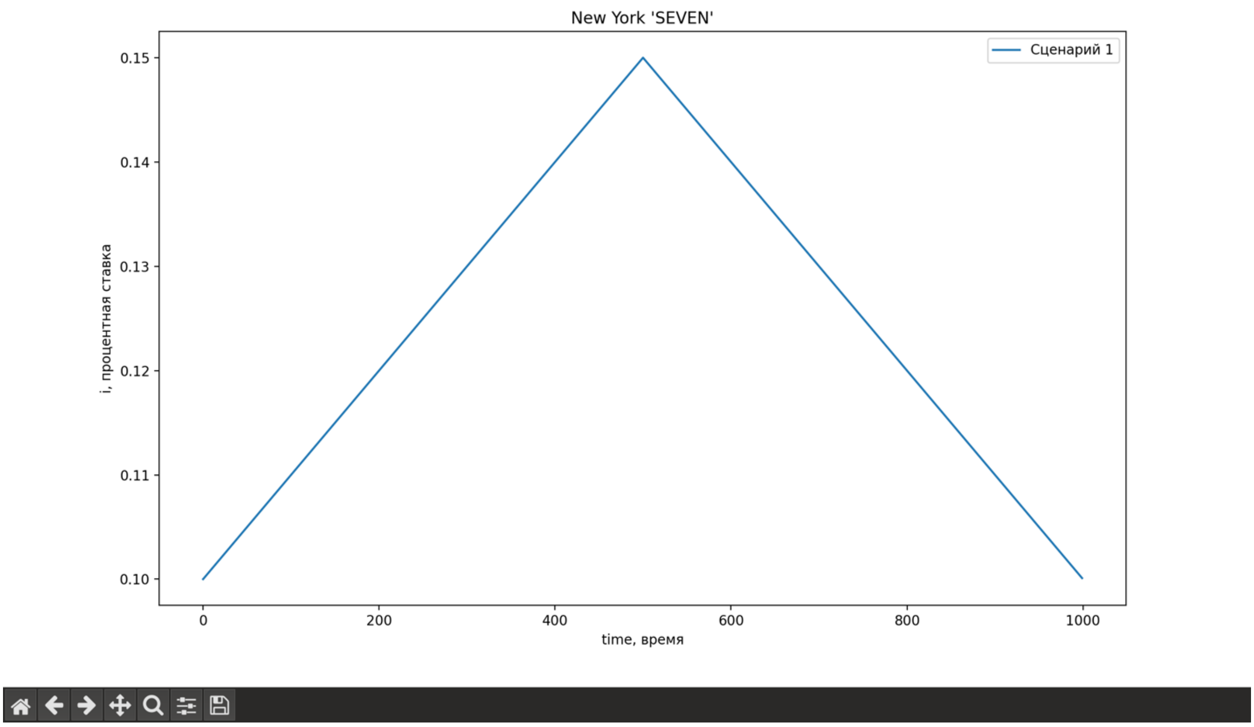
$$\ln M_W(r) = \mu r + \frac{\sigma^2 r^2}{2} + \ldots,$$

где σ^2=Var[W]. Если мы используем только первые два члена этого разложения в уравнении (6.29), то получим аппроксимацию

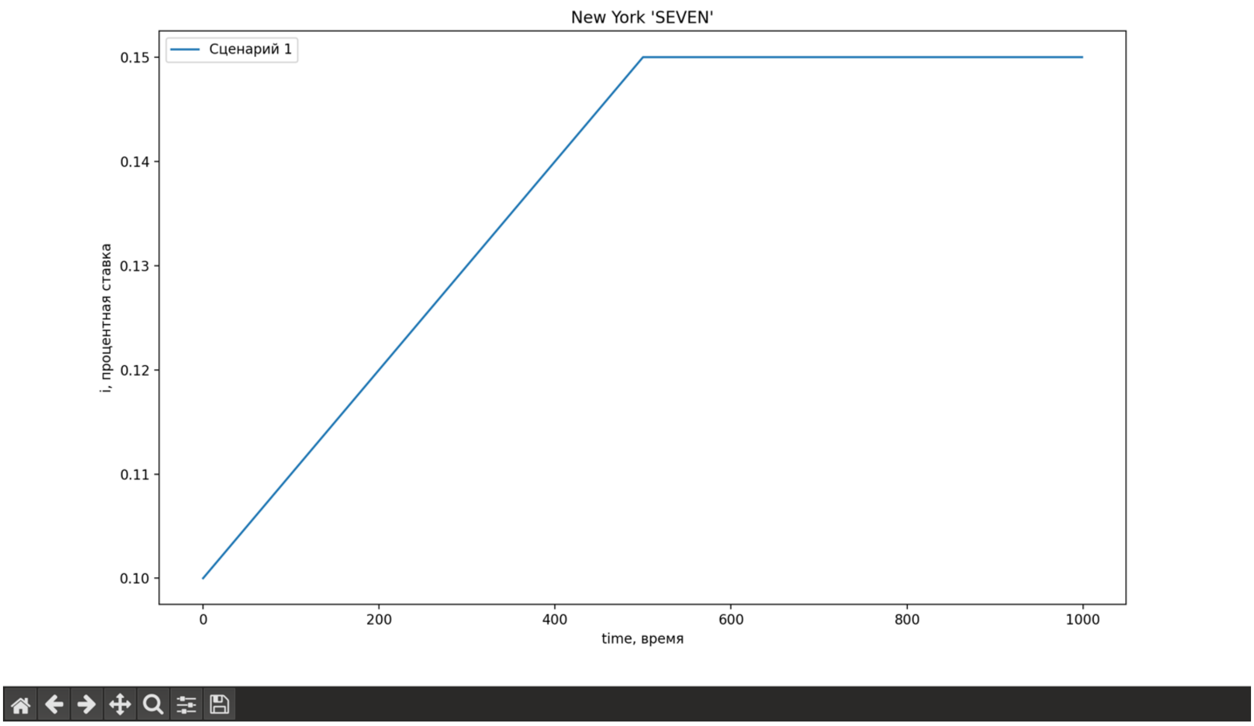
$$\widetilde{R} \approx 2(c - \mu)/\sigma^2. \qquad (16)$$

Сравнивая это выражение с выражением для $\widetilde{R}$ для нормального распределения СВ W_i мы получим такой же результат.

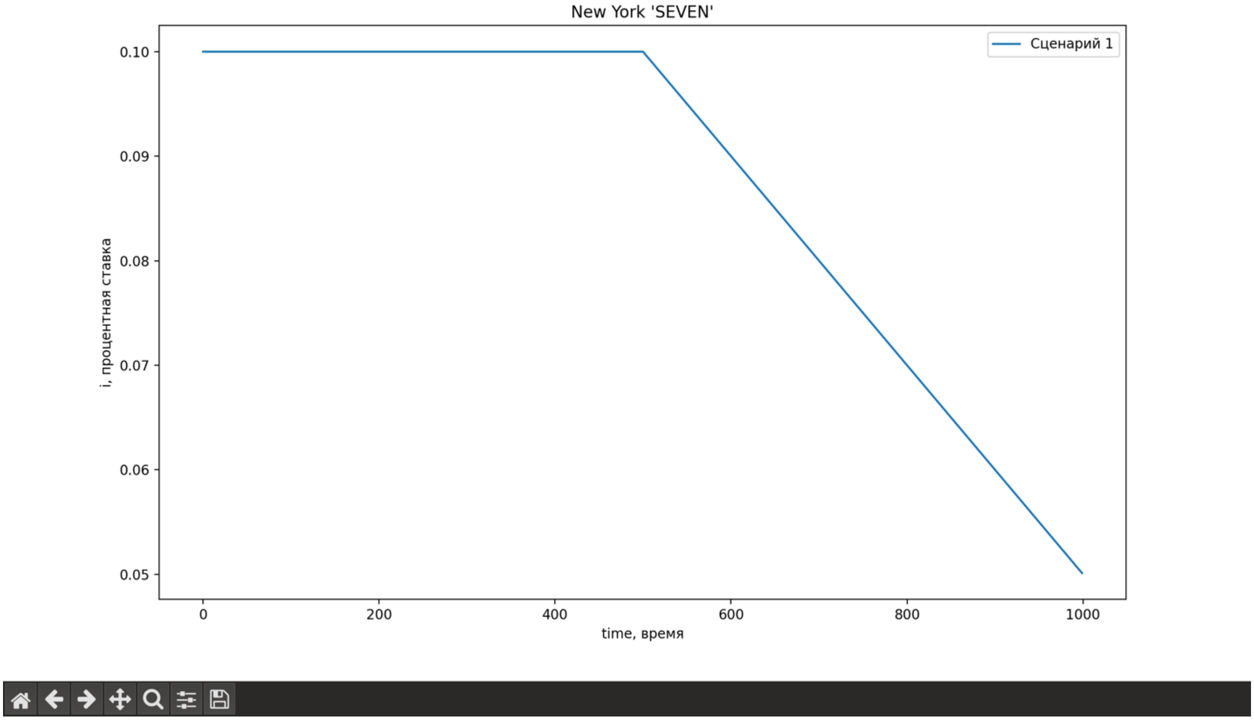
3. Сценарии развития процентной ставки New York “SEVEN”



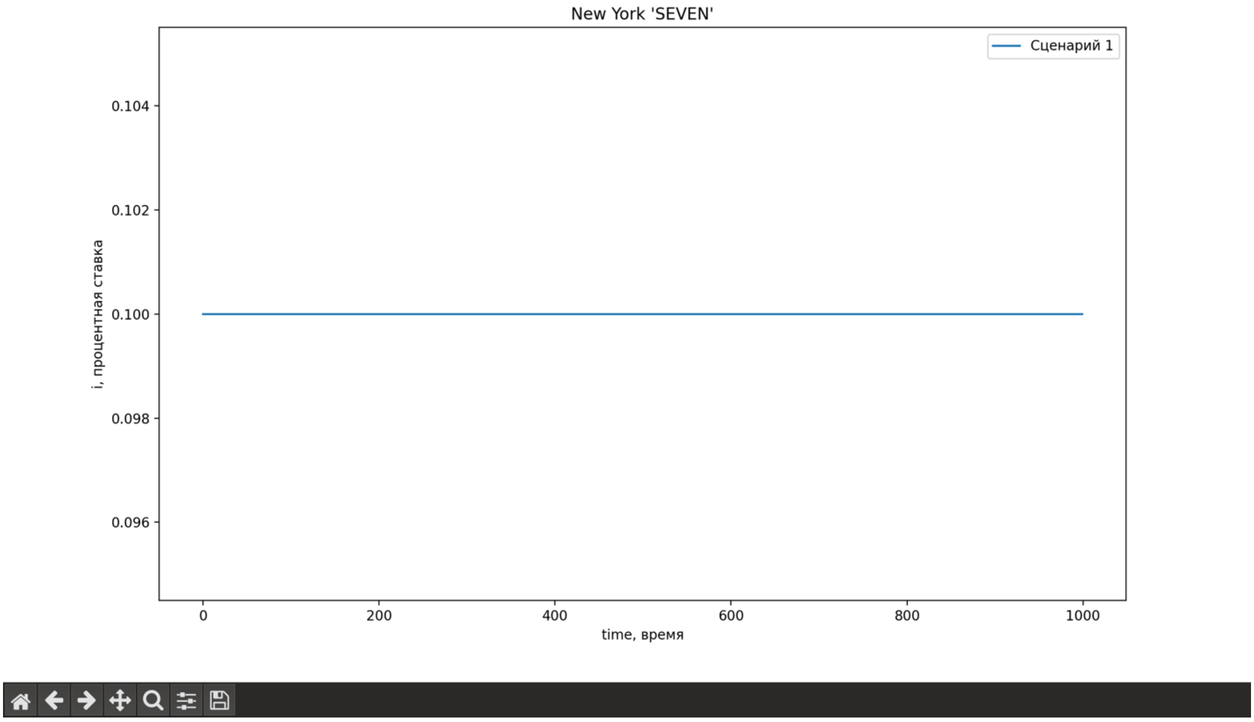
Сценарий 1. Процентная ставка сразу возрастает, затем убывает



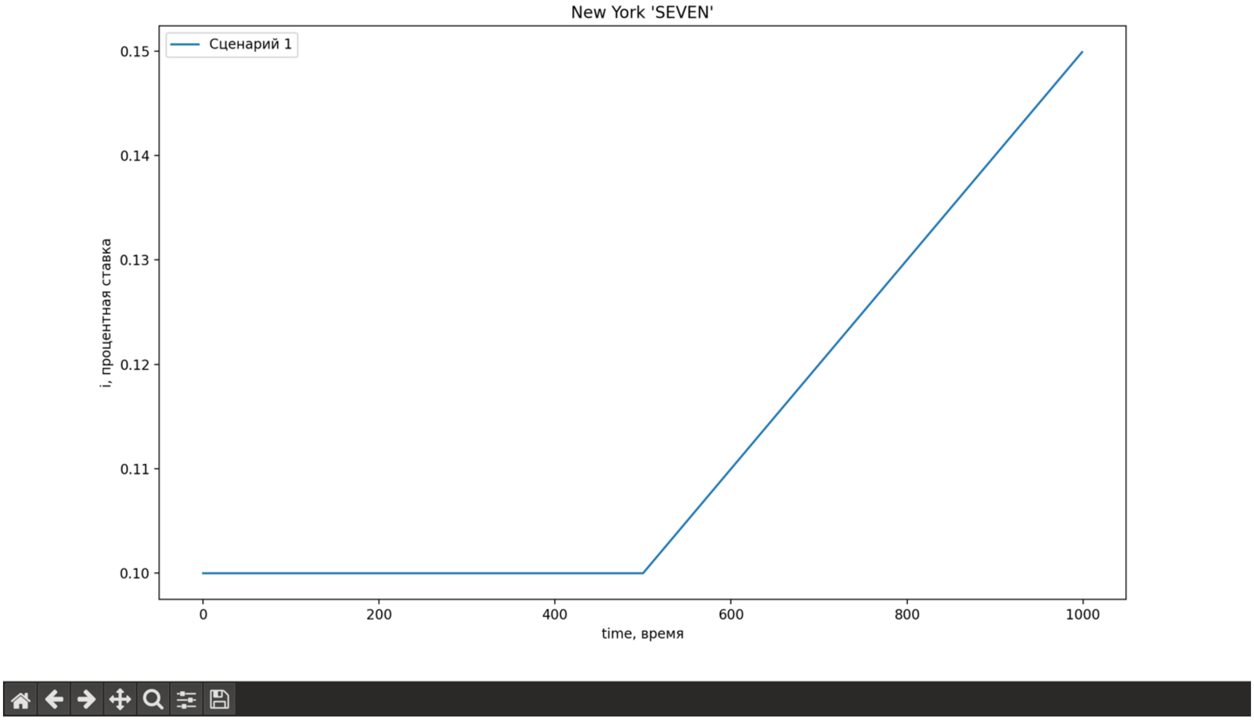
Сценарий 2. Процентная ставка сразу возрастает, затем постоянна



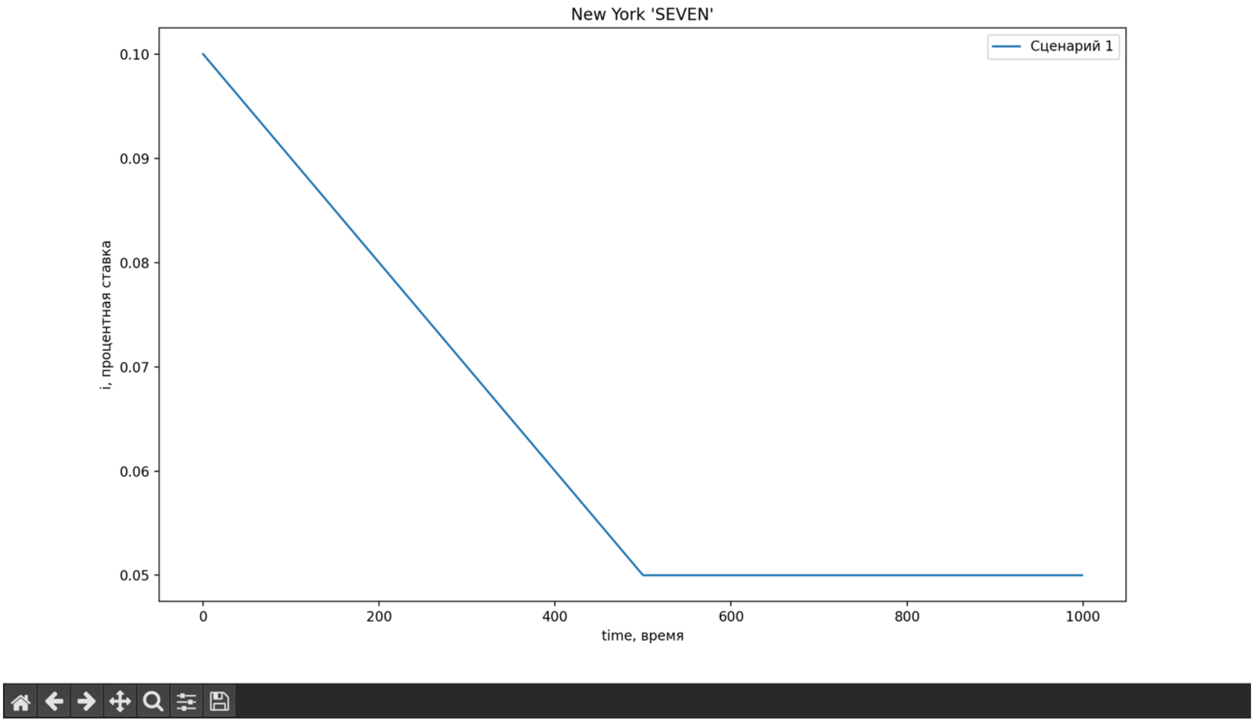
Сценарий 3. Процентная ставка сразу постоянна, затем убывает



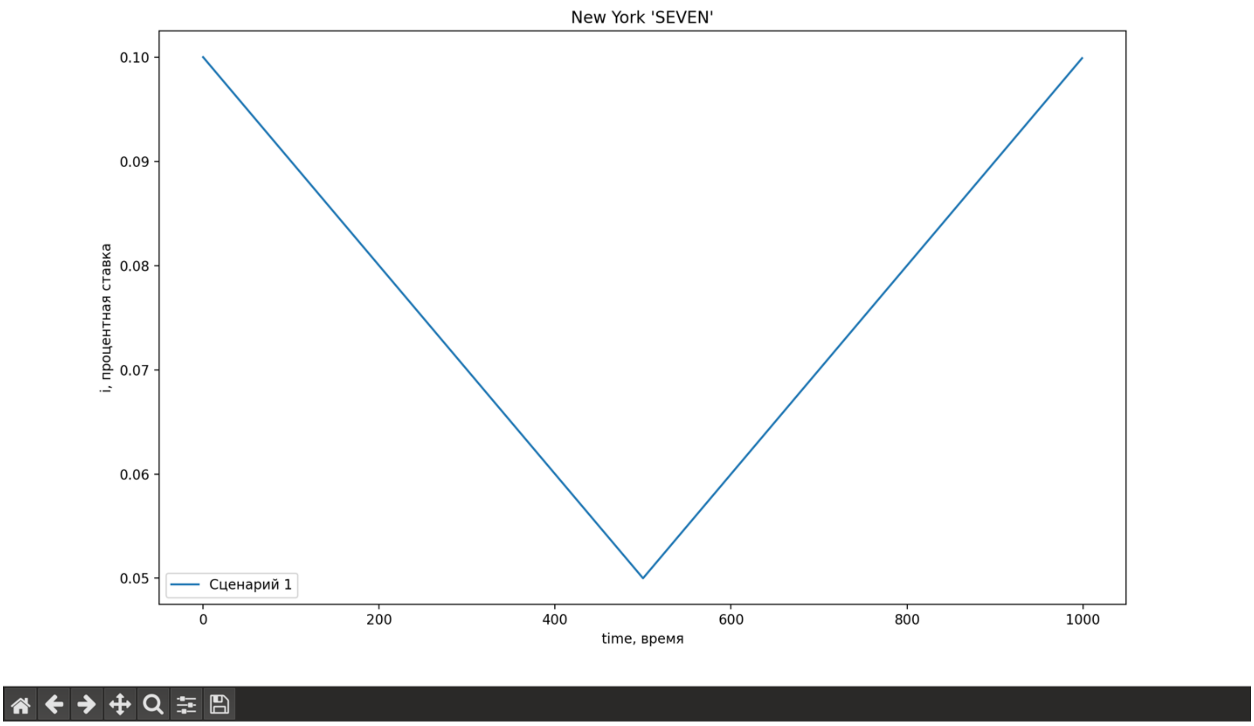
Сценарий 4. Процентная ставка постоянна



Сценарий 5. Процентная ставка сразу постоянна, затем возрастает



Сценарий 6. Процентная ставка сразу убывает, затем постоянна



Сценарий 7. Процентная ставка сразу убывает, затем возрастает

Практическое задание

Постановка: построить модель динамики вероятности разорения страховой компании с учетом процентных ставок и без них. Показать зависимость процентной ставки от параметра τ. Рассмотреть вероятность разорения компании в зависимости от различных сценариев развития процентной ставки.

Сначала посчитаем динамику начального капитала компании при различной процентной ставке по следующей формуле:

$U_n = u(1 + i) + nc - S_n$, положим $i = \overline{0.02,\ \ldots,\ 0.2}$, а для u возьмем значения с 30 по 50

$S_n = x_1 + x_2 + \ldots + x_n$, где x_i – случайная величина, полученная по закону гамма-распределения с параметрами $\alpha = 3$, $\beta = 5$

$c = (1 + \tau)\frac{\alpha}{\beta}$

И сравним динамику разорения для $\tau = 0.2$ и $\tau = 0.5$

Результаты:

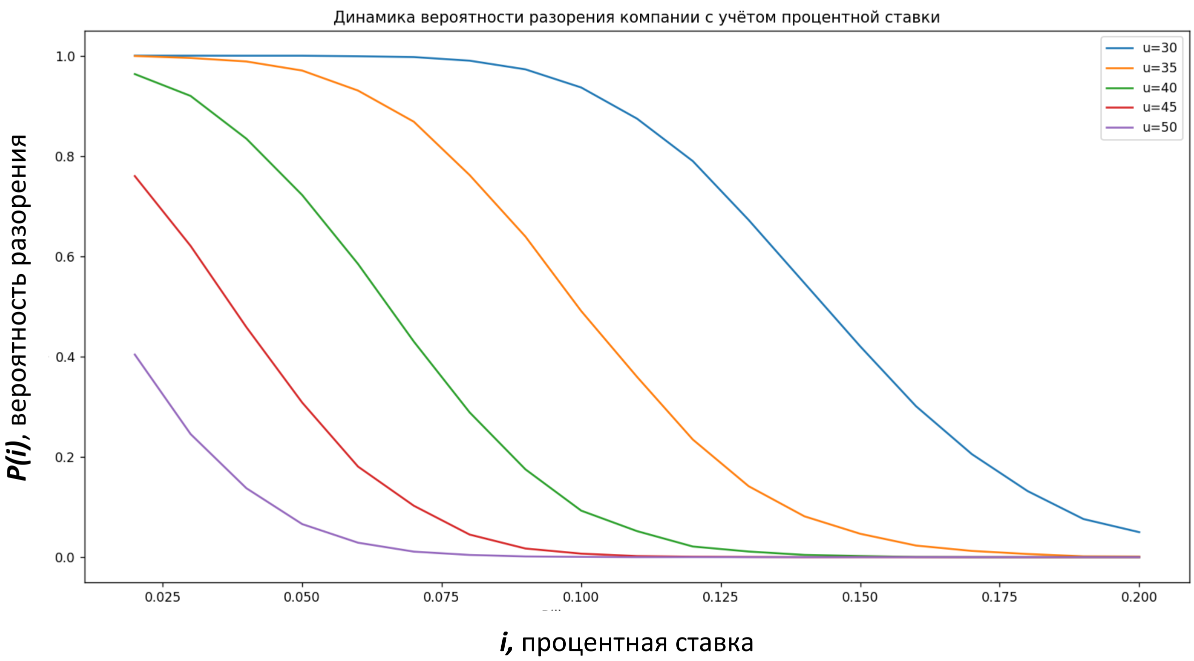


Рис.1. Динамика вероятности разорения компании при $\tau = 0.2$

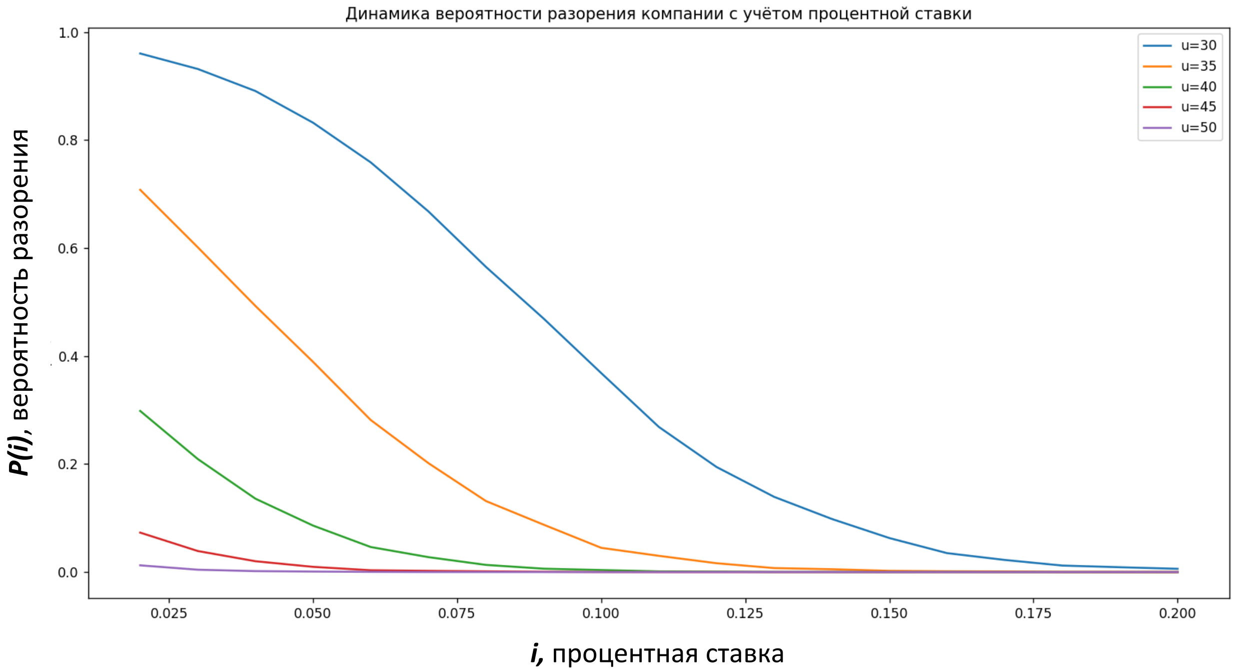


Рис.2. Динамика вероятности разорения компания при $\tau = 0.5$

Из полученных данных можно сделать вывод, что вероятность разорения уменьшается с увеличением начального капитала u, процентной ставки i и параметром τ, который увеличивает значение страховой премии c.

Возьмем первоначальную процентную ставку i равную 0.1 и рассмотрим и рассмотрим семь сценариев развития процентной ставки, которые представлены на графике

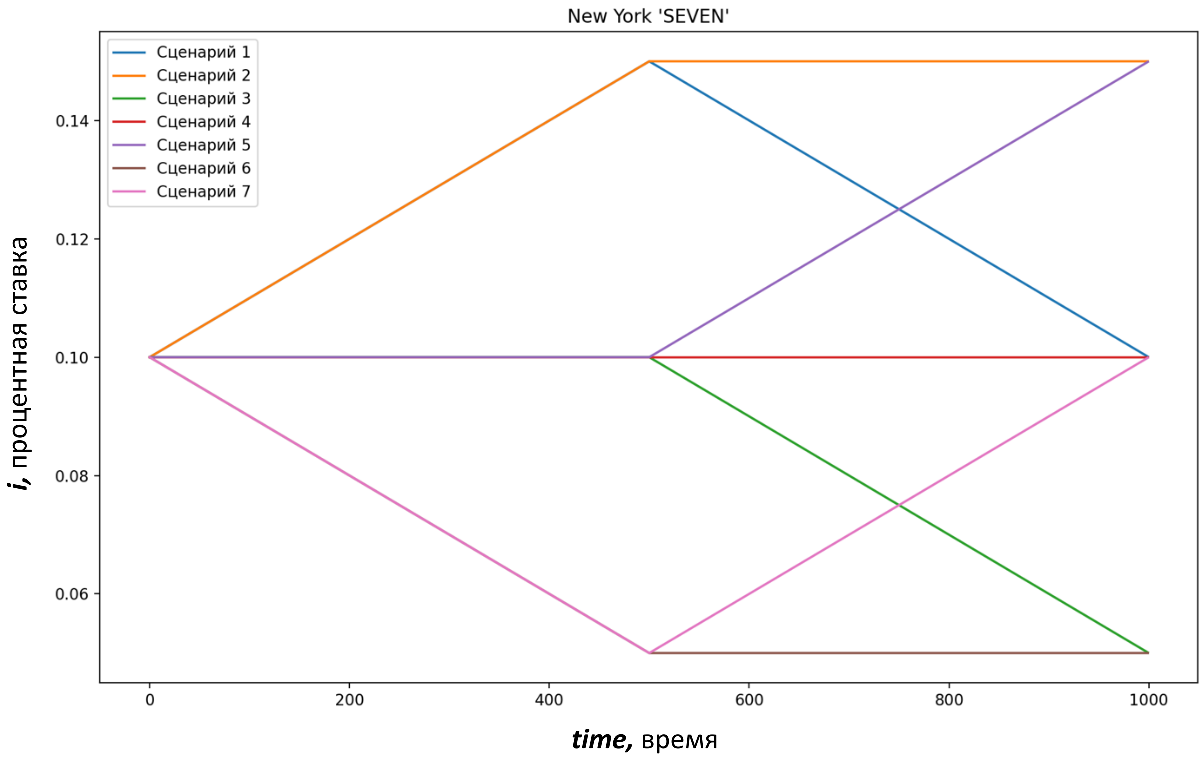


Рис.3. Сценарии изменения процентной ставки New York “SEVEN”

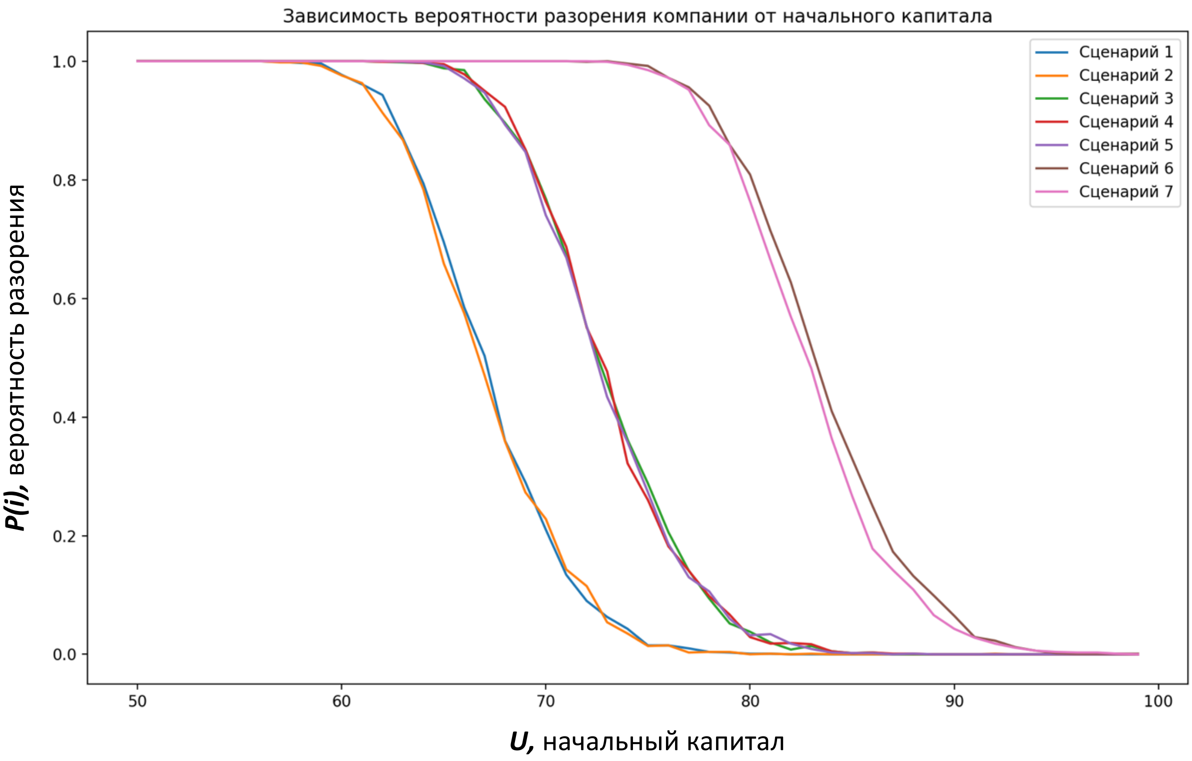


Рис.4. Зависимость вероятности разорения компании от начального капитала

По данным рисунка можно заметить, что от различных сценариев развития процентной ставки зависит вероятность разорения компании. Так, к примеру, компании, имеющие развитие процентной ставки по сценарию №1 или №2 не будет разорена при начальном капитале от 78.
Компании, имеющие развитие процентной ставки по сценарию №3, №4 или №5 не будет разорена при начальном капитале от 85. А при сценариях №6 или №7 компанию не будет разорена уже со стартовым капиталом равным 95.

Таким образом можно сделать вывод, что компаниям, имеющим небольшой стартовый капитал наиболее выгоднее использовать изменения процентной ставки по первым двум сценариям, чтобы избежать разорения компании.

Заключение

В данной работе были изучена литература по моделям риска. Были рассмотрены модели динамики фонда страховых компаний, разновидности моделей риска, такие как индивидуальная и коллективная, а также статическая и динамическая модель построения динамики фонда.

Был изучен подход к оценке вероятности разорения страховой компании при независимых выплатах с различной процентной.

В результате были получены модели для оценивания вероятности разорения страховой компании в случаях, когда процентная ставка принимала значения от 2% до 20%.

Была найдена зависимость страхового фонда от начального фонда, страховых премий и процентной ставки. Увеличение страхового фонда, страховых премий и процентной ставки уменьшает вероятность разорения страховой компании.

Были построены модели изменений процентной ставки по сценариям New York “SEVEN”. Составлена зависимость вероятности разорения страховой компании от начального капитала в зависимости от различных сценариев.

Список использованной литературы

1. Медведев Г.А. Математические модели финансовых рисков: Учеб. Пособие: В 2 ч. Ч.2 Риски страхования, - Минск, БГУ, 2001, - 293с.
2. А. Ю. Казак, Ю. Э. Слепухина “Финансовые риски в страховом бизнесе: модели и методы оценки”
3. Asmussen, S. Albrecher H. Ruin Probabilities. World Scientific. – 2010. – 609p.
4. https://mobile.studbooks.net/1224305/bankovskoe_delo/veroyatnost_razoreniya_strahovoy_kompanii

Приложение

Листинг задания (реализация на языке Python)

```
from scipy.stats import gamma
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

def RuinCompany(interestRate,):
    U = startU
    for i in range(time):
        U = U * (1 + interestRate) + C - gamma.rvs(alpha, beta)
        if (U < 0).any():
            return 1
    return 0

def TotalR(interestRate):
    R = 0
    for j in range(N):
        R = R + RuinCompany(interestRate)
    return R

def PR(interestRate):
    return TotalR(interestRate) / N

N = 100
time = 100
startU: int = 40
U = startU
alpha = 3
beta = 5
theta = 0.2
X = []
C = (1 + theta) * alpha / beta
R = 0
P = []
for startU in range(30, 51, 5):
    xlist = np.arange(0.02, 0.21, 0.01)
    ylist = list(PR(x) for x in xlist)
    plt.plot(xlist, ylist)
plt.ylabel("P(i), вероятность разорения")
plt.xlabel("i, процентная ставка")
plt.title("Динамика вероятности разорения компании с учётом процентной
ставки")
plt.legend(("u=30", "u=35", "u=40", "u=45", "u=50"))
plt.show()
```

```
from scipy.stats import gamma
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

def RuinCompany(interestRate, startU):
    U = startU
    for i in range(time):
        U = U * (1 + interestRate[i]) + C - gamma.rvs(alpha, beta)
        if (U < 0).any():
            return 1
    return 0

def TotalR(interestRate, startU):
    R = 0
    for j in range(N):
        R = R + RuinCompany(interestRate, startU)
    return R

def PR(interestRate, startU):
    return TotalR(interestRate, startU) / N


N = 1000 time = 100 start = 50 finish = 100 alpha = 3  beta = 5  theta =
0.2  k = 0 step = 0.5

X = []  C = (1 + theta) * alpha / beta  R = 0  P = []

interestRate = [] interestRate.append(0.1)

half = time / 2 part = 0.05 / half



###--------------------New York 'SEVEN'---------------------###



###Script 1

xlist =  np.arange(0, time, 1) for i in range (time - 1):
    if i < half:
            interestRate.append(interestRate[-1] + part)
    else:
        interestRate.append(interestRate[-1] - part)

plt.plot(xlist, interestRate)

###Script 2

interestRate = [] interestRate.append(0.1)

xlist =  np.arange(0, time, 1)
for i in range (time - 1):
```

```
    if i < half:
        interestRate.append(interestRate[-1] + part)
    else:
        interestRate.append(interestRate[-1])

plt.plot(xlist, interestRate)

###Script 3

interestRate = [] interestRate.append(0.1)

xlist =  np.arange(0, time, 1)
for i in range (time - 1):
    if i < half:
        interestRate.append(interestRate[-1])
    else:
        interestRate.append(interestRate[-1] - part)

plt.plot(xlist, interestRate)

###Script 4

interestRate = [] interestRate.append(0.1)

xlist =  np.arange(0, time, 1)
for i in range (time - 1):
    interestRate.append(interestRate[-1])

plt.plot(xlist, interestRate)

###Script 5

interestRate = [] interestRate.append(0.1)

xlist =  np.arange(0, time, 1)
for i in range (time - 1):
    if i < half:
        interestRate.append(interestRate[-1])
    else:
        interestRate.append(interestRate[-1] + part)

plt.plot(xlist, interestRate)

###Script 6

interestRate = [] interestRate.append(0.1)

xlist =  np.arange(0, time, 1)
for i in range (time - 1):
    if i < half:
        interestRate.append(interestRate[-1] - part)
    else:
        interestRate.append(interestRate[-1])

plt.plot(xlist, interestRate)

###Script 7

interestRate = [] interestRate.append(0.1)
```

```
xlist =  np.arange(0, time, 1)
for i in range (time - 1):
    if i < half:
        interestRate.append(interestRate[-1] - part)
    else:
        interestRate.append(interestRate[-1] + part)

plt.plot(xlist, interestRate)

plt.ylabel("i, процентная ставка")
plt.xlabel("time, время")
plt.title("New York 'SEVEN'")
plt.legend(("Сценарий 1", "Сценарий 2", "Сценарий 3", "Сценарий 4", "Сценарий
5", "Сценарий 6", "Сценарий 7")
)
plt.show()




###-------Зависимость вероятности разорения от начального капитала--------###



###Script 1

interestRate = [] interestRate.append(0.1)

for i in range (time - 1):
    if i < half:
        interestRate.append(interestRate[-1] + part)
    else:
        interestRate.append(interestRate[-1])


xlist =  np.arange(start, finish, step)
ylist = list(PR(interestRate, x) for x in xlist)
plt.plot(xlist, ylist)


###Script 2

interestRate = [] interestRate.append(0.1)

for i in range (time - 1):
    if i < half:
        interestRate.append(interestRate[-1] + part)
    else:
        interestRate.append(interestRate[-1])


xlist =  np.arange(start, finish, step)
ylist = list(PR(interestRate, x) for x in xlist)
plt.plot(xlist, ylist)

###Script 3

interestRate = [] interestRate.append(0.1)
```

```
for i in range (time - 1):
    if i < half:
        interestRate.append(interestRate[-1])
    else:
        interestRate.append(interestRate[-1] - part)


xlist =  np.arange(start, finish, step)
ylist = list(PR(interestRate, x) for x in xlist)
plt.plot(xlist, ylist)

###Script 4

interestRate = [] interestRate.append(0.1)

for i in range (time - 1):
    interestRate.append(interestRate[-1])


xlist =  np.arange(start, finish, step)
ylist = list(PR(interestRate, x) for x in xlist)
plt.plot(xlist, ylist)

###Script 5

interestRate = [] interestRate.append(0.1)

for i in range (time - 1):
    if i < half:
        interestRate.append(interestRate[-1])
    else:
        interestRate.append(interestRate[-1] + part)


xlist =  np.arange(start, finish, step)
ylist = list(PR(interestRate, x) for x in xlist)
plt.plot(xlist, ylist)

###Script 6

interestRate = [] interestRate.append(0.1)

for i in range (time - 1):
    if i < half:
        interestRate.append(interestRate[-1] - part)
    else:
        interestRate.append(interestRate[-1])


xlist =  np.arange(start, finish, step)
ylist = list(PR(interestRate, x) for x in xlist)
plt.plot(xlist, ylist)

###Script 7

interestRate = [] interestRate.append(0.1)

for i in range (time - 1):
```

```
    if i < half:
        interestRate.append(interestRate[-1] - part)
    else:
        interestRate.append(interestRate[-1] + part)


xlist =  np.arange(start, finish, step)
ylist = list(PR(interestRate, x) for x in xlist)

plt.plot(xlist, ylist)
plt.ylabel("P(i), вероятность разорения")
plt.xlabel("startU, начальный капитал")
plt.title("Зависимость вероятности разорения компании от начального
капитала")
plt.legend(("Сценарий 1", "Сценарий 2", "Сценарий 3", "Сценарий 4", "Сценарий
5", "Сценарий 6", "Сценарий 7")
)
plt.show()
```