

УДК 519.237.5

DOI:10.25729/ESI.2025.38.2.006

## **Моделирующая программа для оценки финансового состояния денежного фонда с учетом отдельных работ по устранению инцидентов информационной безопасности**

**Краковский Юрий Мечеславович, Киргизбаев Владислав Павлович**

Иркутский государственный университет путей сообщения,

Россия, Иркутск, 79149267772@yandex.ru

**Аннотация.** Предложена моделирующая программа по оценке финансового состояния денежного фонда, с учетом отдельных работ по устранению инцидентов информационной безопасности для корпоративной информационной системы. Математическое обеспечение этой программы основано на денежном фонде, в котором накапливаются, а затем расходуются необходимые финансовые средства. Из-за наличия сложных связей при взаимодействии этих потоков процесс, описывающий состояние фонда, получается нестационарным. Моделирование этого процесса – это первый этап работы моделирующей программы. Результатом этого этапа являются выборочные значения, используя которые, вычисляются точечные и интервальные оценки однофакторных и двухфакторных рисков. При создании моделирующей программы используется язык программирования Python версии 3.13. Проведена апробация моделирующей программы, получены научные и практические результаты. Показано, что если число видов платежей больше единицы, то доли платежей, а значит, и их размер, влияют на значения рисков, даже если число видов платежей одинаковое. Предложена и проверена функция, позволяющая аппроксимировать точечную оценку двухфакторного риска от коэффициента, влияющего на начальное значение случайного процесса.

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, однофакторные и двухфакторные риски, показатели эффективности, случайный процесс

**Цитирование:** Краковский Ю.М. Моделирующая программа для оценки финансового состояния денежного фонда с учетом отдельных работ по устранению инцидентов информационной безопасности / Ю.М. Краковский, В.П. Киргизбаев // Информационные и математические технологии в науке и управлении, 2025. – № 2 (38). – С. 74-82. – DOI:10.25729/ESI.2025.38.2.006.

**Введение.** На этапе интенсивного внедрения современных цифровых технологий большое значение приобретают средства защиты информации корпоративных информационных систем (КИС) предприятий. Эти средства защищают КИС от всевозможных угроз, чтобы обеспечить эффективность бизнеса, выполняемого организацией [1-3].

Использование различных мер защиты, включая правовые, организационные и технические меры, позволяет предотвращать различные инциденты, которые могут нанести ущерб организации. В соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 27002-2012 под инцидентом информационной безопасности понимают «следствие одного или нескольких нежелательных или неожиданных событий информационной безопасности, которые имеют значительную вероятность компрометации операций бизнеса или создания угрозы информационной безопасности» [3]. Эти угрозы необходимо устранить, реализуя некоторые работы, которые выполняются сотрудниками службы по информационной безопасности КИС предприятия.

Предлагаемая статья является развитием работы авторов [4], в которой выполнение работ происходит при ограниченных финансовых средствах на основе денежного (бюджетного) фонда (ДенФ). Этот фонд выполняет две основные функции: 1) в нем происходит накопление платежей, которые поступают с какой-то периодичностью (сут.) и какой-то величиной (тыс. руб.); поступления являются неслучайными величинами как для размеров, так и для интервалов; 2) по мере необходимости производится оплата работ, связанных с устранением инцидентов; в этом случае также определяется периодичность использования фонда (сут.) и стоимость этих работ (тыс. руб.). При этом интервалы времени между инцидентами и затраты для их устранения являются случайными величинами с

известными функциями распределений с точностью до значений числовых характеристик (математических ожиданий и коэффициентов вариации).

В результате взаимодействия денежных потоков возникает процесс, который в каждый момент времени определяет денежное состояние фонда. Отметим, что управлению денежными потоками посвящен один из разделов финансового менеджмента [5]. Управлению денежными потоками посвящены и работы по средствам защиты информации (СЗИ), в частности, работа [6], в которой сформулированы и решены две задачи ЛП: а) задача максимизации нижней границы функциональной эффективности программно-технических СЗИ и всех её компонентов при заданном ограничении на бюджет; б) задача минимизации бюджетных затрат для обеспечения заданного уровня функциональной эффективности этих средств. Решение подобных задач позволяет повысить эффективность соответствующих управленческих решений при ограничениях на финансовые ресурсы.

Целью данной работы является создание и апробация моделирующей программы для оценки и визуализации показателей эффективности работ по устранению инцидентов информационной безопасности.

**1. Математическое обеспечение задачи.** Состояние ДенФ предлагается описать случайным нестационарным процессом вида:

$$Fs(t) = Fs_0 + \sum_{l=1}^L Y_l(t) - \sum_{j=1}^m Z_j(t) \quad (1)$$

где  $Fs_0$  – начальное значение процесса  $Fs(t)$ , тыс. руб.;  $Y_l(t)$  – суммарная величина доходов по платежам  $l$ -го вида за время  $t$ , тыс. руб.;  $L$  – число видов платежей по пополнению ДенФ;  $Z_j(t)$  – суммарная величина расходов для  $j$ -й работы за время  $t$ , тыс. руб.;  $m$  – число видов работ по устранению инцидентов информационной безопасности.

Отметим, что по сравнению с работой [4] изменена модель процесса (1). Платежи и расходы на оплату работ сделаны независимыми:  $m$  – число видов работ,  $L$  – число видов платежей. В цитируемой работе число видов платежей равно числу видов работ. Это изменение позволяет сделать число видов платежей и их периодичность управляющими факторами, влияющими на эффективность организации работ по устранению инцидентов;

В модели (1):

$$Z_j(t) = \sum_{q=1}^{N_j(t)} z_{qj}, \text{ тыс. руб.}, \quad (2)$$

где  $z_{qj}$  – величина  $q$ -го расхода для  $j$ -й работы;  $N_j(t)$  – число этих расходов за время  $t$ ;

$$Y_l(t) = Y_{0l} \cdot N_{0l}(t), \text{ тыс. руб.}, \quad (3)$$

где  $Y_{0l}$  – значение единичного платежа  $l$ -го вида при пополнении ДенФ, тыс. руб. (эти величины рассчитываются);  $N_{0l}(t)$  – число платежей  $l$ -го вида за время  $t$ .

Величину  $Fs_0$  предлагается задавать в долях от величины средних годовых расходов

$$Fs_0 = g \cdot X, \text{ тыс. руб.}, \quad (4)$$

где  $X$  – средние финансовые средства (тыс. руб.), необходимые для выполнения годового объема всех работ (расходы);  $g$  – коэффициент.

Финансовые средства (тыс. руб.), необходимые для выполнения годового объема работ (расходы) для  $j$ -го вида работ, в среднем равны:

$$X_{0j} = Tg \cdot (mz_j / mt_j), \text{ тыс. руб.}, \quad (5)$$

где  $Tg$  – число суток в году;  $mt_j$ ,  $mz_j$  – математические ожидания вероятностных моделей интервалов времени и величин затрат;

С учетом (5) суммарные средства по всем видам работ в среднем равны:

$$X = \sum_{j=1}^m X_{0j}, \text{ тыс. руб.}, \quad (6)$$

Средний размер платежа  $l$ -го вида за год равен:

$$P_{0l} = c_l \cdot X, \quad \sum_{l=1}^L P_{0l} = X, \quad \sum_{l=1}^L c_l = 1, \quad (7)$$

где  $c_l$  – доли платежей  $l$ -го вида при пополнении ДенФ (исходная информация).

Исходя из (7), средняя суммарная величина доходов за год должна быть равна средней суммарной величине расходов за год.

Чтобы учесть рекомендации теории рисков [7], вводится величина  $Fs_0$ . В этом случае доход превышает расход.

Значение единичного платежа  $l$ -го вида при пополнении ДенФ:

$$Y_{0l} = P_{0l} / N_l = (c_l \cdot h_l \cdot X) / Tg, \quad (8)$$

где  $N_l = Tg/h_l$  – среднее число  $l$ -ых платежей за год;  $h_l$  – значение интервала времени между поступлениями платежей  $l$ -го вида при пополнении ДенФ, сут.

Введем понятие времени обнуления ДенФ.

Пусть  $s$  – время, когда в ДенФ закончились деньги на оплату работ, сут. Назовем его временем обнуления ДенФ;  $S$  – случайная величина, для которой определяется время  $s$ ;  $(S < S_t)$  – негативное случайное событие, заключающееся в том, что обнуление ДенФ произошло на интервале  $(0, S_t)$ , сут.

Время обнуления равно:

$$s = \min_t (t : Fs(t) < 0), \text{ сут.} \quad (9)$$

При имитационном моделировании для времени  $s$  образуется упорядоченная по возрастанию выборка объема  $n$ :

$$Ts = (s_1, \dots, s_i, \dots, s_n), \quad (10)$$

где  $i$  – номер элемента выборки (номер реализации процесса (1), для которой произошло обнуление ДенФ).

В предыдущих исследованиях рассматривалась однофакторная модель риска, как вероятность негативного события  $p_t = P(S < S_t)$ , которая при имитационном моделировании заменяется на точечную и интервальную оценки. Точечная оценка имеет вид:

$$\tilde{R}_\tau = k_\tau / n_0; \quad (11)$$

определение интервальной оценки ( $\tau_1, \tau_2$ ) можно посмотреть в работе [8].

В данной работе дополнительно предлагается двухфакторный риск вида:

$$RD2 = M[p_0 \cdot Dr], \text{ тыс. руб.} \quad (12)$$

Здесь  $p_0$  – вероятность обнуления ДенФ;  $Dr$  – случайная величина, характеризующая итоговые расходы фонда до времени его обнуления;  $M[\cdot]$  – математическое ожидание произведения этих величин.

Введём выборку  $Q$  оценок вероятности  $p_0$  ( $q_i$ ) для  $i$ -й реализации процесса (1) после упорядочивания по возрастанию выборки (10):

$$Q = (q_1, \dots, q_i, \dots, q_n), \quad q_i = i/n_0; \quad (13)$$

среднее значение оценки вероятности  $p_0$  на интервале  $(0, S_t)$  равно:

$$q_0 = \sum_{i=1}^{k_\tau} q_i / k_\tau = (k_\tau + 1) / (2 \cdot n_0). \quad (14)$$

Здесь  $n_0$  – число реализаций процесса (1) при имитационном моделировании;  $k_\tau$  – количество реализаций процесса, когда случайное событие  $(S < S_t)$  произошло.

Введем выборку:

$$D2 = (q_1 \cdot d_1, \dots, q_i \cdot d_i, \dots, q_n \cdot d_n), \quad (15)$$

Здесь  $d_i$  – итоговое значение расходов по всем работам до времени  $s_i$ :

$$d_i = \sum_{j=1}^m Z_j(s_i), \quad (16)$$

где  $Z_j(s_i)$  – величина (2), когда число расходов определяется до времени  $s_i$  включительно;  $q_i$  – величина (13).

При имитационном моделировании риск (12) заменяется на точечную и интервальную оценки:

$RD2_0$  – точечная оценка величины  $RD2$  (12), оценивающая средние расходы на интервале  $(0, S_t)$ :

$$RD2_0 = \sum_{i=1}^{k_r} q_i \cdot d_i / k_r, \text{ тыс. руб.} \quad (17)$$

где  $d_i$  – величина (16), а  $q_i$  – величина (13);  $(RD2_1, RD2_2)$  – интервальная оценка величины  $RD2$

$$RD2_1 = RD2_0 - (z_\gamma \cdot \sigma_{d2}) / \sqrt{k_r}, \quad (18)$$

$$RD2_2 = RD2_0 + (z_\gamma \cdot \sigma_{d2}) / \sqrt{k_r}, \quad (19)$$

где  $\sigma_{d2}$  – оценка среднеквадратического отклонения величины  $(p_0 \cdot Dr)$  на интервале  $(0, S_t)$ ;  $z_\gamma = 1,96$  – критическое значение статистики  $Z$  при доверительной вероятности  $\gamma = 0,95$ .

**2. Программное обеспечение решения задачи.** Для разработки моделирующей программы (МП) на основе дискретно-имитационного моделирования используется язык программирования Python версии 3.13. Данный язык программирования является интерпретируемым, поэтому после изменения кода программу можно сразу запускать без предварительной компиляции, при этом по производительности Python лишь немного уступает большинству компилируемых языков [9].

В разработанной программе, кроме модулей из стандартной библиотеки Python (csv, io, os, sys, time, math), используется также ряд сторонних библиотек:

- numpy – для векторных вычислений, а также для генерации векторов случайных чисел;
- scipy – для расчёта критических значений для F-распределения при известных степенях свободы и доверительной вероятности, а также для генерации векторов случайных чисел с заданным распределением;
- PySide6 – для создания графических пользовательских интерфейсов с использованием фреймворка Qt6;
- matplotlib – для построения гистограмм и графиков;
- openpyxl – для вывода результатов моделирования в файлы Microsoft Excel (\*.xlsx).

МП может быть запущена на любой платформе, для которой существует совместимый интерпретатор языка программирования Python версии 3.13, поддерживающий установку сторонних библиотек, и которая совместима с фреймворком Qt6 (в том числе Windows 8.1/10/11, последние версии Linux и MacOS).

В работе [4] показано влияние вероятностных моделей, содержащих виды и числовые характеристики законов распределения для интервалов между инцидентами и затрат на их устранение, на значения показателей эффективности. В связи с этим, МП содержит специальный интерфейс для ввода этих данных (рис. 1)

Выбор этих вероятностных моделей производится с помощью выпадающих списков, сокращения в которых обозначают следующие виды законов распределения: «Рв» – равномерное распределение, «Н» – нормальное распределение, «Лн» – логнормальное распределение, «Б» – бета-распределение, «Г» – гамма-распределение, «В» – распределение

Вейбулла, «П» – распределение Парето с нулевой точкой, «Б-С» – распределение Бирнбаума-Саундерса. Возможно изменение этих моделей и по числу, и по видам.

Также в данном интерфейсе (рис. 1) происходит ввод математических ожиданий ( $mt$ ,  $mz$ ) и коэффициентов вариации ( $kvt$ ,  $kvz$ ) для выбранных вероятностных моделей.

| Вероятностные модели                |          |          |          |          |          |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                                     | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        |
| Модели для инт. врем.:              | Н ▾      | Б ▾      | Рв ▾     | Б ▾      | Н ▾      |
| М. о. для инт. врем. $mt$ (сут.):   | 18 ▴ ▾   | 24 ▴ ▾   | 28 ▴ ▾   | 6 ▴ ▾    | 22 ▴ ▾   |
| Коэф. вар. для инт. врем. $kvt$ :   | 0,20 ▴ ▾ | 0,10 ▴ ▾ | 0,10 ▴ ▾ | 0,10 ▴ ▾ | 0,10 ▴ ▾ |
| Модели для велич. затрат:           | Лн ▾     | Б-С ▾    | П ▾      | Лн ▾     | Г ▾      |
| М. о. для вел. затрат $mz$ (т. р.): | 380 ▴ ▾  | 340 ▴ ▾  | 200 ▴ ▾  | 120 ▴ ▾  | 250 ▴ ▾  |
| Коэф. вар. для вел. затрат $kvz$ :  | 0,15 ▴ ▾ | 0,20 ▴ ▾ | 1,25 ▴ ▾ | 0,25 ▴ ▾ | 0,15 ▴ ▾ |

**Рис. 1.** Интерфейс МП для ввода вероятностных моделей

МП содержит и другие интерфейсы для ввода необходимых исходных данных.

Результатом моделирования являются выборки (9), (13), (15), которые затем обрабатываются специальным образом. После их обработки получают три группы результатов:

- 1) показатели эффективности;
- 2) гистограммы частот;
- 3) другая информация, необходимая для визуализации результатов моделирования.

**3. Результаты апробации моделирующей программы.** Внедрение разработанной МП проведено в акционерном обществе «Восточно-Сибирский центр ЕВРААС». АО «ВСЦ ЕВРААС» осуществляет работы по обеспечению информационной безопасности в региональных органах государственной власти, органах местного самоуправления и организациях (в том числе в государственных корпорациях) Иркутской области, Республики Бурятия и Забайкальского края.

Ввиду того, что большая часть заказчиков АО «ВСЦ ЕВРААС» финансируется за счет бюджетных средств, они довольно часто обращаются в АО «ВСЦ ЕВРААС» за рекомендациями, какую сумму расходов им необходимо запланировать на следующий календарный год. В связи с этим для обоснования необходимых средств рекомендуется использовать созданное математическое обеспечение и разработанную МП.

Экспертами выделены пять видов работ:

1. Поддержка и модернизация программных средств защиты информации.
2. Восстановление работоспособности технических и программно-аппаратных средств защиты информации.
3. Резервное копирование важной информации (облачное хранение, зеркалирование и т.д.).
4. Поддержка, восстановление и модернизация средств защиты информации для сложных сетевых инфраструктур (Dallas Lock и т. д.).
5. Поддержка и модернизация криптографических средств защиты информации, включая программно-аппаратные комплексы.

В таблице 1 приведены исходные данные для выбранных работ (вероятностные модели и их числовые характеристики), предложенные экспертами для апробации.

Для выбранных значений (табл. 1) общие средние расходы, необходимые для выполнения годового объема всех работ (6), равны  $X = 26931,26$  тыс. руб. Коэффициент  $g$  в данной апробации равен 0,04.

**Таблица 1.** Вероятностные модели и их числовые характеристики

| $j$                | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| В. м. для интер.   | Н     | Б     | Рв    | Б     | Н     |
| $mt_j$ , сут.      | 18,0  | 24,0  | 28,0  | 6,0   | 22,0  |
| $kvt_j$            | 0,20  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  |
| В. м. для затрат   | Лн    | Б-С   | П     | Лн    | Г     |
| $mz_j$ , тыс. руб. | 380,0 | 340,0 | 200,0 | 120,0 | 250,0 |
| $kvz_j$            | 0,15  | 0,20  | 1,25  | 0,25  | 0,15  |

Исследование проведем по влиянию величины  $L$  и связанных с ней исходных данных для таких вариантов (В):  $C - L = 1$ ,  $h = 1$  сут. ( $c_1 = 1$ ), для этого варианта платеж (8) равен  $Y_{01} = 73.78$  тыс. руб.;  $D1 - L = 3$ ,  $h = 3, 5, 7$  сут.,  $c_1 = 0.3333$ ,  $c_2 = 0.3333$ ,  $c_3 = 0.3334$ , для этого варианта платежи (8) равны  $Y_{01} = 73.78$ ,  $Y_{01} = 122.96$ ,  $Y_{01} = 172.20$  тыс. руб.;  $D2 - L = 3$ ,  $h = 3, 5, 7$  сут.,  $c_1 = 0.20$ ,  $c_2 = 0.35$ ,  $c_3 = 0.45$ , для этого варианта платежи (8) равны  $Y_{01} = 44.27$ ,  $Y_{01} = 129.12$ ,  $Y_{01} = 232.42$  тыс. руб.

В таблице 2 приведены результаты моделирования по показателям эффективности для выбранных вариантов.

**Таблица 2.** Результаты моделирования

| В  | $S_t$ , сут. | $k_t$ | $\tilde{R}_t$ | $\tau_1$ | $\tau_2$ | $RD_{20}$ | $RD_{21}$ | $RD_{22}$ | $\Delta$ , % |
|----|--------------|-------|---------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| C  | 91           | 2125  | 0,0213        | 0,0205   | 0,0220   | 71,16     | 68,96     | 73,36     | 3,09         |
|    | 182          | 6791  | 0,0679        | 0,0666   | 0,0692   | 393,43    | 386,38    | 400,49    | 1,79         |
|    | 273          | 11827 | 0,1183        | 0,1166   | 0,1200   | 952,63    | 939,21    | 966,06    | 1,41         |
|    | 365          | 16592 | 0,1659        | 0,164    | 0,1679   | 1694,81   | 1673,98   | 1715,64   | 1,23         |
| D1 | 91           | 3213  | 0,0321        | 0,0312   | 0,0331   | 105,34    | 102,69    | 107,99    | 2,52         |
|    | 182          | 9409  | 0,0941        | 0,0926   | 0,0956   | 531,54    | 523,33    | 539,75    | 1,54         |
|    | 273          | 15569 | 0,1557        | 0,1538   | 0,1576   | 1218,08   | 1202,82   | 1233,35   | 1,25         |
|    | 365          | 21162 | 0,2116        | 0,2095   | 0,2138   | 2095,15   | 2071,85   | 2118,45   | 1,11         |
| D2 | 91           | 3455  | 0,0345        | 0,0336   | 0,0355   | 112,54    | 109,81    | 115,27    | 2,43         |
|    | 182          | 9857  | 0,0986        | 0,097    | 0,1001   | 551,43    | 543,07    | 559,78    | 1,52         |
|    | 273          | 16347 | 0,1635        | 0,1615   | 0,1654   | 1271,73   | 1256,15   | 1287,31   | 1,23         |
|    | 365          | 22068 | 0,2207        | 0,2185   | 0,2228   | 2171,18   | 2147,44   | 2194,91   | 1,09         |

Число реализаций при моделировании равно 100000, но объемы обрабатываемых выборок (15) равны  $k_t$ . В таблице 2 приведена относительная погрешность в процентах:

$$\Delta = (RD_{22} - RD_{21}) \cdot 100 / (2 \cdot RD_{20}). \quad (20)$$

С увеличением объема выборки ( $S_t > 91$  сут.) погрешность становится менее 2%, что можно считать хорошей точностью вычислений.

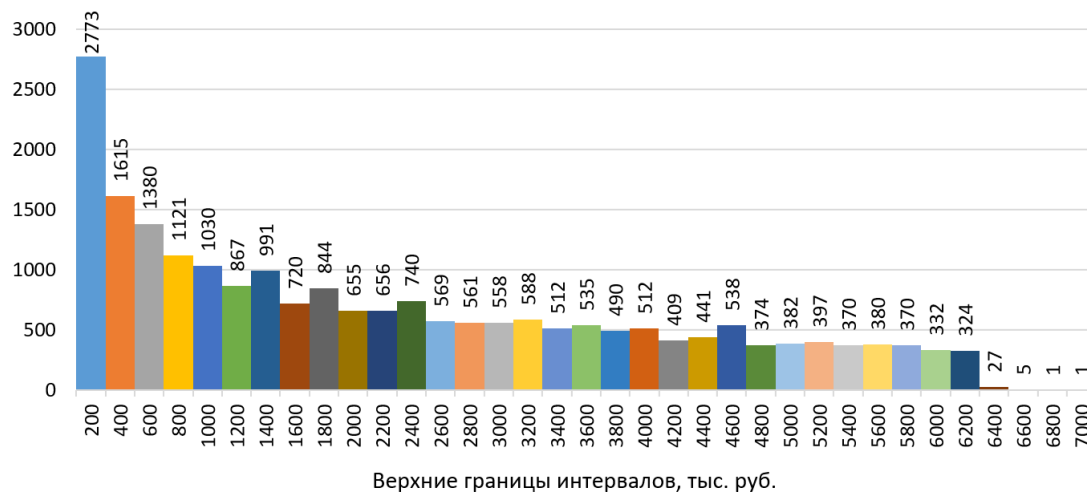
Анализируя результаты таблицы 2, можно сделать такие выводы:

1) наименьшие риски наблюдаются для варианта C, когда  $L = 1$ ; был проведен дополнительный расчет при  $h = 3$  сут.; риски увеличились, но оказались значительно меньше, чем для вариантов D1 и D2, тем самым можно констатировать, что при  $L = 1$  риски меньше и для других  $h$  по сравнению с  $L > 1$ ;

2) риски для варианта D1 значительно меньше, чем для варианта D2 (доверительные интервалы не пересекаются); таким образом, доли платежей, а значит, и их размер, влияют на значения рисков, даже если число платежей  $L$  одинаковое.

На рисунке 2 приведена гистограмма частот выборки (15) для варианта D2 при  $S_t = 365$  сут. Данная гистограмма частот содержит 35 интервалов, длина интервала 200 тыс. руб. По оси абсцисс приведены верхние границы каждого из интервалов (тыс. руб.), по оси ординат и над столбцами гистограммы – частоты. Из гистограммы видно, что при увеличении числа

интервалов частоты имеют тенденцию к уменьшению, однако этот процесс происходит неравномерно из-за случайности выборочных значений.

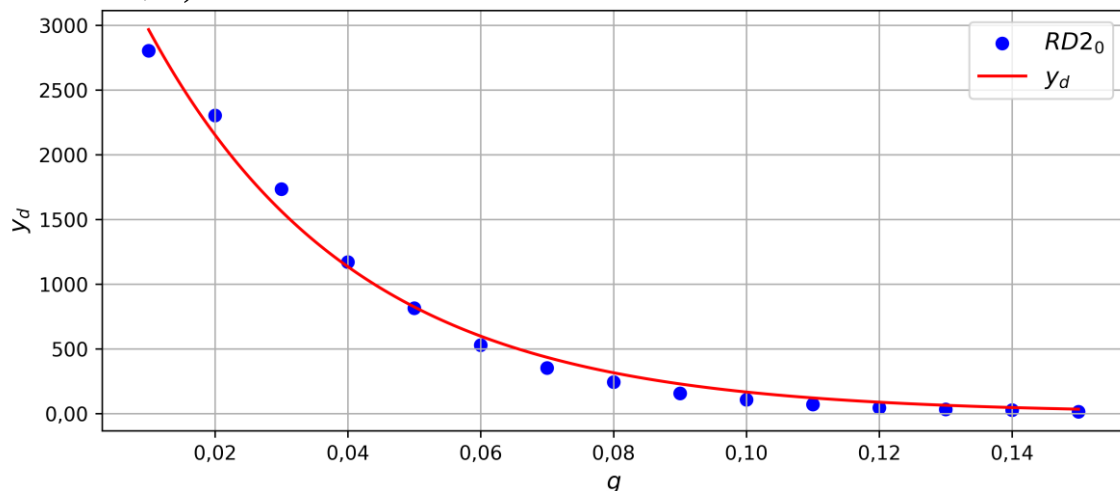


**Рис. 2.** Гистограмма частот для выборки (15), вариант D2,  $S_t=365$  сут.

В работе дополнительно проведено исследование по влиянию коэффициента  $g$  (4) на величину двухфакторного риска (17). На рисунке 3 представлена аппроксимация точечной оценки  $RD2_0$  функцией, зависящей от коэффициента  $g$  для варианта D1. Аппроксимация проведена функцией:

$$y_d(g) = A \cdot e^{-a \cdot g} \quad (21)$$

при  $S_t = 273$  сут.:  $A = 4086,54$ ;  $a = 32,05$ ; наблюдается хорошая аппроксимация (коэффициент детерминации 0,99).



**Рис. 3.** Аппроксимация точечной оценки  $RD2_0$  функцией (21) при  $S_t = 273$  сут.

Из рисунка 3 видно, что при увеличении  $g$  точечная оценка  $RD2_0$  монотонно уменьшается, достигая при  $g$  больше 0,12 значений, близких к нулю. Этот вывод о монотонном уменьшении подтверждается и для других значений  $S_t$ .

**Заключение.** Доработана и апробирована моделирующая программа по оценке эффективности работ по устранению инцидентов информационной безопасности для корпоративной информационной системы. Используя эту программу, проведено исследование по влиянию числа поступлений в ДенФ на показатели эффективности в виде точечных и интервальных оценок однофакторных и двухфакторных рисков. Получены практические рекомендации, имеющие научное значение. В частности, показано, что наименьшие риски наблюдаются для варианта, когда  $L = 1$ ,  $h = 1$  сут. Также показано, что если число видов платежей больше единицы, например,  $L = 3$ , то доли платежей, а значит и их размер, влияют на значения рисков даже если число видов платежей одинаковое.

Предложена и проверена функция вида (21), позволяющая аппроксимировать точечную оценку двухфакторного риска (17)  $RD_{20}$  от коэффициента  $g$ , влияющего на начальное значение процесса (1). С увеличением этого значения показатель эффективности монотонно уменьшается до значений, близких к нулю. Коэффициент детерминации при аппроксимации экспериментальных значений, полученных по МП функцией (21), равен 0,99.

Предлагаемая моделирующая программа рекомендуется службам информационной безопасности организаций для оценки показателей эффективности, необходимых для анализа экономических вопросов при защите информации.

#### Список источников

1. Верещагин И.Ю. Современные угрозы и риски информационной безопасности корпоративных систем в условиях импортозамещения / И.Ю. Верещагин // Вестник Евразийской науки, 2024. – Т 16. – Приложение к выпуску № 4. – URL: <https://esj.today/PDF/28FAVN424.pdf> (дата обращения: 01.02.2025).
2. Кондауров С.Н. Проблемы обеспечения информационной безопасности в корпоративных сетях / С.Н. Кондауров, А.В. Бунина, А.В. Митрофанов // Современные информационные технологии и информационная безопасность: сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 69-72.
3. Краковский Ю.М. Методы и средства защиты информации / Ю.М. Краковский. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 272 с.
4. Краковский Ю.М. Влияние вероятностных моделей работ, связанных с защитой информации, на значения показателей эффективности / Ю.М. Краковский, В.П. Киргизбаев // Информационные и математические технологии в науке и управлении, 2024. – № 3(35). – С. 112-119. – DOI: 10.25729/ESI.2024.35.3.010.
5. Ван Хорн Д.К., Вахович Д.М. Основы финансового менеджмента / Д.К. Ван Хорн, Д.М. Вахович. – М.: Вильямс, 2019. – 627 с.
6. Базилевский М.П. Формализация модели информационной безопасности предприятия в виде многокритериальной задачи линейного программирования / М.П. Базилевский, П.Н. Наседкин // Моделирование, оптимизация и информационные технологии, 2023. – Т. 11. – № 3(42). – С. 10-11. – DOI: 10.26102/2310-6018/2023.42.3.021.
7. Королев В.Ю. Математические основы теории рисков / В.Ю. Королев, В.Е. Бенинг, С.Я. Шоргин – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 620 с.
8. Краковский Ю.М. Программно-математическое обеспечение для исследования показателей эффективности экономики информационной безопасности / Ю.М. Краковский, В.П. Киргизбаев // System analysis and mathematical modeling, 2024. – Т. 6. – № 2. – С. 209-220. – DOI: 10.17150/2713-1734.2024.6(2).209-220.
9. Лутц М. Изучаем Python / М. Лутц. – СПб.: ООО «Диалектика», 2019. – Том 1. – 832 с.

**Краковский Юрий Мечеславович.** Доктор технических наук, профессор кафедры «Информационные системы и защита информации», Иркутский государственный университет путей сообщения. Elibrary AuthorID: 100083, SPIN: 3616-8715, ORCID: 0000-0003-4876-0618, 79149267772@yandex.ru, 664074, Россия, г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15.

**Киргизбаев Владислав Павлович.** Аспирант кафедры «Информационные системы и защита информации», Иркутский государственный университет путей сообщения. Elibrary AuthorID: 1198836, SPIN: 1825-7084, ORCID: 0009-0009-4713-8502, v.p.kirgizbaev@gmail.com, 664074, Россия, г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15.

UDC 519.237.5

DOI:10.25729/ESI.2025.38.2.006

## Simulation program for assessing the financial health of a monetary fund accounting for specific information-security incident remediation activities

**Yuri M. Krakovskii, Vladislav P. Kirgizbaev**

Irkutsk state transport university,  
Russia, Irkutsk, 79149267772@yandex.ru

**Abstract.** A simulation program has been developed to assess the financial status of a monetary fund while explicitly accounting for the discrete costs of remediating information-security incidents within a corporate information system. The program's mathematical core models a fund that first accumulates and then expends the requisite financial resources; the intricate coupling of these inflow and outflow streams renders the underlying stochastic process non-stationary. Simulating this process constitutes the program's first stage, yielding sample path data from which point and interval estimates of single-factor and two-factor risks are derived. The implementation is written in Python 3.13. Experimental validation produced both scientific insights and practical outcomes. In particular, when the number of payments exceeds one, the distribution – and consequently the magnitude – of those payments markedly influences risk values even for the same payment count. Finally, a function is proposed and verified that approximates the point estimate of the two-factor risk as a function of a coefficient affecting the initial value of the stochastic process.

**Keywords:** simulation modeling; single-factor and two-factor risks; performance indicators; stochastic process

## References

1. Vereshchagin I.Y. Sovremennye ugrozy i riski informatsionnoj bezopasnosti korporativnyh sistem v usloviyah importozameshhenija [Modern threats and risks of information security of corporate systems in the context of import substitution]. Vestnik Evrazijskoj nauki [Bulletin of Eurasian Science], 2024, vol. 16, suppl. to no. 4, available at: <https://esj.today/PDF/28FAVN424.pdf> (accessed: 02/01/2025).
2. Kondauronov S.N., Bunina A.V., Mitrofanov A.V. Problemy obespechenija informatsionnoj bezopasnosti v korporativnyh setjah [Problems of ensuring information security in corporate networks]. Sovremennyye informatsionnyye tekhnologii i informatsionnaya bezopasnost': sbornik nauchnykh statey 3-y Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, Kursk: ZAO "Universitetskaya kniga" [Modern information technologies and information security: collection of scientific articles of the 3rd All-Russian scientific and technical conference, Kursk: ZAO "Universitetskaya kniga"], 2024, pp. 69-72.
3. Krakovskii Y.M. Metody i sredstva zashhity informacii [Methods and means of information protection]. Sankt-Peterburg: Lan' [St. Petersburg, Lan' Publ.], 2024, 272 p.
4. Krakovskii Y.M., Kirgizbaev V.P. Vliyanie veroyatnostnykh modelej rabot, svyazannykh s zashhitoy informacii, na znachenija pokazatelej jeffektivnosti [The influence of probabilistic models of information-protection processes on the values of efficiency indicators]. Informacionnye i matematicheskie tekhnologii v nauke i upravlenii [Information and mathematical technologies in science and management], 2024, no. 3(35), pp. 112-119, DOI: 10.25729/ESI.2024.35.3.010
5. Van Horne J.C., Wachowicz J. M. Osnovy finansovogo menedzhmenta [Fundamentals of financial management]. M.: Vil'yams [Moscow, Williams], 2019, 627 p.
6. Bazilevskij M.P., Nasedkin P.N. Formalizatsiya modeli informatsionnoj bezopasnosti predpriyatiya v vide mnogokriterial'noj zadachi linejnogo programmirovaniya [Formalization of an enterprise information security model as a multi-criteria linear programming problem]. Modelirovanie, optimizatsiya i informacionnye tekhnologii [Modeling, optimization and information technologies], 2023, vol. 11, no. 3(42), pp. 10-11, DOI: 10.26102/2310-6018/2023.42.3.021.
7. Korolev V.Y., Bening V.E., Shorgin S.Y. Matematicheskie osnovy teorii riskov [Mathematical foundations of risk theory]. M.: FIZMATLIT [Moscow, FIZMATLIT], 2011, 620 p.
8. Krakovskii Y.M., Kirgizbaev V.P. Programmno-matematicheskoe obespechenie dlya issledovaniya pokazatelej jeffektivnosti ekonomiki informatsionnoj bezopasnosti [Software and mathematical tools for the study of information security economics efficiency indicators]. System analysis and mathematical modeling, 2024, vol. 6, no. 2, pp. 209-220, DOI: 10.17150/2713-1734.2024.6(2).209-220.
9. Lutz M. Izuchaem Python [Learning Python]. SPb.: OOO "Dialektika" [St. Petersburg, Dialektika], 2019, vol. 1, 832 p.

**Krakovskii Yuri Mecheslavovich.** Doctor of Engineering, Professor of the Department of Information Systems and Security Information, Irkutsk State Transport University. Elibrary AuthorID: 100083, SPIN: 3616-8715, ORCID: 0000-0003-4876-0618, 79149267772@yandex.ru, 664074, Russia, Irkutsk, Chernyshevskogo str., bld. 15

**Kirgizbaev Vladislav Pavlovich.** PhD Student of the Department of Information Systems and Security Information, Irkutsk State Transport University. Elibrary AuthorID: 1198836, SPIN: 1825-7084, ORCID: 0009-0009-4713-8502, v.p.kirgizbaev@gmail.com, 664074, Russia, Irkutsk, Chernyshevskogo str., bld. 15.

Статья поступила в редакцию 23.03.2025; одобрена после рецензирования 05.05.2025; принята к публикации 05.05.2025.

The article was submitted 03/23/2025; approved after reviewing 05/05/2025; accepted for publication 05/05/2025.