

## Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317  
ISI (Dubai, UAE) = 1.582  
GIF (Australia) = 0.564  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
ПИИИ (Russia) = 3.939  
ESJI (KZ) = 8.771  
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630  
PIF (India) = 1.940  
IBI (India) = 4.260  
OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

### International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2023 Issue: 02 Volume: 118

Published: 26.02.2023 <http://T-Science.org>

Issue

Article



**A. Zhaksylykova**

Kazakh National Agrarian Research University  
Master

**Zh. Ainakulov**

Kazakh National Agrarian Research University  
Master

**G. Kurmankulova**

Kazakh National Agrarian Research University  
docent

## MODELING THE PROCESS OF IMPLEMENTATION OF ATTACKS AND ESTIMATION OF ITS PROBABILISTIC PARAMETERS

**Abstract:** The process of modeling the process of implementing attacks is considered, Poisson's law is chosen as the distributed law of the probability of occurrence of this attack, the created risk model is checked for adequacy. To formalize the attack in the model, research methods are used: methods of the theory of Markov processes, probability theory.

**Key words:** security, Markov processes, computer attacks, simulation, probability, Poisson distribution.

**Language:** Russian

**Citation:** Zhaksylykova, A., Ainakulov, Zh., & Kurmankulova, G. (2023). Modeling the process of implementation of attacks and estimation of its probabilistic parameters. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 02 (118), 539-544.

**Soi:** <http://s-o-i.org/1.1/TAS-02-118-47> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2023.02.118.47>

**Scopus ASCC:** 1700.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ АТАК И ОЦЕНКА ЕЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ

**Аннотация:** Рассмотрен процесс моделирования процесса реализации атак, в качестве распределенного закона вероятности возникновения данной атаки выбран закон Пуассона, созданная риск-модель проверена на адекватность. Для формализации атаки в модели используются методы исследования: методы теории марковских процессов, теории вероятности.

**Ключевые слова:** безопасность, марковские процессы, компьютерные атаки, моделирование, вероятность, Распределение Пуассона.

#### Введение

УДК 681.3.053

Безопасность информационных систем, информационно-телекоммуникационных сетей и автоматизированных систем управления субъектами критической информационной инфраструктуры (КИИ) является актуальным вопросом. Обязательность создания систем

безопасности важных объектов КИИ определяется не только требованиями нормативных правовых документов по обеспечению информационной безопасности, но и резким увеличением количества сообщений об инцидентах на объектах КИИ Республики Казахстан.

Оценка эффективности созданных систем безопасности являются важным вопросом для созданных объектов КИИ.

## Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317  
ISI (Dubai, UAE) = 1.582  
GIF (Australia) = 0.564  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
ПИИЦ (Russia) = 3.939  
ESJI (KZ) = 8.771  
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630  
PIF (India) = 1.940  
IBI (India) = 4.260  
OAJI (USA) = 0.350

Поэтому в ходе проектирования системы безопасности значимого объекта в целях тестирования рекомендовано ее макетирование или создание тестовой среды с использованием средств и методов моделирования [1].

Оценка эффективности созданных систем безопасности значимых объектов КИИ осуществлялся путем целенаправленных компьютерных атак с использованием систем уравнений Колмогорова, описывающих вероятность конфликта системы безопасности с злоумышленником. Численные решения получены в зависимости от времени методом Адамса, реализованной в среде Mathcad [2].

Цель работы: создание модели процесса проведения многоэтапной компьютерной атаки с использованием уязвимости Zerologon, основанной на представлении атаки марковским случайным процессом с дискретным состоянием и непрерывным временем.

При формализации атак в модели используются методы исследования: теория марковских процессов, теория вероятностей, вычислительная математика и теория графов [3].

Новизна: использованы методы вычислительной математики при функциональном анализе результатов решения систем уравнений Колмогорова позволяющие использовать решение известных методов анализа непрерывных функций. Задачи максимизации времени безотказной работы критической информационной инфраструктуры когда компьютер атакует его.

Результат: постановка задачи моделирования многостадийных процессов. Введен показатель эффективности системы безопасности важного объекта критической информационной инфраструктуры в виде коэффициента от вероятности того, что система безопасности разрешит и заблокирует действия злоумышленника во время атаки, до вероятности того, что злоумышленник успешно завершит атаку. Пример исследования компьютерной реализации атаки на типовую информационную инфраструктуру, включая корпоративную сеть с доменной архитектурой и автоматизированная система управления технологическим процессом. Для рассмотренного примера оптимальные значения временных параметров системы безопасности [4].

При реализации защитных мероприятий с подходящими вероятностными и временными характеристиками доказано, что время непрерывной работы критической информационной инфраструктуры увеличилось с 3 часов до 19 часов.

Практическая значимость: результаты исследования могут быть использованы при проектировании и тестировании систем

безопасности важных объектов критической информационной инфраструктуры с учетом заданных параметров системы безопасности и злоумышленника.

### Материалы и методы исследования

Мы рассмотрим первый этап доступа к операционной системе, процесс кражи системных файлов с выбранных компьютеров. Чтобы пройти этот этап, злоумышленник должен иметь загрузочный съемный носитель в дополнение к операционной системе. В качестве файловых систем приняты FAT32 и NTFS.

Вход в операционную систему путем выбора пароля состоит из трех этапов:

1) Украсть файлы SAM и SYSTEM, чтобы получить доступ к нужному компьютеру.

2) Подбор пароля на компьютере злоумышленником.

3) Войдите в операционную систему компьютера, используя выбранные пароли.

Риск – это количественный показатель повреждения компьютерной системы. Величина риска определяется значением вероятности  $P$  и количественным показателем ущерба  $U$ .

Созданная риск-модель реализована в виде математической модели, учитывающей влияние многих изучаемых рисков. Выходные параметры этой модели состоят из интегрированного риска угрозы компьютерной системе [4].

Таким образом, управление рисками осуществляется с помощью комплекса защитных мер. На основе выявленного значения риска выбирается оптимальный набор компьютерных систем для исследования.

Модель матрицы рисков фокусируется на двух аспектах:

Уровень сложности сценария ( $N$ ), который связан со способом выполнения каждого

действие, в зависимости от условий выполнения этих заданий (действий), их количества, а также учитывает

учитывать изменение интенсивности того или иного фактора.

Приоритетное принятие решения ( $\Pi$ ) – это оценка принятого решения в отношении действий, которые реализуются с учетом очередности, т.е. последовательности, в которой они осуществляются, в том числе в контекст факторов «изменений» (количество, интенсивность), которые могут быть введены во время моделирования, которые вызывает необходимость дополнительных действий [5].

Для выбора параметров в соответствии с необходимыми требованиями при численном анализе используются следующие этапы воздействия на защищаемый объект [6]:

1) Предмет воздействия (источник опасности) - активный компонент процесса,

## Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317  
ISI (Dubai, UAE) = 1.582  
GIF (Australia) = 0.564  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
РИИЦ (Russia) = 3.939  
ESJI (KZ) = 8.771  
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630  
PIF (India) = 1.940  
IBI (India) = 4.260  
OAJI (USA) = 0.350

который имеет возможность воздействовать на другие компоненты, совершая различные действия.

2) Процесс осуществления воздействия – это конкретная операция или сценарий, используемый субъектом для достижения своей цели.

3) Объект воздействия – динамическая композиция процесса, находящегося между воздействием субъекта.

4) Воздействие на человека – действия субъекта или его конкретное значение.

Рассмотрим указанную структуру с точки зрения угрозы, которую представляют для элементов компьютерной системы атаки и удаленный доступ (рис. 1).

$P_{0j}$  – вероятность возникновения  $i$ -й атаки,

$P_{rj}$  – вероятность реализации  $i$ -ой атаки.

$P_{yij}$  – вероятность возникновения  $j$ -го ущерба в результате реализации  $i$ -ой атаки.

$uj$  – сумма ущерба, нанесенного по типу  $j$ .

Рассмотрим способы определения этих параметров. Для этого рассмотрим независимое распределение рисков по разным видам повреждений. Тип нанесенного ущерба зависит от типа атаки на компьютерную систему.

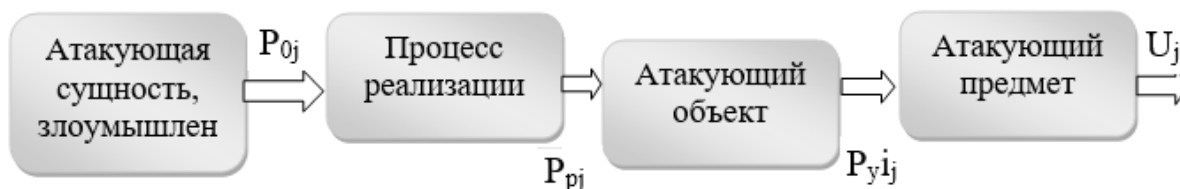


Рисунок 1. Атаки на компьютерные системы и их параметры

В качестве распределенного закона вероятности атаки выбираем закон Пуассона. Оценка адекватности риска осуществляется путем анализа атак, произошедших в системе за период  $T$  [6].

Рассмотрим корректность распределения вероятностей в этой задаче с точки зрения теории государственной службы закона Пуассона.

Распределение Пуассона моделирует случайные величины, состоящие из числа событий, происходящих через постоянный интервал времени, если события происходят с постоянной средней интенсивностью и не коррелированы.

В большинстве случаев притоки неуправляемы и зависят от нескольких случайных факторов. Количество атак в единицу времени является случайной величиной. В случайную величину также входит временной интервал выполнения соседних атак. Однако предполагается, что среднее количество атак, происходящих между единицами времени, и

Рассмотренными атаками являются перехват сетевого трафика, внедрение фэйкового объекта, перехват пакетов, если это реализовано эффективно, то злоумышленник может прочитать все пакеты, отсутствие криптографических операций приводит к нарушению конфиденциальности информации [6].

Рассматривается математическое моделирование марковских процессов применительно к процессу компьютерной атаки.

## Результаты

Рассматриваемый метод апробирован на примере атак сетевого червя Net-Worm.Win32. Как один из классических компьютерных атак с типовым набором параметров. Построена математическая модель имитации компьютерной атаки на распределенную информационную систему, включающая безопасные и потенциально опасные состояния системы и учитывающая вероятности реализации конкретных угроз безопасности для такой системы с заданными структурно-функциональными характеристиками и особенностями ее функционирования.

средний временной интервал между соседними атаками известны заранее [7].

Среднее количество приступов за изучаемый период времени называется зарегистрированной интенсивностью приступов и определяется следующим образом (1):

$$\lambda = T/T_0 \quad (1)$$

Здесь  $T_0$  – среднее значение временного интервала между приступами, т.е. Величина интенсивности определяется средним количеством приступов, произошедших за исследуемый период времени.

Для многих реальных процессов поток событий лучше всего описывается законом распределения Пуассона. Такой поток называется простым. Поток имеет несколько важных свойств:

1. Свойство сохраняемости. Он описывает неизменность режима вероятности течения во времени. Количество событий, происходящих за один и тот же период времени, в среднем должно

## Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317  
 ISI (Dubai, UAE) = 1.582  
 GIF (Australia) = 0.564  
 JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
 ПИИЦ (Russia) = 3.939  
 ESJI (KZ) = 8.771  
 SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630  
 PIF (India) = 1.940  
 IBI (India) = 4.260  
 OAJI (USA) = 0.350

быть постоянным. Если рассматривать большой период времени, это свойство можно использовать для сложных изменений, происходящих в компьютерной системе и ее рабочей среде.

2. Свойство отсутствия конечного эффекта. Обеспечивает взаимную независимость количества событий в непересекающихся временных интервалах. Другими словами, количество событий, происходящих в этот период времени, не зависит от количества событий, произошедших до него. Ввиду сложности рассматриваемой системы следует сделать вывод, что количество реализаций атаки очень велико, поэтому атаки одного типа можно считать независимыми.

3. Уникальная функция. Означает невозможность одновременного наступления двух и более событий (вероятность этого события очень мала по сравнению с рассматриваемым интервалом времени, если время стремится к нулю). На практике процесс не является стационарным (изменяется в разное время суток, в разные дни месяца, в начале или в конце месяца). Возникновение конечного эффекта зависит от количества атак в конце интервала и его эффективности в начале. Если несколько злоумышленников запускают одинаковые атаки, возникает образ неоднородности. Однако закон распределения Пуассона с высокой точностью описывает многие законы государственной службы, поэтому его используют при распределении вероятности возникновения атаки [8].

Эта концепция в большинстве случаев считается правильной, кроме того, она доказывается общей теоремой А. Я. Хинчина, имеет большое практическое и теоретическое значение [3]. Согласно этой теореме входящий поток можно представить в виде общей суммы всех независимых потоков, а также его можно использовать в тех случаях, когда ни один из них не может сравниться по интенсивности с объединенным потоком. В этом отчете общую атаку можно разбить на поток различных атак, которые может выполнить каждый отдельный злоумышленник [9].

Распределение атак, возникающих при простых потоках, подчиняется закону распределения Пуассона [2]. В общем случае продолжительность работы выбранной вычислительной системы можно рассчитать с учетом временного интервала T (2):

$$\rho_k = ((\lambda_0 T)^k / k!) * e^{-\lambda_0 T}. \quad (2)$$

Интенсивность  $\lambda_0$  равна количеству приступов в интервале времени, соответствующем единичному размеру выбранного интервала T (3).

$$\lambda = \lambda_0 T, \quad (3)$$

Но если ввести значение  $\lambda$ , то вероятность того, что в интервале времени T будет ровно k атак, рассчитывается по следующей формуле:

$$\rho_k = (\lambda^k / k!) * e^{-\lambda}. \quad (4)$$

	A	B	C	D	E
1	Lymbda	T	k атака	Pk	k!
2	0,4	20	12	0,0481268	479001600
3	0,5	24	13	0,10557038	6227020800
4	0,5	28	15	0,0989232	1,30767E+12
5	0,4	30	18	0,02554981	6,40237E+15
6	0,6	32	21	0,07989652	5,10909E+19
7	0,6	34	22	0,07970575	1,124E+21
8	0,6	36	24	0,07135486	6,20448E+23
9	0,6	38	18	0,05427153	6,40237E+15
10	0,7	40	20	0,02493392	2,4329E+18
11	0,4	42	26	0,00904222	4,03291E+26
12	0,6	44	14	0,00313814	87178291200
13	0,7	46	19	0,00380088	1,21645E+17
14	0,5	48	21	0,07128934	5,10909E+19
15	0,8	50	25	0,00308372	1,55112E+25
16	0,7	52	27	0,02015744	1,08889E+28
17	0,866667	54	30,33333333	0,00823156	2,65253E+32

Рис. 2. Вероятность того, что в интервале времени T произойдет k атак

## Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 1.582	ПИИЦ (Russia) = 3.939	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.771	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 7.184	OAJI (USA) = 0.350



Рис. 3. График вероятности  $k$  атак в интервале времени  $T$

Чтобы рассчитать причиненный ущерб, общий поток атак должен быть рассчитан путем деления потока на ущерб, причиненный каждой атакой. Такие атаки также можно моделировать с помощью сети Петри-Маркова [10].

Таким образом, нанесенный ущерб наносится на разных уровнях в зависимости от типа компьютерной системы и важности воздействия на систему. Поэтому в ходе моделирования в качестве суммы ущерба принимается количество эффективно реализованных повреждений, соответствующих угрозам, а потери рассчитываются отдельно для каждого вида атаки.

Расчет нанесенного ущерба рассчитывался путем деления общего потока атак на потоки в соответствии с ущербом, причиняемым каждой атакой (рисунок 2).

Таким образом, в процессе обработки показателей, полученных по результатам исследования, можно выдвинуть следующую концепцию: при изменении интервала времени с 20 до 54 минут, максимальный показатель вероятности возникновения атак по сети был равен 0,105, а время через 54 минут вероятность атак стала близкой к нулю.

### Выводы

Наносимый ущерб варьируется в зависимости от типа компьютерной системы, а также от серьезности воздействия на систему. Поэтому в ходе риск-моделирования было определено, что за количество эффективно реализованных повреждений следует принимать сумму ущерба, соответствующую угрозам, а ущерб рассчитывать отдельно в зависимости от типа атаки.

### References:

1. Chipiga, A.F., & Peleshenko, V.S. (2006). Formalizatsiya protsedur obnaruzheniya i predotvrashcheniya setevykh atak. *Izvestiya TRTU Taganrog*, pp.96-101.
2. Budnikov, S.A., & Spitsyn, O.L. (2019). *Moyelirovaniye APT-ATAK, ekspluatiruyushchikh uyazvimost' ZEROLOGON*.
3. Gorin, A.N., & Budnikov, S.A. (2019). Primeneniye programmnoy sredy Matlab dlya imitatsionnogo modelirovaniya slozhnykh sistem voyennogo naznacheniya. *Sistemy upravleniya, svyazi i bezopasnosti*, № 1.
4. Khinchin, A.Ya. (2009). *Risk-modeli informatsionnykh sistem pri realizatsii ugroz neposredstvennogo i udalennogo dostupa*. (p.134). Moscow: RadioSoft.
5. Ainakulov, Z., Pirmanov, I., Koshekov, K., Astapenko, N., Fedorov, I., Zuev, D. & Kurmankulova, G. (2022). Risk Assessment of the Operation of Aviation Maintenance Personnel Trained on Virtual Reality Simulators. *Transport and Telecommunication Journal*, 23(4) 320-333. <https://doi.org/10.2478/ttj-2022-0026>.
6. Kotenko, D.I., Kotenko, I.V., & Sayenko, I.B. (2013). Modelirovaniye atak v bol'shikh

<b>Impact Factor:</b>	<b>ISRA (India) = 6.317</b>	<b>SIS (USA) = 0.912</b>	<b>ICV (Poland) = 6.630</b>
	<b>ISI (Dubai, UAE) = 1.582</b>	<b>PIHII (Russia) = 3.939</b>	<b>PIF (India) = 1.940</b>
	<b>GIF (Australia) = 0.564</b>	<b>ESJI (KZ) = 8.771</b>	<b>IBI (India) = 4.260</b>
	<b>JIF = 1.500</b>	<b>SJIF (Morocco) = 7.184</b>	<b>OAJI (USA) = 0.350</b>

---

- komp'yuternykh setyakh. *Tekhnicheskiye nauki - ot teorii k praktike*, № 17-1, pp.12-16.
- Andreyeshchev, I.A., Budnikov, S.A., & Gladkov, A.V. (2017). Polumarkovskaya model' otsenki konfliktnoy ustoychivosti informatsionnoy infrastruktury. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sistemnyy analiz i informatsionnyye tekhnologii*, № 1, pp.10-17.
  - Dobryshin, M.M., & Zakalkin, P.V. (2021). Model' komp'yuternoy ataki tipa «Phishing» na lokal'nuyu komp'yuternuyu set'. *Voprosy kiberbezopasnosti*, № 2(42), pp.17-25. DOI: 10.21681/2311-3456-2021-2-17-25.
  - Tumoyan, Ye.P. (2008). Metod modelirovaniya komp'yuternykh atak na osnove veroyatnostnykh avtomatov. *Izvestiya YUFU. Tekhnicheskiye nauki*, № 8 (85), pp.120-126.
  - Yazov, Yu.K., & Solov'yev, S.V. (2015). *Zashchita informatsii v informatsionnykh sistemakh ot nesanktsionirovannogo dostupa*. Voronezh: Kvarta.