

DOI: [10.18372/2410-7840.22.14660](https://doi.org/10.18372/2410-7840.22.14660)  
 УДК 004.056.5(045)

## ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ ДВУХУРОВНЕВАЯ ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ С ВЕРОЯТНОСТНОЙ НАДЕЖНОСТЬЮ

*Борис Журиленко, Кирилл Николаев*

*В данной работе проведены теоретические исследования физического процесса взлома для последовательной двухуровневой технической защиты информации (ТЗИ) с вероятностной надежностью. В исследованиях используется подход, связанный с надежностью различной аппаратуры, технических устройств и систем, которые достаточно подробно изучены и обеспечили хорошие практические результаты с количественной вероятностной оценкой. Для расчетов и оценки возможностей последовательной двухуровневой технической защиты информации использовались одноуровневые ТЗИ с вероятностной надежностью, предложенные и рассмотренные в работах Б. Журиленко. В работе предложен метод построения последовательной двухуровневой технической защиты информации с вероятностной надежностью и возможность сравнения ее с эквивалентной одноуровневой защитой. Такое сравнение может оказаться полезным при оценке и сравнении многоуровневых ТЗИ, поскольку такой подход позволит оценивать разные структуры многоуровневых защит и достаточно просто сравнивать проектируемые и существующие ТЗИ с единой точки зрения. Проведенные исследования показали, что поверхность распределения максимумов вероятностей взлома эквивалентной одноуровневой ТЗИ не полностью совпадает с распределением максимумов вероятности взлома двухуровневой ТЗИ. Поэтому сравнение защит возможно только в выбранном для анализа направлении взлома. Для анализа и сравнения защищенности информации в других направлениях взлома необходимо по предложенной методике рассчитать и построить распределение максимумов вероятности взлома для этих направлений. В работе предложен способ определения реальной вероятности взлома двухуровневой защиты не по максимальному значению вероятности взлома, а по распределению вероятности взлома последовательной двухуровневой ТЗИ, так как взлом ТЗИ не обязательно может происходить при максимальных значениях вероятности взлома. В этом случае по построенным поверхностям вероятностей взлома реальную надежность ТЗИ можно определять для любого направления взлома.*

**Ключевые слова:** *техническая защита информации, эквивалентная одноуровневая защита, последовательная двухуровневая защита информации с вероятностным взломом, распределение максимума вероятности взлома, распределение вероятности взлома, реальный процесс взлома.*

**Введение.** В настоящее время информация циркулирует в достаточно сложных технических системах, и ее утечка будет определяться физическими и техническими взаимодействиями этих систем. Для того, чтобы исключить возможную утечку информации необходимо применять многоуровневую защиту. В работах Б. Журиленко достаточно подробно рассмотрены вопросы взлома одноуровневой защиты информации, но мало уделено внимания вопросам проектирования и анализу состояния работающей многоуровневой защиты.

Известны методы расчета надежности различной аппаратуры, технических устройств и систем, которые достаточно подробно изучены и обеспечили хорошие практические результаты с количественной вероятностной оценкой. Эти методы дают хорошие результаты по обеспечению надежности различных работающих технических систем и устройств, поэтому желательно использовать эти методы расчета надежности к проектированию и анализу состояния многоуровневых систем защиты информации, тем более, что рас-

сматриваемые в работах Б. Журиленко одноуровневые системы защиты дают количественную вероятностную оценку.

На практике основная трудность оценки и анализа состояния многоуровневой технической защиты информации (ТЗИ) с помощью входящих в нее одноуровневых защит заключается в том, что неизвестно, какая из одноуровневых защит взломана (при разных коэффициентах эффективности защит) и какова осталась вероятность взлома этой многоуровневой защиты. Оценить состояние многоуровневой защиты можно, если известна общая вероятность взлома.

Из всего разнообразия технического взаимодействия и достаточно сложных технических систем, в которых циркулирует информация, для начала рассмотрим последовательную двухуровневую защиту информации с вероятностной надежностью.

*Целью работы* является получение поверхностей распределения максимума вероятности и распределения вероятности взломов для последовательной двухуровневой системы защиты инфор-

мации и сравнение ее с эквивалентным распределением одноуровневой защиты, что позволит исследовать и сравнивать различные виды многоуровневых защит информации при их проектировании и модернизации.

*Актуальность работы* заключается в том, чтобы в отличие от нормативных документов рассмотрен новый подход к разработке многоуровневой ТЗИ, опирающийся на реальные физические процессы взлома информации.

*Научная новизна* заключается в разработке новой методологии подхода к проектированию, анализу рабочего состояния работающей многоуровневой ТЗИ с целью экономии финансовых затрат, вкладываемых в защиту.

**Теоретическое построение и исследование последовательной двухуровневой системы защиты информации и сравнение ее с эффективным распределением одноуровневой защиты.**

Известно [1], что вероятность выхода из строя двух последовательных технических систем будет определяться произведением вероятностей надежности этих систем. Для ТЗИ такое представление двух последовательных технических систем будет соответствовать двум последовательным защитами информации, для проникновения через которые злоумышленнику необходимо последовательно взломать каждую из них. Следовательно, вероятностная надежность ТЗИ может быть представлена произведением вероятностей взлома каждой из одноуровневых или одиночных защит.

В настоящее время существуют публикации [2-4] для одиночной или одноуровневой защиты информации, в которых получены распределения вероятностей взлома в зависимости от вложенного финансирования в защиту, коэффициента эффективности защиты и направления процесса взлома, то есть от попытки  $m$  и времени этой попытки взлома  $t$ . Поверхность распределения максимумов вероятности взлома будет описываться выражением

$$P_{\text{взлі}}(m, t) = \gamma \left\{ P(X) \cdot \left[ \frac{f(m,t)}{f(m,t)+t} \right]^{\frac{f(m,t)}{t}} \cdot \left[ \frac{t}{f(m,t)+t} \right] \right\} = \left\{ P(X) \cdot \left[ \frac{f(m)}{f(m)+t} \right]^{\frac{f(m)}{t}} \cdot \left[ \frac{t}{f(m)+t} \right] \right\}^{\gamma}, \quad (1)$$

где  $m, t$  – текущие координаты попытки и времени взлома; функция  $f(m, t)$  определяет вероятностную надежность защиты и направление взлома;  $\gamma$  – учитывает эффективность защищенности и

определяется отношением рисков вложенного финансирования в защиту к полным финансовым потерям [5];  $P(X)$  – вероятность взлома ТЗИ от вложенного в ее построение финансирования [5]. Функцию  $f(m, t)$  в зависимости от изменения одной из координат можно представить в виде попытки взлома  $m$  и направлению или интенсивности взлома

$$f(m) = \left[ t_1 + \frac{1}{\omega} \cdot (m - m_1) \right] \cdot (m - 1), \quad (2)$$

где  $\omega = \frac{m_2 - m_1}{t_2 - t_1}$  – направление или интенсивность взлома [5].

Поверхность распределения вероятности взлома будет описываться выражением

$$P1_{\text{взлі}}(m, t) = \left\{ P(X) \cdot \left[ \frac{f(m,t)}{f(m,t)+t} \right]^{\frac{f(m_c,t_c)}{t_c}} \cdot \left[ \frac{t}{f(m,t)+t} \right] \right\}^{\gamma} = \left\{ P(X) \cdot \left[ \frac{f(m,t)}{f(m,t)+t} \right]^{\frac{f(m_c)}{t_c}} \cdot \left[ \frac{t}{f(m,t)+t} \right] \right\}^{\gamma}, \quad (3)$$

где функцию  $f(m_c, t_c)$ , определяющую направление взлома, в зависимости от изменения одной из координат можно представить в виде максимального значения попытки взлома с координатами  $m_c$  и  $t_c$ :

$$f(m_c, t_c) = f(m_c) = \left[ t_1 + \frac{t_2 - t_1}{m_2 - m_1} \cdot (m_c - m_1) \right] \cdot (m_c - 1). \quad (4)$$

Поверхности распределений вероятностей взломов одноуровневых защит позволяют рассчитывать вероятность взлома многоуровневой защиты, представляющей комплекс из одиночных защит. Такое представление защиты даст один из способов оценки вероятностной надежности комплекса технической защиты информации (КТЗИ).

Рассмотрим случай двух одноуровневых систем защиты информации с распределениями максимумов вероятностей взлома для одной или первой защиты  $P1_{\text{макс}}$  и другой или второй -  $P2_{\text{макс}}$ , поверхности которых определяются выражением (1). Для определенности вычислений и построения поверхностей максимумов вероятностей взлома будем считать, что параметры первой защиты будут:  $X1=x/H=0,5$ ,  $x$  – вложенное в первую защиту финансирование,  $H$  – финансовые потери при отсутствии защиты;  $\gamma1=X1/(1+X1)=0,333$  – коэффициент эффективности первой защиты;  $P1(X1)=X1^{X1}/(1+X1)^{1+X1}=0,385$  – максимум вероятности взлома от приведенного вложенного финансирования в защиту  $X1$ ;  $\omega1=(m21-m11)/(t21-t11)=1$ ;  $m11=1$ ,  $t11=0$  – начальные

условия процесса взлома для первой защиты (первая попытка взлома и ее время);  $m12=3, t12=2$  – последующая попытка взлома и ее время по направлению взлома для первой одноуровневой защиты. Аналогичным образом определяем параметры для второй защиты информации:  $X2=0,4$  – приведенное вложенное финансирование во вторую защиту;  $\gamma2=0,286$  – коэффициент эффективности второй защиты;  $P2(X2)=0,433$  – максимум вероятности взлома от приведенного вложенного финансирования во вторую защиту  $X2$ ;  $\omega2= (m22-m21)/(t22-t21) =0,429$ ;  $m21=1, t21=0$  – начальные условия процесса взлома для второй защиты (первая попытка взлома и ее время);  $m22=7, t22=14$  – последующая попытка взлома и ее время по направлению взлома для второй одноуровневой защиты.

На рис. 1 представлены рассчитанные по формуле (1) поверхности распределений максимумов вероятностей взломов ТЗИ в зависимости от попыток и их времени взлома (темные поверхности): для первой защиты рис. 1а по линии взлома 1 и для второй защиты по линии взлома 2 – рис. 1б. Линия 1 указывает направление взлома по первой одноуровневой защите, а линия 2 – по второй. Светлая поверхность дает реальную вероятность взлома каждой из защит и определяется выражением  $P_{реал} = 1/m$ , где  $m$  текущая попытка взлома. Из рис. 1 видно, что рассчитанные поверхности взлома ТЗИ мало отличаются друг от друга, хотя расчетные направления взлома у этих защит разные.

Малые различия поверхностей максимумов вероятностей взломов объясняются близкими по значению исходными параметрами. По пересечению темной, светлой поверхностей максимумов вероятностей и направлению линии взлома (рис. 1) можно определить параметры максимальных значений вероятности попытки и времени этой попытки взлома для одноуровневых защит с разными направлениями взлома. Возможно, разные направления взлома позволят проектировать многоуровневые комплексы с большей эффективностью защиты информации и сравнивать эти многоуровневые ТЗИ посредством их эквивалентных параметров для одноуровневой защиты по защитным свойствам.

Для линии 1 и соответствующей ей расчетной поверхности координата точки максимума взлома для первой защиты будет  $m1_{вл}=3$  и  $t1_{вл}=2$ , а для второй защиты и линии 2 –  $m2_{вл}=2$  и  $t2_{вл}=2$ .

Предположим, что доступ к устройству или информационной системе возможен только при взломе двух систем защиты (последовательные системы).

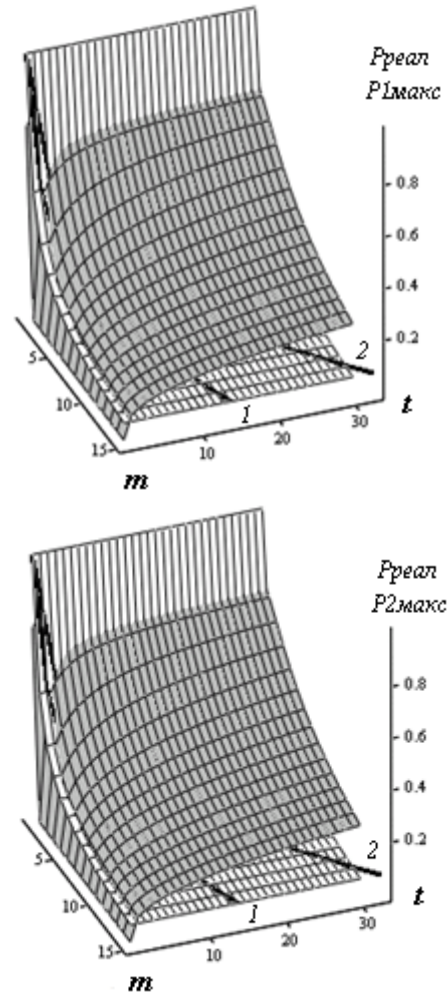


Рис. 1. Поверхности распределений максимумов вероятностей взломов ТЗИ в зависимости от попыток и их времени взлома (темная поверхность);  $P1_{макс}$  – для первой защиты;  $P2_{макс}$  – для второй;  $P_{реал}$  – распределение вероятности реального взлома (светлая поверхность)

Для линии 1 и соответствующей ей расчетной поверхности координата точки максимума взлома для первой защиты будет  $m1_{вл}=3$  и  $t1_{вл}=2$ , а для второй защиты и линии 2 –  $m2_{вл}=2$  и  $t2_{вл}=2$ .

Предположим, что доступ к устройству или информационной системе возможен только при взломе двух систем защиты (последовательные системы).

В этом случае, вероятность доступа к устройству или информационной системе будет определяться выражением

$$P_{макс0} = P1_{макс} \cdot P2_{макс}. \quad (5)$$

Определим параметры попытки и его времени максимума вероятности взлома в направлении линии 2 двухуровневой ТЗИ. По попытке и его времени максимума вероятности взлома можно определить все необходимые параметры для эквивалентной одноуровневой защиты.

По выбранным исходным данным по формулам (1) и (5) рассчитываем максимумы вероятности взлома последовательной двухуровневой защиты информации. Результаты расчета представлены на рис. 2. На нем видно, что максимум вероятности взлома по направлению линии 2 будет в точке пересечения светлой (реальной) и темной (рассчитанной) поверхностями взлома при  $m_{max}=10,4$  и  $t_{max}=22$ . По направлению линии 1 значение максимума вероятности взлома будет при больших значениях  $m_{max}$  и  $t_{max}$  и на представленной расчетной области рис. 2 не отображается, так как интенсивность взлома по линии 1 больше, чем по линии 2.

Для представления параметров двухуровневой ТЗИ через эквивалентную одноуровневую защиту воспользуемся формулами работ [2-5]. В работе [2] представлено уравнение для коэффициента эффективности защиты информации одноуровневой ТЗИ.

$$\gamma = \frac{-\ln(m_{max})}{(m_{max}-1) \cdot \ln(m_{max}-1) - m_{max} \cdot \ln(m_{max}) + X_i \cdot \ln(X_i) - (1+X_i) \cdot \ln(1+X_i)} = \frac{X_i}{1+X_i} \quad (6)$$

Решая уравнение (6) относительно эффективного приведенного вложенного финансирования в двухуровневую защиту  $X_i$  по точке максимума взлома, можно определить все необходимые эквивалентные параметры одноуровневой ТЗИ.

На рис. 3 представлено графическое решение уравнения (6), где  $P(X_i)$  - максимум вероятности взлома от эффективного приведенного вложенного финансирования в защиту  $X_i$ ;  $f1(X_i)$  - функциональная зависимость средней части уравнения (6) от  $X_i$ ;  $f2(X_i)$  - функциональная зависимость правой части уравнения (6) от  $X_i$ . Пересечение  $f1(X_i)$  и  $f2(X_i)$  дает решение уравнения (6)  $X_i=1$ . Учитывая, что эффективный коэффициент одноуровневой защиты будет при  $X_i=1$ , получим  $\gamma=f2(X_i)=0,5$ .

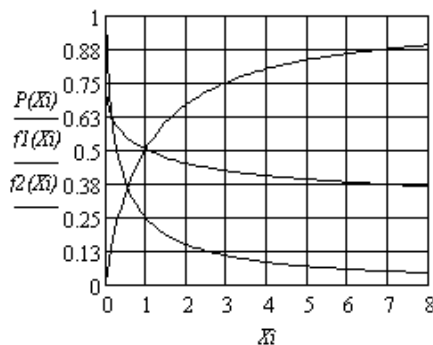


Рис. 3. Графическое решение уравнения (6)

Графическое решение уравнения (6) дает следующие параметры для эквивалентной одноуровневой

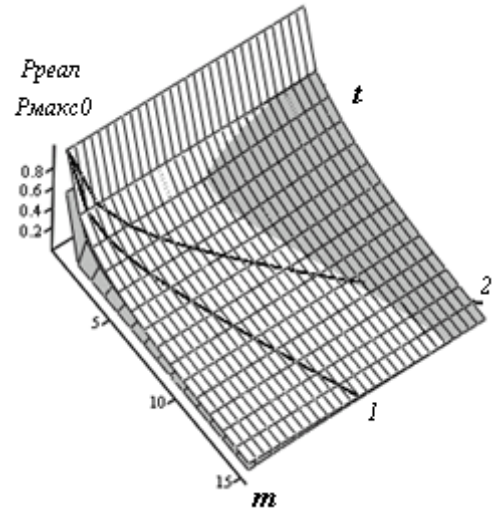


Рис. 2. Распределение максимума вероятности взлома для последовательной двухуровневой защиты информации

защиты  $P(X_i)=0,25$ ;  $\gamma=0,5$ . Используя полученные параметры и направление взлома по линии 2 в формуле (1), получим поверхность максимумов вероятности взлома одноуровневой защиты эквивалентной последовательной двухуровневой ТЗИ. При необходимости определить эквивалентную одноуровневую защиту для последовательной двухуровневой защиты в другом направлении взлома необходимо на рис. 2 построить это другое направление и определить параметры максимума вероятности взлома в этом направлении. А затем так же как по линии 2 и параметрам взлома, определить все необходимые параметры для эквивалентной одноуровневой защиты.

Сравнивая рис. 2 и рис. 4 видно, что одноуровневая защита эквивалентная двухуровневой ТЗИ не полностью соответствует максимумам вероятности взлома двухуровневой ТЗИ. Однако следует заметить, что в выбранном направлении взлома эквивалентные одноуровневые защиты полностью соответствуют параметрам двухуровневых ТЗИ и, следовательно, различные многоуровневые защиты в выбранном направлении взлома можно сравнивать.

На практике реальный процесс взлома возможен не обязательно при максимальной вероятности взлома. Реальный взлом возможен и при других вероятностях взлома, хотя он наиболее возможен при максимальной вероятности взлома. Чтобы определить наиболее реальный процесс взлома, необходимо использовать выражение для распределения вероятности взлома (3) для каж-



дого из выбранных направлений взлома с максимумами для линии 1 -  $m1_{взл}=3$  и  $t1_{взл}=2$ , а для второй линии 2 -  $m2_{взл}=2$  и  $t2_{взл}=2$ , и построить поверхности вероятности распределений взлома для двухуровневой защиты. Перемножая распределения вероятностей взлома в соответствии с (5), получим реальное распределение вероятности взлома последовательной двухуровневой защиты.

На рис. 5 представлены расчеты поверхностей распределения реальной вероятности взлома (светлая поверхность) и распределения вероятности взлома последовательной двухуровневой технической защиты информации (темная поверхность), которые определяются формулами (2) и (5).

Из сравнения рис. 2 и рис. 5 видно, что в отличие от распределения максимумов вероятности взлома (рис. 2) реальный взлом ТЗИ наиболее вероятен для направления по линии 1 в точке  $m1=10$  и  $t1=9$  и для направления по линии 2 в точке  $m2=6,5$  и  $t2=13$ . Чтобы определить реальную вероятность взлома в других направлениях, необходимо построить эти направления и найти точку пересечения поверхностей рис. 5. и другой линии. Точка пересечения даст возможную реальную попытку и время этой попытки взлома ТЗИ.

**Выводы.** В данной работе проведены теоретические исследования физического процесса взлома для последовательной двухуровневой технической защиты информации с вероятностной надежностью. Для расчетов и оценки возможностей последовательной двухуровневой технической защиты информации использовались одноуровневые ТЗИ с вероятностной надежностью. В работе предложен метод построения последовательной двухуровневой технической защиты информации с вероятностной надежностью и возможностью сравнения ее с эквивалентной одноуровневой защитой. Такое сравнение может оказаться полезным при оценке и сравнении многоуровневых ТЗИ, поскольку такой подход позволит оценивать разные структуры многоуровневых защит и достаточно просто сравнивать проектируемые и существующие ТЗИ с единой точки зрения.

Проведенные исследования показали, что поверхность распределения максимумов вероятностей взлома эквивалентной одноуровневой ТЗИ не полностью совпадает с распределением максимумов вероятности взлома двухуровневой ТЗИ. Поэтому сравнение защит возможно только в выбранном для анализа направлении взлома. Для анализа и сравнения защищенности информации в других направлениях необходимо по предложенной методике рассчитать и построить распределение максимумов вероятности взлома для этих направлений.

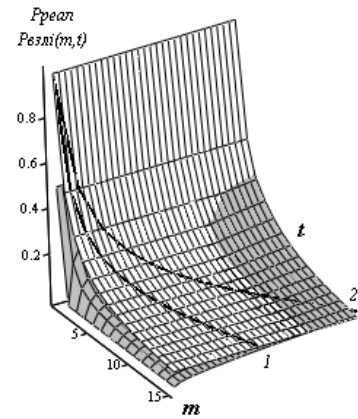


Рис. 4. Распределения поверхности вероятности реального взлома (светлая поверхность) и максимумов вероятности взлома одноуровневой защиты эквивалентной последовательной двухуровневой ТЗИ (темная поверхность)

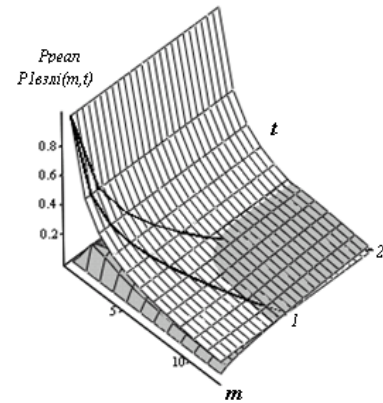


Рис. 5. Распределения реальной вероятности взлома и вероятности взлома последовательной двухуровневой технической защиты информации

В работе предложен способ определения реальной вероятности взлома двухуровневой защиты не по максимальному значению вероятности взлома, а по распределению вероятности взлома последовательной двухуровневой ТЗИ, так как взлом ТЗИ не обязательно может происходить при максимальных значениях вероятности взлома. В этом случае по построенным поверхностям вероятностей взлома реальную надежность ТЗИ можно определять для любого направления взлома.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Румшинский, *Элементы теории вероятностей*, М.: Изд-во «Наука», Главн. Ред. Физ.-мат. Лит., 1970, 256 с.
- [2]. Б. Журиленко, "Метод проектирования и оценка работающей одиночной технической защиты информации по выбранному направлению взлома", *Захист інформації*, №3(21), С. 143-149, 2019. DOI: 10.18372/2410-7840.21.13950.
- [3]. В. Васянин, Б. Журиленко, Н. Николаева, *Информационные управляющие системы и технологии. Проблемы и решения: монография*, авт. кол.: [и др.]; под науч. ред. проф. В.Вычужанина, Одесса: Экология, С. 60-73, 2019.

- [4]. Б. Журиленко, "Метод проектирования единичной системы технической защиты информации с вероятностной надежностью и заданными параметрами взлома", *Безпека інформації*, №1(20), С. 36-42, 2014.
- [5]. Б. Журиленко, "Оценивание финансовых затрат на построение системы защиты информации", *Захист інформації*, №4(20), С. 231-239, 2018. DOI: 10.18372/2410-7840.20.13424.

### SEQUENTIAL TWO-LEVEL INFORMATION PROTECTION WITH PROBABILITY RELIABILITY

In this work, theoretical studies of the physical hacking process for sequential two-level technical protection of information (TPI) with probabilistic reliability are carried out. The research uses an approach related to the reliability of various equipment, technical devices and systems, which have been studied in sufficient detail and have provided good practical results with a quantitative probabilistic assessment. To calculate and evaluate the possibilities of sequential two-level technical information protection, we used single-level TPI with probabilistic reliability, proposed and considered in the works of B. Zhurilenko. In this work, we used the method of constructing a consistent two-level technical protection of information with probabilistic reliability and the possibility of comparing it with equivalent single-level protection. Such a comparison can be useful in assessing and comparing multilevel TPI, since such an approach will make possible evaluation of different structures of multilevel protection systems and it is quite simple to compare the designed and existing TPI from a uniform point of view. Studies have shown that the distribution surface of the maximum probabilities of breaking into an equivalent single-level TPI does not completely coincide with the distribution of the probability maxima of breaking into a two-level TPI. Therefore, protection comparisons are only possible in the hacking direction selected for analysis. To analyze and compare the security of information in other directions, it is necessary to calculate and construct the distribution of the maximum probabilities of breaking for these directions using the proposed methodology. The paper proposes a method for determining the real probability of breaking a two-level protection not by the maximum value of the probability of breaking, but by the distribution of the probability of breaking a sequential two-level TPI, since breaking of TPI may not necessarily occur at the maximum values of the probability of breaking. In this case, based on the constructed surfaces of the probabilities of breaking, the real reliability of the TPI can be determined for any direction of breaking.

**Keywords:** technical information protection, equivalent one-level protection, sequential two-level information protection with probabilistic hacking, distribution of the maximum probability of hacking, distribution of the probability of hacking, the real process of hacking.

### ПОСЛІДОВНИЙ ДВОРІВНЕВИЙ ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ З ІМОВІРНІСНИЙ НАДІЙНІСТЮ

У даній роботі проведено теоретичні дослідження фізичного процесу злому для послідовного дворівневого технічного захисту інформації з ймовірною надійністю. У дос-

лідженнях використовується підхід, пов'язаний з надійністю різної апаратури, технічних пристроїв і систем, які досить ретельно вивчені та забезпечили гарний практичний результат з кількісною ймовірною оцінкою. Для розрахунків і оцінки можливостей послідовного дворівневого технічного захисту інформації використовувалися однорівневі ТЗІ з ймовірною надійністю, які запропоновані і розглянуті в роботах Б. Журиленка. У даній роботі використовувався метод побудови послідовного дворівневого технічного захисту інформації з ймовірною надійністю і можливість порівняння її з еквівалентним однорівневим захистом. Таке порівняння може виявитися корисним при оцінці і порівнянні багаторівневих ТЗІ, оскільки такий підхід дозволить оцінювати різні структури багаторівневих захистів і досить просто порівнювати проєктовані й існуючі ТЗІ з єдиної точки зору. Проведені дослідження показали, що поверхня розподілу максимумів ймовірностей злому еквівалентного однорівневого ТЗІ в повному обсязі збігається з розподілом максимумів ймовірності злому дворівневого ТЗІ. Тому порівняння захистів можливо тільки в обраному для аналізу напрямку злому. Для аналізу і порівняння захищеності інформації в інших напрямках необхідно за запропонованою методикою розрахувати і побудувати розподіл максимумів ймовірності злому для цих напрямків. В роботі запропоновано спосіб визначення реальної ймовірності злому дворівневого захисту не за максимальним значенням ймовірності злому, а з розподілу ймовірності злому послідовної дворівневої ТЗІ, так як злом ТЗІ не обов'язково може відбуватися при максимальних значеннях ймовірності злому. У цьому випадку за побудованими поверхнями ймовірностей злому реальну надійність ТЗІ можна визначати для будь-якого напрямку злому.

**Ключові слова:** технічний захист інформації, еквівалентний однорівневий захист, послідовний дворівневий захист інформації з ймовірнісним зломом, розподіл максимуму ймовірності злому, розподіл ймовірності злому, реальний процес злому.

**Журиленко Борис Євгеньевич**, кандидат фізико-математических наук, доцент кафедри автоматизації та енергоменеджмента Національного авіаційного університета.

E-mail: zhurylenko@gmail.com.

Orcid ID: 0000-0003-2980-5630.

**Журиленко Борис Євгенович**, кандидат фізико-математических наук, доцент кафедри автоматизації та енергоменеджменту Національного авіаційного університету.

**Zhurilenko Boris**, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, assistant professor of automation and energy management of the National Aviation University.

**Николаев Кирилл Иванович**, експерт по безопасности дорожного движения, член Технического комитета DIN 226 WG3.

E-mail: kirylo.nikolaiev@gmail.com.

**Ніколаєв Кирило Іванович**, експерт з безпеки дорожнього руху, член Технічного комітету DIN 226 WG3.

**Nikolaev Kirill**, traffic safety expert, DIN Technical Committee 226 WG3 member.