

Научная статья

УДК 621.39

DOI: 10.26583/bit.2025.2.05

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЭТАПА ПОИСКА МОДУЛИРОВАННЫХ ПОБОЧНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ И НАВОДОК В ПРОЦЕССЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФУНКЦИИ ПЕРЕХВАТА ЭТИХ СИГНАЛОВ

Алексей А. Петлеванный¹, Татьяна В. Мещерякова², Александр И. Бороненков³,
Вадим И. Спивак⁴, Варвара А. Владыченская⁵

¹Краснодарское высшее военное училище им. Генерала армии С.М. Штеменко, ул. Красина, 4,
Краснодар, 350063, Россия

^{2,3}Воронежский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации,
пр-кт Патриотов, 53, Воронеж, 394065, Россия

^{4,5}Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, 2-я Бауманская, 5,
стр. 1, Москва, 105005, Россия

¹t911sr@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-7306-4067>

²tmesheheriakova4@mvd.ru, <https://orcid.org/0009-0000-5731-0139>

³boronenkovai@mvd.ru, <https://orcid.org/0009-0000-0337-5228>

⁴vadimspivack@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0004-3069-3677>

⁵varvara_zi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6467-5002>

Аннотация. Цель статьи – исследование вопросов формализации процесса несанкционированного получения компьютерной информации путем перехвата техническими средствами разведки (ТСР) информативных сигналов побочных электромагнитных излучений основных технических средств и систем (ОТСС), а также съема ТСР информативных сигналов наводок на токопроводящих линиях ОТСС. В статье предложен порядок формализации первого этапа процесса перехвата информативных сигналов ОТСС техническими средствами разведки – этапа поиска сигналов побочных электромагнитных излучений и наводок (ПЭМИН), модулированных такого рода сигналами. Приводятся результаты функциональной декомпозиции данного этапа до уровня выполняемых нарушителем процедур использования ТСР в процессе поиска сигналов ПЭМИН, модулированных информативными сигналами ОТСС. Описывается порядок выполнения данных процедур в терминах функциональных диаграмм. Иллюстрируется переход от представления исследуемых процессов в виде функциональных диаграмм к представлению в виде марковских процессов. Приводятся математические выражения для определения временных характеристик задач, решаемых в процессе поиска сигналов ПЭМИН, модулированных информативными сигналами ОТСС.

Ключевые слова: *побочные электромагнитные излучения и наводки, технические средства разведки, перехват информативных сигналов, поиск сигналов побочных электромагнитных излучений, модуляция информативными сигналами, функциональное моделирование.*

Для цитирования: Петлеванный, Алексей А. и др. Формализация этапа поиска модулированных побочных электромагнитных излучений и наводок в процессе моделирования функции перехвата этих сигналов. *Безопасность информационных технологий, [S.l.], т. 32, № 2, с. 59–72, 2025. ISSN 2074-7136. URL: <https://bit.spels.ru/index.php/bit/article/view/1775>. DOI: 10.26583/bit.2025.2.05.*

Scientific article

FORMALIZATION OF THE STAGE OF SEARCHING FOR MODULATED SIDE ELECTROMAGNETIC RADIATIONS AND INTERFERENCES IN THE PROCESS OF MODELING THE FUNCTION OF INTERCEPTING THESE SIGNALS

Aleksey A. Petlevanny¹, Tatyana V. Meshcheryakova², Aleksandr I. Boronenkov³,
Vadim I. Spivak⁴, Varvara A. Vladychenskaia⁵

¹Krasnodar Higher Military School named for Army General S.M. Shtemenko, Krasina str., 4,
Krasnodar, 350063, Russia

^{2,3}Voronezh Institute of the Ministry of the Interior of Russia 53, Patriotov Ave., Voronezh, 394065,
Russia

^{4,5}Bauman Moscow State Technical University, 105005, 2nd Bauman str., 5/1, Moscow, 105005,
Russia

¹t911sr@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-7306-4067>

²tmesheheriakova4@mvd.ru, <https://orcid.org/0009-0000-5731-0139>

³boronenkovai@mvd.ru, <https://orcid.org/0009-0000-0337-5228>

⁴vadimspivack@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0004-3069-3677>

⁵varvara_zi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6467-5002>

Abstract. The purpose of the article is to dealing with the issues of formalizing the process of unauthorized receipt of computer information by intercepting informative signals of electromagnetic side effects of basic technical means and systems by technical means of intelligence, as well as removing informative signals of interferences on conductive lines of basic technical means and systems by technical means of intelligence. The article describes the procedure for formalizing the first stage of the process of intercepting informative signals of basic technical means and systems by technical means of intelligence – the stage of searching for signals of electromagnetic side effects and interferences modulated by such signals. The results of the functional decomposition of this stage to the level of procedures performed by the violator for the use of technical intelligence tools in the process of searching for signals of side electromagnetic radiation and interferences modulated by informative signals of the main technical means and systems are presented. The procedure for performing these procedures is described in terms of functional diagrams. The transition from the representation of the studied processes in the form of functional diagrams to the representation in the form of Markov processes is illustrated. Mathematical expressions are given to determine the time characteristics of tasks solved in the process of searching for electromagnetic side effects and interference signals modulated by informative signals of the main technical means and systems.

Keywords: secondary electromagnetic radiation and interference, technical means of reconnaissance, interception of informative signals, search for signals of secondary electromagnetic radiation, modulation by informative signals, functional modeling.

For citation: Petlevanny, Aleksey A. et al. Formalization of the stage of searching for modulated side electromagnetic radiations and interferences in the process of modeling the function of intercepting these signals. *IT Security (Russia)*, [S.l.], v. 32, no. 2, p. 59-72, 2025. ISSN 2074-7136. URL: <https://bit.spels.ru/index.php/bit/article/view/1775>. DOI: 10.26583/bit.2025.2.05.

Введение

Анализ существующих тенденций в вопросах несанкционированного доступа к компьютерной информации позволяет выявить устойчивую тенденцию применения технической разведки как способа добывания информации, обрабатываемой объектами информатизации (ОИ) [1]. В этом случае источником информации являются информативные сигналы побочных электромагнитных излучений основных технических средств и систем (ОТСС) ОИ, а также информативные сигналы наводок на токопроводящих

линиях ОТСС. Подобного рода тенденция обусловлена отсутствием необходимости привлечения к нарушению безопасности информации должностных лиц ОИ и обслуживающего персонала ввиду гарантированной возможности перехвата информативных сигналов побочных электромагнитных излучений и наводок (ПЭМИН) от ОТСС и вспомогательных технических средств и систем (ВТСС) ОИ техническими средствами разведки за пределами его контролируемой зоны (КЗ). При этом информативные сигналы ПЭМИН от ОТСС являются источником компьютерной информации [2, 3], а информативные сигналы ПЭМИН от ВТСС являются источником речевой информации ОИ [4].

Исходя из того, что возможности электронного документооборота по достижению высокого уровня целостности информации, содержащейся в электронных документах, существенно превышают целостность речевой информации перехват информативных сигналов ПЭМИН от ОТСС является наиболее перспективным способом добывания разведанных [5].

Это обуславливает необходимость исследования подобного рода угроз безопасности информации с целью научного обоснования требований к способам и средствам защиты информации от утечки.

Схема исследования в общем виде представлена в [6]. В основу данной схемы положена методология функционального моделирования как инструмент формализации процесса перехвата компьютерной информации через ПЭМИН. В результате функциональной декомпозиции целевой функции «Перехват информативных сигналов ПЭМИН от ОТСС» установлены ее функциональные компоненты – этапы и задачи. Применение данной схемы и для декомпозиции задач на их функциональные компоненты – процедуры позволяет существенно повысить полноту оценки такого рода угроз безопасности информации [7]. Рассмотрим это на примере построения модели временной характеристики первого этапа процесса перехвата информативных сигналов ОТСС техническими средствами разведки – этапа поиска сигналов ПЭМИН, модулированных такого рода сигналами.

1. Порядок построения модели временной характеристики процесса поиска сигналов ПЭМИН, модулированных информативными сигналами ОТСС

Анализ возможных методических подходов к исследованию каналов утечки компьютерной информации по ПЭМИН и мер предотвращения утечки приводит к необходимости учитывать весьма важное для исследования обстоятельство. Этим обстоятельством является то, что объектом такого рода угроз безопасности информации являются исключительно класс объектов информатизации, именуемый как объекты критической информационной инфраструктуры. Естественно, что информация таких объектов представляет интерес для тех источников угроз компьютерной информации, которые не в состоянии получить ее путем физического доступа к основным техническим средствам и системам (ОТСС) объекта информатизации. В этом случае нарушитель безопасности компьютерной информации использует ТСП для перехвата информативных сигналов побочных электромагнитных излучений и наводок (ПЭМИН) от радиоэлектронного оборудования ОТСС находясь на значительном удалении от объекта информатизации, не входя в его контролируемую зону. Очевидно, что в этих условиях этап поиска сигналов ПЭМИН, модулированных информативными сигналами ОТСС является значимым этапом в действиях нарушителя.

Следуя обоснованному в [8, 9] положению об исследовании угроз безопасности информации исключительно методами математического моделирования, рассмотрим

четырёхэтапный процесс построения модели временной характеристики процесса поиска сигналов ПЭМИН, модулированных информативными сигналами ОТСС [10].

На первом этапе построения модели путем детализации функциональной компоненты «Поиск сигналов ПЭМИН, модулированных информативными сигналами ОТСС» образуются уровни ее функциональной декомпозиции [11]. При этом предполагается, что конечным уровнем детализации являются отдельные действия нарушителя по использованию ТСР для реализации угрозы перехвата информативных сигналов ПЭМИН от радиоэлектронного оборудования ОТСС [12]. Из чего следует, что декомпозиционная структура функциональной компоненты «Поиск сигналов ПЭМИН, модулированных информативными сигналами ОТСС» представляется тремя уровнями:

нулевой уровень – уровень самой компоненты. В общей декомпозиционной структуре целевой функции «Перехват информативных сигналов ПЭМИН от ОТСС» данный уровень соответствует уровню этапов ее реализации;

первый уровень – уровень задач, решаемых нарушителем в процессе поиска сигналов ПЭМИН, модулированных информативными сигналами ОТСС, как этапа реализуемой им целевой функции - функции перехвата компьютерной информации через ПЭМИН;

второй уровень – уровень выполняемых нарушителем процедур использования ТСР в процессе поиска сигналов ПЭМИН, модулированных информативными сигналами ОТСС.

При этом методика, реализующая декомпозиционный алгоритм детализации функциональных компонент, базируется на экспертных оценках отношений «общее-частное» между функциями, выполняемыми нарушителем в процессе использования ТСР для поиска сигналов ПЭМИН, модулированных информативными сигналами ОТСС [13].

На втором этапе построения модели устанавливается порядок реализации (выполнения) функциональных компонент на первом и втором уровнях декомпозиции функциональной компоненты «Поиск сигналов ПЭМИН, модулированных информативными сигналами ОТСС». При этом характер взаимосвязей между компонентами определяется эмпирически [13]. Формируемая таким образом функциональная модель процесса поиска сигналов ПЭМИН, модулированных информативными сигналами ОТСС описывается терминами функциональных диаграмм [6].

На третьем этапе построенная функциональная модель в терминах функциональных диаграмм представляется в виде графа, иллюстрирующего представление процесса поиска сигналов ПЭМИН, модулированных информативными сигналами ОТСС как марковского процесса [14].

На четвертом этапе построения модели формируются математические выражения для определения временных характеристик задач, решаемых в процессе поиска сигналов ПЭМИН, модулированных информативными сигналами ОТСС. На данном этапе реализуются вычислительные эксперименты [15], демонстрирующие корректность математических моделей, а также их пригодность для решения проблемы научного обоснования требований.

2. Функциональная декомпозиция процесса поиска сигналов ПЭМИН, модулированных информативными сигналами ОТСС

При реализации первого этапа построения модели временной характеристики процесса поиска сигналов ПЭМИН, модулированных информативными сигналами ОТСС в результате функциональной декомпозиции образуются те компоненты, которые детализируют функциональное содержание данного этапа. В соответствии с предложенной в [6] терминологией в качестве таких компонент рассматривается перечень задач, решаемых для реализации указанного процесса:

- настройка оборудования поиска сигналов ПЭМИН (задача Z_{11});
- обеспечение максимальной чувствительности оборудования ТСП (задача Z_{12});
- выделение информативных сигналов ПЭМИН от ОТСС (задача Z_{13}).

Указанные задачи составляют первый уровень декомпозиционной структуры данного этапа действий нарушителя.

На втором уровне декомпозиции в качестве функциональных компонент рассматриваются выполняемые нарушителем процедур использования ТСП в процессе поиска сигналов ПЭМИН, модулированных информативными сигналами ОТСС.

При настройке оборудования поиска сигналов ПЭМИН нарушителем выполняются следующие процедуры:

- выбор оборудования технической разведки (процедура P_{111});
- занесение калибровочных данных используемых антенн (процедура P_{112});
- занесение нормированных характеристик сигналов ПЭМИН разведываемых СВТ (процедура P_{113});
- формирование задания на поиск сигналов ПЭМИН от СВТ (процедура P_{114}).

Для обеспечения максимальной чувствительности оборудования ТСП нарушителем выполняются следующие процедуры:

- настройка измерительного оборудования на сигнал ПЭМИН от СВТ (процедура P_{121});
- уменьшение полосы пропускания измеряемого сигнала до требуемой величины (процедура P_{122}).

В процессе выделения информативных сигналов ПЭМИН от ОТСС выполняются следующие процедуры:

- выделение информативных сигналов ПЭМИН от СВТ путем разнесения направленности сигналов (процедура P_{131});
- выделение информативных сигналов ПЭМИН от СВТ на основе согласованной фильтрации (процедура P_{132});
- выделение информативных сигналов ПЭМИН от СВТ параметрически-корреляционным методом (процедура P_{133});
- занесение результатов радиомониторинга в банк обнаруженных информативных сигналов ПЭМИН от СВТ (процедура P_{134}).

3. Порядок реализации функциональных компонент функциональной модели этапа поиска сигналов ПЭМИН, модулированных информативными сигналами ОТСС

На рис. 1 приведена функциональная диаграмма первого уровня декомпозиции – уровня решаемых задач в процессе реализации этапа $\mathcal{E}_1$ целевой функции «Перехват информативных сигналов ПЭМИН от ОТСС».

На рис. 2, 3 и 4 приведены функциональные диаграммы второго уровня декомпозиции – уровня выполняемых нарушителем процедур в процессе обеспечения

максимальной чувствительности оборудования ТСР, в процессе настройки оборудования поиска сигналов ПЭМИН и в процессе выделения информативных сигналов ПЭМИН от ОТСС, соответственно.

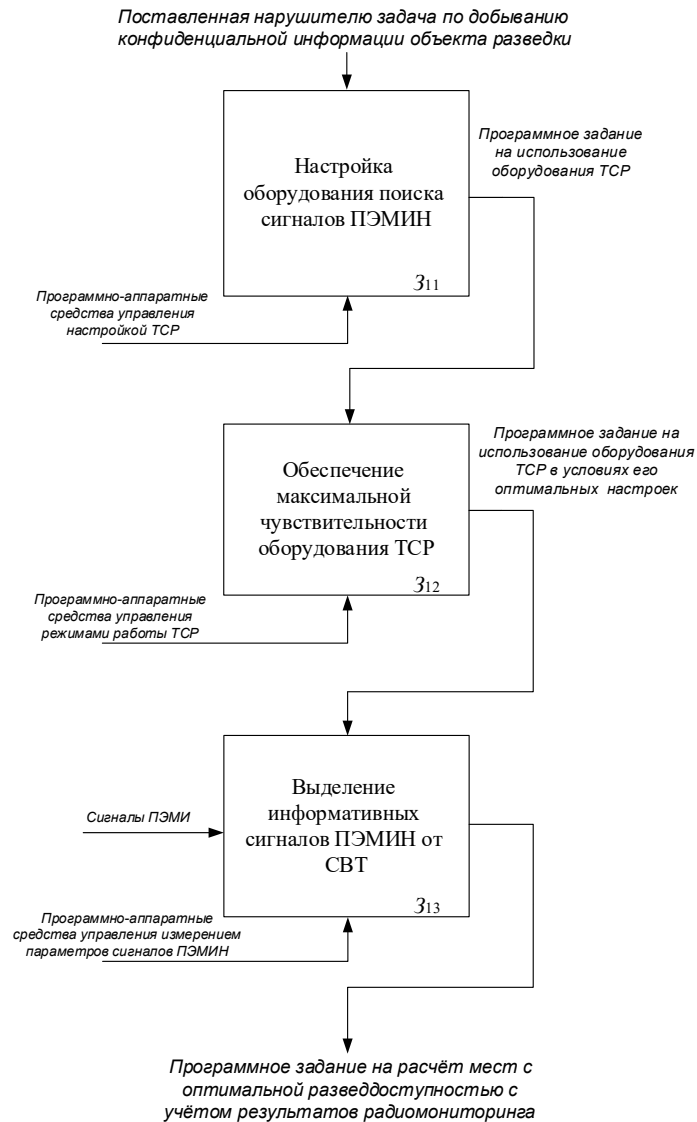


Рис. 1. Функциональная диаграмма декомпозиционного представления процесса поиска сигналов ПЭМИН, модулированных информативными сигналами ОТСС

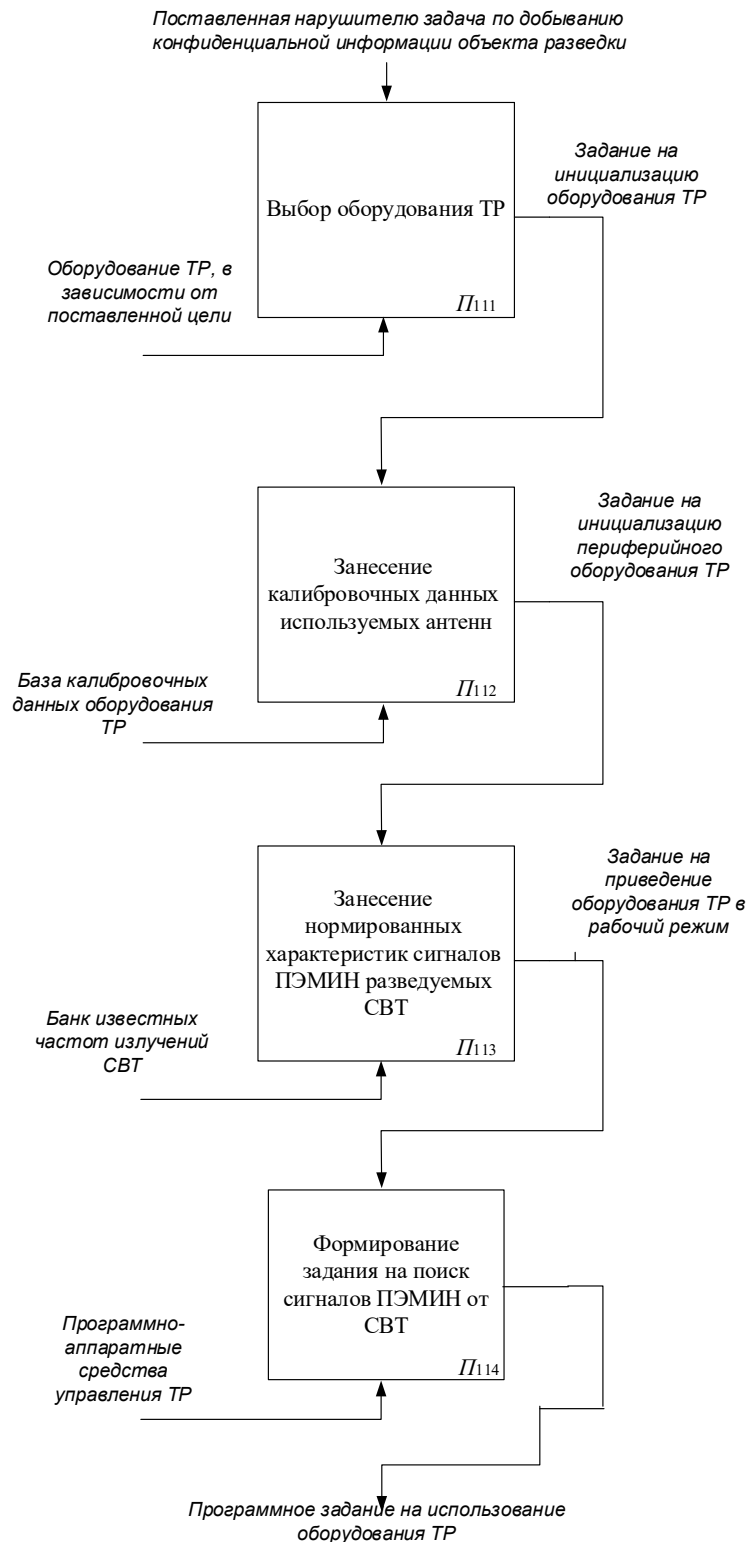


Рис. 2. Функциональная диаграмма декомпозиционного представления процесса настройки оборудования поиска сигналов ПЭМИН

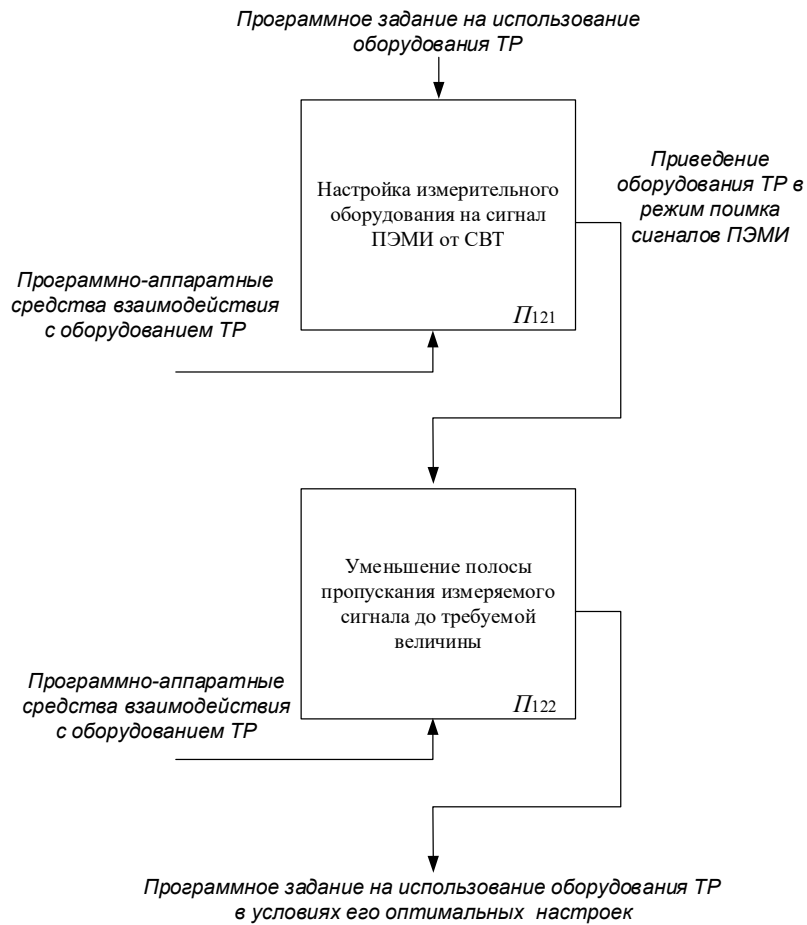


Рис. 3. Функциональная диаграмма декомпозиционного представления процесса обеспечения максимальной чувствительности оборудования ТСП

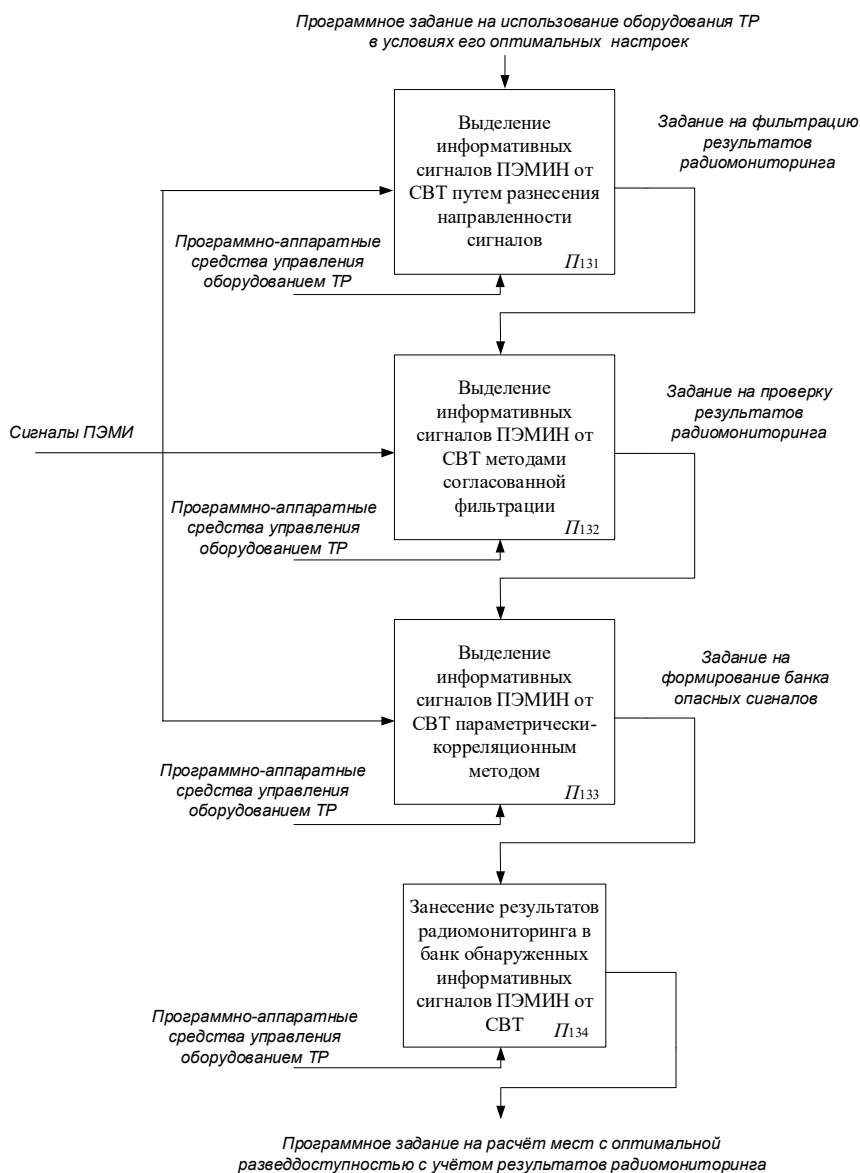


Рис. 4. Функциональная диаграмма декомпозиционного представления процесса выделения информативных сигналов ПЭМИН от ОТСС

4. Представление процесса поиска сигналов ПЭМИН, модулированных информативными сигналами ОТСС, как марковского процесса

Представим, приведенный на рис. 1–4 порядок реализации функциональных компонент, в виде соответствующих графов, иллюстрирующих процесс поиска сигналов ПЭМИН, модулированных информативными сигналами ОТСС, как марковский процесс (рис. 5–8).



Рис. 5. Представление этапа Э₁ – «Поиск сигналов ПЭМИН, модулированных информативными сигналами ОТСС» в виде графа состояний

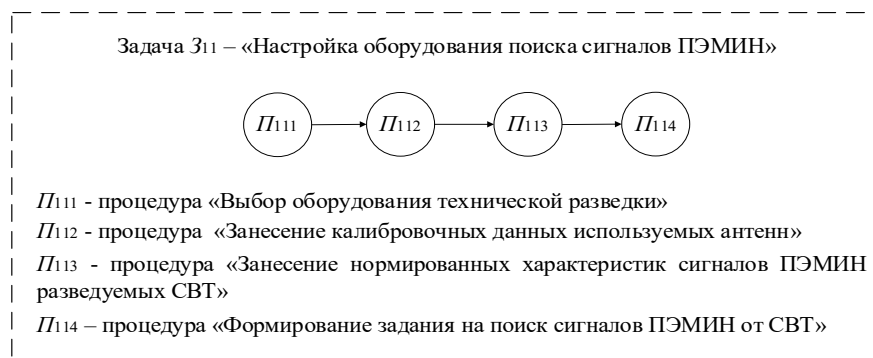


Рис. 6. Представление задачи Z₁₁ – «Настройка оборудования поиска сигналов ПЭМИН» в виде графа состояний

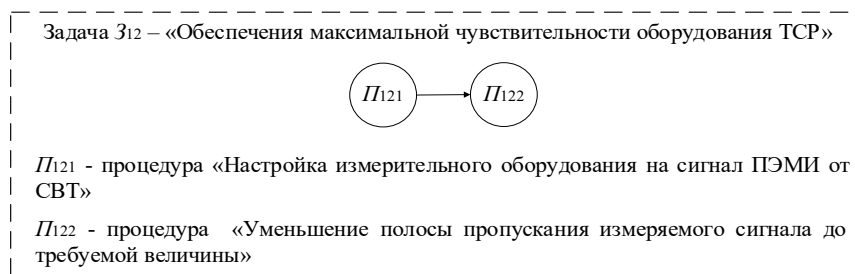


Рис. 7. Представление задачи Z₁₂ – «Обеспечения максимальной чувствительности оборудования ТСР» в виде графа состояний



Рис. 8. Представление задачи Z₁₃ – «Выделение информативных сигналов ПЭМИН от ОТСС» в виде графа состояний

5. Математические выражения для определения временных характеристик задач, решаемых в процессе поиска сигналов ПЭМИН, модулированных информативными сигналами ОТСС

Представление задач, решаемых в процессе поиска сигналов ПЭМИН, модулированных информативными сигналами ОТСС, в виде графов состояний марковского процесса, приведённое на рис. рис. 6–8, дает возможность сформировать аналитические выражения для определения временных характеристик этих задач.

Исходя из приведенного на рис. 6 графа состояний процесса настройки оборудования поиска сигналов ПЭМИН, выражение для определения среднего значения случайной величины $\tau(Z_{11})$ времени решения соответствующей задачи имеет вид:

$$\bar{\tau}(Z_{11}) = E(\tau(P_{111}) * \tau(P_{112}) * \tau(P_{113}) * \tau(P_{114})) = \int_0^{\infty} x \int_0^x \int_0^y \int_0^z f_{111}(u) \cdot f_{112}(z-u) \cdot f_{113}(y-z) \cdot f_{114}(x-y) du dz dy dx, \quad (1)$$

где f_{111} , f_{112} , f_{113} и f_{114} – плотности распределения случайных величин времени $\tau(P_{111})$, $\tau(P_{112})$, $\tau(P_{113})$ и $\tau(P_{114})$ реализации процедур P_{111} , P_{112} , P_{113} и P_{114} , соответственно; $E(\tau(P_{111}) * \tau(P_{112}) * \tau(P_{113}) * \tau(P_{114}))$ – среднее значение композиции (свертки) случайных величин $\tau(P_{111})$, $\tau(P_{112})$, $\tau(P_{113})$ и $\tau(P_{114})$; * – знак композиции (свертки) случайных величин.

Выражение для определения среднего значения случайной величины $\tau(Z_{12})$ времени решения задачи обеспечения максимальной чувствительности оборудования ТСП, исходя из приведенного на рис. 7 графа состояний, имеет вид:

$$\bar{\tau}(Z_{12}) = E(\tau(P_{121}) * \tau(P_{122})) = \int_0^{\infty} x \int_0^x f_{121}(x-y) \cdot f_{122}(y) dy dx, \quad (2)$$

где f_{121} и f_{122} – плотности распределения случайных величин времени $\tau(P_{121})$ и $\tau(P_{122})$ реализации процедур P_{121} и P_{122} , соответственно.

Исходя из приведенного на рис. 8 графа состояний процесса выделения информативных сигналов ПЭМИН от ОТСС, выражение для определения среднего значения случайной величины $\tau(Z_{13})$ времени решения соответствующей задачи имеет вид:

$$\bar{\tau}(Z_{13}) = E(\tau(P_{131}) * \tau(P_{132}) * \tau(P_{133}) * \tau(P_{134})) = \int_0^{\infty} x \int_0^x \int_0^y \int_0^z f_{131}(u) \cdot f_{132}(z-u) \cdot f_{133}(y-z) \cdot f_{134}(x-y) du dz dy dx, \quad (3)$$

где f_{131} , f_{132} , f_{133} и f_{134} – плотности распределения случайных величин времени $\tau(P_{131})$, $\tau(P_{132})$, $\tau(P_{133})$ и $\tau(P_{134})$ реализации процедур P_{131} , P_{132} , P_{133} и P_{134} , соответственно.

Выражение для определения среднего значения случайной величины $\tau(\mathcal{Z}_1)$ времени решения всех трех задач этапа поиска сигналов ПЭМИН, модулированных информативными сигналами ОТСС, (этапа $\mathcal{Z}_1$), исходя из приведенного на рис. 5 графа состояний, в общем виде запишется как:

$$\bar{\tau}(\mathcal{Z}_1) = E(\tau(Z_{11}) * \tau(Z_{12}) * \tau(Z_{13})) = E(\tau(P_{111}) * \tau(P_{112}) * \tau(P_{113}) * \tau(P_{114}) * \tau(P_{121}) * \tau(P_{122}) * \tau(P_{131}) * \tau(P_{132}) * \tau(P_{133}) * \tau(P_{134})). \quad (4)$$

Воспользовавшись положениями центральной предельной теоремы теории вероятностей, представим выражением (4) в виде:

$$\begin{aligned} \bar{\tau}(\mathcal{E}_1) = E(\tau(P_{111}) * \tau(P_{112}) * \tau(P_{113}) * \tau(P_{114}) * \tau(P_{121}) * \tau(P_{122}) * \\ * \tau(P_{131}) * \tau(P_{132}) * \tau(P_{133}) * \tau(P_{134})) = \bar{\tau}(P_{111}) + \bar{\tau}(P_{112}) + \bar{\tau}(P_{113}) + \\ + \bar{\tau}(P_{114}) + \bar{\tau}(P_{121}) + \bar{\tau}(P_{122}) + \bar{\tau}(P_{131}) + \bar{\tau}(P_{132}) + \bar{\tau}(P_{133}) + \bar{\tau}(P_{134}). \end{aligned} \quad (5)$$

Аналогичным образом могут быть формализованы действия нарушителя при реализации им остальных четырех этапов процесса перехвата компьютерной информации через ПЭМИН от ОТСС. Подобный методический подход позволяет обеспечить целостность функционального представления такого рода угроз нарушения конфиденциальности информации ОИ и создать предпосылки для разработки адекватных математических моделей, характеризующих возможности по предотвращению утечки информации.

Заключение

В статье исследуется возможность формализации действий нарушителя при реализации им первоначального этапа процесса перехвата компьютерной информации через ПЭМИН – этапа поиска сигналов ПЭМИН, модулированных информативными сигналами ОТСС. При этом эффективность такого способа обусловлена сочетанием формального представления эмпирики описания действий нарушителя в рамках методологии функционального моделирования и интерпретацией результатов функционального моделирования терминологией марковских процессов и использованием разработанного для них математического аппарата. Аналитическая форма представления возможностей нарушителя по реализации им такого рода угроз безопасности информации позволяет исследовать эти возможности формальными методами математического анализа, что может служить предпосылкой обоснованности предложений по совершенствованию мер предотвращения утечки компьютерной информации на ОИ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Скрыль С.В. и др. Направления развития существующей концепции оценки актуальности угроз утечки информации по техническим каналам в условиях современных тенденций совершенствования технической разведки. Радиопромышленность. М.: АО «ЦНИИ «Электроника». 2021, т. 31, № 1, с. 74–83. DOI: 10.21778/2413-9599-2021-31-1-74-83. – EDN: CNVRDB.
2. Хорев А.А. Технические каналы утечки информации, обрабатываемой средствами вычислительной техники. Специальная техника. 2010, № 2, с. 39–57. URL: <http://www.bnti.ru/showart.asp?aid=954&lvl=04.03> (дата обращения: 01.03.2025).
3. Кузнецов Ю.В., Басев А.Б., Коновалюк М.А., Горбунова А.А. Исследование непреднамеренных электромагнитных излучений средств вычислительной техники. Специальная техника. 2017, № 1, с. 2–15. – EDN: YPYGXH.
4. Хорев А.А. Программно-аппаратный комплекс для выявления электронных устройств перехвата речевой информации. Защита информации. Инсайд. 2018, № 1, с. 14–31. URL: https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=25917 (дата обращения: 01.03.2025).
5. Бобылева М.П. Управленческий документооборот: от бумажного к электронному. Вопросы теории и практики. М.: ТЕРМИКА, 2016. – 360 с. ISBN 978-5-6040204-6-3. URL: https://edou.olimpoks.ru/books/administrative_document_flow.pdf (дата обращения: 01.03.2024).
6. Петлеванный, Алексей А. и др. Методология функционального моделирования как инструмент формализации процесса перехвата компьютерной информации через побочные электромагнитные излучения и наводки. Безопасность информационных технологий, [S.l.], т. 31, № 2, с. 159–171, 2024. ISSN 2074-7136. DOI: <http://dx.doi.org/10.26583/bit.2024.2.11>.

7. Скрыль С.В., Мещерякова Т.В., Гайфулин В.В., Тегенцев И.М. и др. Математическая модель полноты реализации функций защиты информации как инструмент научного обоснования мер обеспечения ее безопасности. Промышленные АСУ и контроллеры. М.: Научтехлитиздат. 2020, № 5, с. 42–52. – EDN: TYCYFF.
8. Скрыль С.В. и др. Механизмы защиты информации от утечки по техническим каналам, как объект моделирования. Информация и безопасность. 2011, Вып. 1, с. 107–112. – EDN: PEHPQR.
9. Щербаков А.В. и др. Принципы построения математических моделей для оценки характеристик эффективности мер технической защиты информации. Техника и безопасность объектов уголовно-исполнительной системы: сборник материалов Международной научно-практической межведомственной конференции. ФКОУ ВО Воронежский институт ФСИН России. Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга». 2016, с. 221–227. – EDN: ХННХСН.
10. Скрыль С.В. и др. Предотвращение утечки информации по каналам побочных электромагнитных излучений и наводок: модели исследования. Радиопромышленность. М.: АО «ЦНИИ «Электроника». 2021, т. 31, № 2, с. 22–34. DOI: 10.21778/2413-9599-2021-31-2-22-34. – EDN: PVXVKR.
11. Никулин С.С., Кругов А.Г. Функциональное моделирование как инструмент первичной формализации процессов утечки информации по каналам электромагнитных излучений. Охрана, безопасность и связь – 2014: материалы международной научно-практической конференции. Ч. 2. Воронеж: Воронежский институт МВД России. 2014, с. 75–78. – EDN: SQVYUJ.
12. Скрыль С.В. и др. Пономарев Функциональные аспекты моделирования процесса перехвата информативных сигналов побочных электромагнитных излучений и наводок на объектах информатизации. Телекоммуникации. М.: «Наука и технологии». 2019, №3, с. 35–41. – EDN: FNITIG.
13. Скрыль С.В. и др. Экспертный подход к оценке уровня угрозы утечки информации по каналам ПЭМИН и ее защищенности от такого рода угроз. Промышленные АСУ и контроллеры. М.: «Научтехлитиздат», 2018, № 4, с. 45–53. – EDN: XNBLQT.
14. Тихонов В.И., Миронов М.А. Марковские процессы. М.: «Сов. радио», 1977. – 488 с.
15. Скрыль С.В. и др. Методические основы проведения вычислительных экспериментов по исследованию защищенности информации от утечки по каналам ПЭМИН на объектах информатизации специального назначения в условиях оптимизации контроля эффективности защиты информации от утечки. Промышленные АСУ и контроллеры. М.: «Научтехлитиздат». 2017, № 11, с. 54–65. – EDN: ZWBGAF.

REFERENCES:

- [1] Skryl S.V. et al. Directions for the development of the existing concept of assessing the relevance of information leakage through technical channels in the current trends of improving technical intelligence. M.: Central Research Institute of Electronics JSC. 2021, v. 31, no. 1, p. 74–83. DOI: 10.21778/2413-9599-2021-31-1-74-83. – EDN: CNVRDB (in Russian).
- [2] Khorev A.A. Technical channels of information leakage processed by computer technology. Special equipment. 2010, no. 2, p. 39–57. URL: <http://www.bnti.ru/showart.asp?aid=954&lvl=04.03> (accessed: 01.03.2025) (in Russian).
- [3] Kuznetsov Yu.V., Baev A.B., Konovalyuk M.A., Gorbunova A.A. Research of computer equipment spontaneous electromagnetic radiation. Special equipment. 2017, № 1, с. 2–15. – EDN: YPYGXH (in Russian).
- [4] Khorev A.A. A hardware and software complex for detecting electronic devices for intercepting speech information. Information protection. Inside. 2018, no. 1, p. 14–31. URL: https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=25917 (accessed: 01.03.2025) (in Russian).
- [5] Bobyleva M.P. Managerial document management: from paper to electronic. Questions of theory and practice. M.: THERMIKA, 2016. – 360 p. ISBN 978-5-6040204-6-3. URL: https://edou.olimpoks.ru/books/administrative_document_flow.pdf (accessed: 01.03.2025) (in Russian).
- [6] Petlevanny, Aleksey A. et al. The methodology of functional modeling as a tool for formalizing the process of intercepting computer information through spurious electromagnetic radiation and interference. IT Security (Russia), [S.l.], v. 31, no. 2, p. 159–171, 2024. ISSN 2074-7136. DOI: <http://dx.doi.org/10.26583/bit.2024.2.11> (in Russian).
- [7] Skryl S.V., Meshcheryakova T.V., Gaifulin V.V., Tegentsev I.M. et al. A mathematical model of the completeness of the implementation of information protection functions as a tool for the scientific justification of measures to ensure its security. Industrial automated control systems and controllers. M.: Nauchtekhlitizdat. 2020, no. 5, p. 42–52. – EDN: TYCYFF (in Russian).
- [8] Skryl S.V. Mechanisms for protecting information from leakage through technical channels, as an object of modeling. Information and security. 2011, Issue 1, p. 107–111. – EDN: PEHPQR (in Russian).
- [9] Shcherbakov A.V. et al. Principles of constructing mathematical models for evaluating the effectiveness of information security measures. Technology and safety of facilities of the penal enforcement system: a collection

- of materials of the International Scientific and Practical Interdepartmental Conference. Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia. Voronezh: Scientific Book Publishing and Printing Center. 2016, p. 221–227. – EDN: XHHXCH (in Russian).
- [10] Skryl S.V. et al. Prevention of information leakage through channels of electromagnetic side effects and leads: research models. Radio Industry. Moscow: Central Research Institute of Electronics JSC. 2021, v. 31, no. 2, p. 22–34. DOI: 10.21778/2413-9599-2021-31-2-22-34. – EDN: PVXVKR (in Russian).
- [11] Nikulin S.S., Krugov A.G. Functional modeling as a tool for primary formalization of information leakage processes through electromagnetic radiation channels. Security, Safety and Communications – 2014: proceedings of the International scientific and practical conference. P. 2. Voronezh: Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia. 2014, c. 75–78. – EDN: SQVYCJ (in Russian).
- [12] Skryl S.V. et. al. Functional aspects of interception process simulation of informative signals of e-field radiations and pick-ups at computer entities. Telecommunications. M.: "Science and Technology". 2019, no. 3, p. 35–41. – EDN: FNITIG (in Russian).
- [13] Skryl S.V. An expert approach to assessing the threat level of information leakage through PMIN channels and its protection from such threats. Industrial automated control systems and controllers. M.: Nauchtekhlitizdat. 2018, no. 4, p. 45–53. – EDN: XNBLQT (in Russian).
- [14] Tikhonov V.I., Mironov M.A. Markov processes. M.: Soviet Radio, 1977. – 488 p. (in Russian).
- [15] Skryl S.V. et al. The methodic bases of the computing experiment implementation of the information security study from leakage through tempest channels on the informatizations special purpose object in condition of efficiency checking optimization of information protection from leakage. M.: Nauchtekhlitizdat. 2017, no. 11, p. 54–65. – EDN: ZWBGAF (in Russian).

*Статья поступила в редакцию 24.01.2025; одобрена после рецензирования 14.03.2025;
принята к публикации 15.05.2025*

*The article was submitted 24.01.2025; approved after reviewing 14.03.2025;
accepted for publication 15.05.2025*