

Научная статья

УДК 004.051

DOI: 10.26583/bit.2025.1.09

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УГРОЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОМПЛЕКСЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ МОРСКИХ ПОРТОВ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

Михаил П. Сычев¹, Александр В. Крупенин², Артем М. Сычев³,
Евгений А. Старожук⁴, Тимофей Б. Ходырев⁵, Алексей С. Милов⁶

^{1,3,4,5,6}Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,
ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1, Москва, 105005, Россия

²Краснодарское высшее военное училище им. С.М. Штеменко, ул. Красина, 4, Краснодар, 350063,
Россия

¹mps@bmstu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7535-7704>

²krupenin.al.vl@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1404-6125>

³sichev@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-8376-4850>

⁴estar@bmstu.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0226-4726>

⁵hodyrevtb@bmstu.ru, <https://orcid.org/0009-0000-8837-2068>

⁶alexey_milov97@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3644-0852>

Аннотация. Констатируется актуальность проблемы физической защиты портов Северного морского пути, где размещаются стоянки судов с ядерными энергетическими установками. Рассматриваются особенности реализации функции физической защиты таких объектов автоматизированными комплексами физической защиты (КФЗ). Обосновываются уязвимости информации оконечного оборудования такого рода автоматизированных систем к угрозам электромагнитного воздействия (ЭМВ) на их элементную базу. Анализируется функциональная модель целевой функции «Нарушение режима охраны морского порта путем ЭМВ на его КФЗ», как инструмент формализации такого рода угроз с целью построения аналитических моделей для оценки временных характеристик реализации отдельных этапов данной целевой функции и целевой функции в целом. Приводятся соответствующие этим моделям выражения. Разработанный методический аппарат позволяет дать количественную оценку возможностей нарушителя по ЭМВ на КФЗ с целью создания условий для проникновения на охраняемую территорию. Соотнося полученные оценки с возможностями по реализации мер противодействию такого рода угрозам, имеется возможность разработки математических моделей характеристик эффективности этих мер. В свою очередь, на основе таких моделей имеется возможность научного обоснования требований к способам и средствам физической защиты морских портов Арктической зоны.

Ключевые слова: Арктическая зона РФ, Северный морской путь, защита особо охраняемых объектов, электромагнитное воздействие, уязвимость автоматизированных систем, комплекс физической защиты, математическая модель действий нарушителя.

Для цитирования: Сычев, Михаил П. и др. Методические аспекты построения математических моделей временных характеристик угроз электромагнитного воздействия на комплексы физической защиты морских портов арктической зоны. *Безопасность информационных технологий*, [S.l.], т. 32, № 1, с. 132–142, 2025. ISSN 2074-7136. URL: <https://bit.spels.ru/index.php/bit/article/view/1751>. DOI: <http://dx.doi.org/10.26583/bit.2025.1.09>.

Scientific article

METHODOLOGICAL ASPECTS OF CONSTRUCTING MATHEMATICAL MODELS FOR THE TEMPORARY CHARACTERISTICS OF THREATS OF THE ELECTROMAGNETIC EFFECTS ON COMPLEXES FOR PHYSICAL PROTECTING THE ARCTIC ZONE MARINE PORTS

Mikhail P. Sychev¹, Alexander V. Krupenin², Artyom M. Sychev³,
Evgeny A. Storozhuk⁴, Timofey B. Khodyrev⁵, Alexey S. Milov⁶

^{1,3,4,5,6}*Bauman Moscow State Technical University, 2nd Baumanskaya, 5, building., 1, Moscow, 105005, Russia*

²*Krasnodar Higher Military School named for Army General S.M. Shtemenko, Krasin str., 4, Krasnodar, 350063, Russia*

¹*mps@bmstu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7535-7704>*

²*krupenin.al.vl@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1404-6125>*

³*sichev@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-8376-4850>*

⁴*estar@bmstu.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0226-4726>*

⁵*hodyrevtb@bmstu.ru, <https://orcid.org/0009-0000-8837-2068>*

⁶*alexey_milov97@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3644-0852>*

Abstract. The relevance of the problem of physical protection of ports along the Northern Sea Route is noted, where berths for vessels with nuclear power installations are located. The specifics of implementing the physical protection function for such facilities using automated physical protection complexes (PPC) are considered. The vulnerabilities of information in the end devices of such automated systems to threats from electromagnetic interference (EMI) on their hardware base are substantiated. The functional model of the objective function ‘Violation of the security regime of a seaport through EMI on its PPC’ is analyzed as a tool for formalizing such threats, with the aim of constructing analytical models to assess the time characteristics of the implementation of individual stages of this objective function and the objective function as a whole. Corresponding expressions relevant to these models are provided. The developed methodological framework allows for a quantitative assessment of the intruder's capabilities using EMI on PPC with the aim of creating conditions for penetration into the protected area. By correlating the obtained assessments with the capabilities for implementing countermeasures against such threats, it is possible to develop mathematical models of the effectiveness characteristics of these measures. In turn, based on such models, there is an opportunity for a scientific justification of the requirements for the methods and means for physical protecting the Arctic zone seaports.

Keywords: *Arctic zone of the Russian Federation, Northern Sea Route, protection of specially protected objects, electromagnetic impact, vulnerability of automated systems, physical protection complex, mathematical model of intruder actions.*

For citation: *Sychev, Mikhail P. et al. Methodological aspects of the construction of mathematical models for the temporary characteristics of threats of the electromagnetic effects on complexes of physical protection of marine ports of the arctic zone. IT Security (Russia), [S.l.], v. 32, no. 1, p. 132–142, 2025. ISSN 2074-7136. URL: <https://bit.spels.ru/index.php/bit/article/view/1751>. DOI: <http://dx.doi.org/10.26583/bit.2025.1.09>.*

Введение

Среди приоритетных направлений развития Арктической зоны (АЗ) Российской Федерации, определяемых стратегией ее развития [1], одним из наиболее значимых является обеспечение безопасности главной транспортной артерии Арктики – северного морского пути (СМП)¹.

¹Распоряжение Правительства Российской Федерации от 15 мая 2017 г. № 928-р (Перечень объектов, подлежащих обязательной охране войсками национальной гвардии Российской Федерации).

Это обусловило необходимость глубокого исследования научных проблем, связанных с развитием технологий обеспечения безопасности одного из важнейших элементов инфраструктуры СМП – портов со стоянками для судов с ядерными энергетическими установками [2–5].

В настоящее время для решения этой задачи разработан и принят в эксплуатацию подразделениями вневедомственной охраны Росгвардии новый класс комплексных автоматизированных систем безопасности – мобильных комплексов физической защиты (КФЗ) морских портов АЗ².

Обеспечение гарантированной защиты охраняемой территории и акватории порта такого рода системами физической защиты достигается за счет комплексного применения широкой номенклатуры охранного оборудования. При этом эффективность использования этого оборудования напрямую зависит от того, насколько эффективно реализовано управление им в составе КФЗ [6, 7]. В этой связи управляемость является одновременно и фактором обеспечения эффективного функционирования комплекса, и его уязвимостью к угрозам блокирования его работы, реализуемых путем электромагнитного воздействия на охранное оборудование [8]. Очевидно, что реализация такого рода угроз делает КФЗ неработоспособным на значительный период времени. В этой связи возникают риски проникновения на охраняемую территорию (акваторию) порта криминальных элементов или террористических групп.

Это обуславливает необходимость исследования процессов функционирования КФЗ в условиях такого рода угроз с целью обоснования требований к характеристикам механизмов защиты от их воздействия [9]. Естественно, что в качестве инструмента для исследования влияния угроз блокирования работы КФЗ на процессы их функционирования применимы лишь математические модели. Это обусловлено ролью КФЗ как существенно значимых элементов объектов критической инфраструктуры и невозможностью, в связи с этим, реализовать исследования путем проведения натуральных экспериментов. Анализ состояния ряда исследований в проблематике противодействия блокированию информации в такого рода системах [10–13] дает основания констатировать, что разработанные в рамках данных исследований методы и модели в качестве объекта такого рода угроз рассматривают внутреннего нарушителя. В условиях жестких требований к подбору персонала КФЗ наличие внутреннего нарушителя безопасности информации в этих системах маловероятно. Что касается угроз ЭМВ на оборудование КФЗ, то они реализуются, как правило внешними нарушителями, без привлечения внутренних [14]. Отсюда актуальность проблемы математического моделирования угроз ЭМВ на КФЗ морских портов арктической зоны с целью исследования их временных характеристик для научного обоснования способов и средств противодействия такого рода угрозам является крайне высокой.

Принципы построения аналитических моделей временных характеристик угроз проникновения на охраняемую территорию путем электромагнитного воздействия на комплексы физической защиты

В [15] приводится функциональная модель целевой функции «Нарушение режима охраны морского порта путем электромагнитного воздействия (ЭМВ) на его КФЗ». Такого рода модель является средством формализации соответствующих процессов. В связи с этим структура математических моделей для исследования временных характеристик влияния

URL: <https://rosguard.gov.ru/Document/Article/rasporyazhenie-pravitelstva-rossijskoj-federacii-ot-15052017--928r> (дата обращения: 20.10.2024).

²Методические рекомендации Р 063-2017 «Обследование объектов, охраняемых или принимаемых под охрану подразделениями вневедомственной охраны войск национальной гвардии Российской Федерации». (утв. Первым заместителем начальника ГУВО Росгвардии генерал-майором полиции А.В. Грищенко 11 августа 2017 г.). URL: <https://41.rosguard.gov.ru/uploads/2021/11/r0632017.pdf> (дата обращения: 20.10.2024).

угроз проникновения на охраняемую территорию путем электромагнитного воздействия на комплексы физической защиты будет являться отражением декомпозиционной структуры соответствующих этапов действий нарушителя (рис. 1).



Рис. 1. Система математических моделей для оценки временных характеристик этапов действий нарушителя

В соответствии с рис. 1 исходными данными для моделирования будут являться оценки временных характеристик действий нарушителя³:

по анализу технических параметров системы охранного телевидения (СОТ) (действие d_{111});

по анализу технических параметров комплекса электрооптического обнаружения (КЭОО) (действие d_{112});

по анализу технических параметров радиолокационного комплекса (РЛК) (действие d_{113});

по анализу технических параметров быстро разворачиваемых комплексов физической защиты (БКФЗ) (действие d_{114});

по анализу технических параметров средств беспроводной передачи данных (действие d_{115});

по анализу технических параметров гидролокатора (действие d_{116});

по анализу технических параметров малогабаритного телеуправляемого подводного аппарата (действие d_{117});

по анализу возможностей воздействия на систему охранного телевидения (СОТ) (d_{121});

по анализу возможностей воздействия на комплекс электрооптического обнаружения (КЭОО) (d_{122});

³Электромагнитное воздействие. URL: https://normative_reference_dictionary.academic.ru/ (дата обращения: 20.10.2024).

- по анализу возможностей воздействия на радиолокационный комплекс (РЛК) (d_{123});
- по анализу возможностей воздействия на быстро разворачиваемый комплекс физической защиты (БКФЗ) (d_{124});
- по анализу возможностей воздействия на средства беспроводной передачи данных (d_{125});
- по анализу возможностей воздействия на гидролокатор (d_{126});
- по анализу возможностей воздействия на малогабаритный телеуправляемый подводный аппарат (d_{127});
- по анализу конфигурации периметра территории объекта (d_{131});
- по анализу возможности проникновения через смежные строения (d_{132});
- по анализу конфигурации периметра для возможности проникновения на территорию (d_{133});
- по анализу блокирования информации АРМ дежурного оператора (d_{221});
- по анализу блокирования информации АРМ дежурного офицера (d_{222});
- по анализу блокирования информации АРМ администратора (d_{223});
- по анализу блокирования информации канала передачи данных (d_{231});
- по анализу блокирования информации ретрансляционного оборудования (d_{232});
- по анализу блокирования информации резервного канала (d_{233});
- по проникновению через КПП, ворота, калитки легально по подложным идентификационным признакам, либо через сотрудничество с охраной (d_{311});
- по проникновению через подкоп под внешним ограждением (d_{312});
- по проникновению через перелаз через него (d_{313});
- по проникновению объекта через разрушение внешнего ограждения, ворот, калиток (d_{314});
- по анализу прохода внутри объекта в обход второго рубежа сигнализации (d_{321});
- по анализу прохода внутри объекта в обход третьего рубежа сигнализации (d_{322});
- по анализу прохода внутри объекта в обход тревожной сигнализации (d_{323});
- по анализу подготовки инструмента воздействия на объект (d_{331});
- по анализу запуска инструмента воздействия на объект (d_{332});
- по анализу прохода внутри объекта в обход тревожной сигнализации (d_{341});
- по анализу прохода внутри объекта в обход третьего рубежа сигнализации (d_{342});
- по уходу с объекта в обход второго рубежа сигнализации (d_{343});
- по уходу через КПП, ворота, калитки легально по подложным идентификационным признакам, либо через сотрудничество с охраной (d_{351});
- по уходу через подкоп под внешним ограждением (d_{352});
- по уходу через перелаз внешнего ограждение объекта (d_{353});
- по уходу через разрушение внешнего ограждения, ворот, калиток (действие d_{354}).

Используя приведенный в [15] граф, описывающий порядок реализации функции ϕ_{11} – «Анализ технических параметров объектовых оконечных устройств» (рис. 2) определим среднее значение τ_{11} времени реализации:

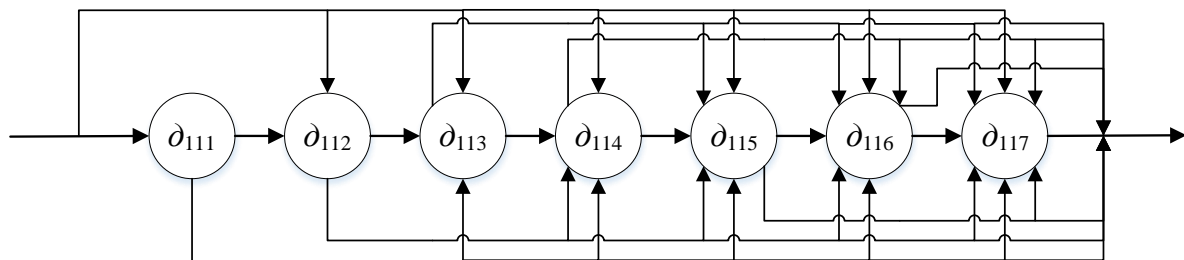


Рис. 2. Порядок реализации функции ϕ_{11} – «Анализ технических параметров объектовых оконечных устройств»

$$\begin{aligned} \tau_{11} = & P_{111} \cdot \left(\tau_{111} + P_{111-112} \cdot \left(\tau_{112} + P_{112-113} \cdot \left(\tau_{113} + P_{113-114} \cdot \left(\tau_{114} + P_{114-115} \cdot \right. \right. \right. \right. \\ & \left. \left. \left. \left. \left(\tau_{115} + P_{115-116} \cdot \left(\tau_{116} + P_{116-117} \cdot \tau_{117} \right) \right) \right) \right) \right) \right) P_{112} \cdot \left(\tau_{112} + P_{112-113} \cdot \left(\tau_{113} + P_{113-114} \cdot \right. \right. \\ & \left. \left. \left(\tau_{114} + P_{114-115} \cdot \left(\tau_{115} + P_{115-116} \cdot \left(\tau_{116} + P_{116-117} \cdot \tau_{117} \right) \right) \right) \right) \right) + P_{113} \cdot \left(\tau_{113} + P_{113-114} \cdot \right. \\ & \left. \left(\tau_{114} + P_{114-115} \cdot \left(\tau_{115} + P_{115-116} \cdot \left(\tau_{116} + P_{116-117} \cdot \tau_{117} \right) \right) \right) \right) + P_{114} \cdot \left(\tau_{114} + P_{114-115} \cdot \right. \\ & \left. \left(\tau_{115} + P_{115-116} \cdot \left(\tau_{116} + P_{116-117} \cdot \tau_{117} \right) \right) \right) + P_{115} \cdot \left(\tau_{115} + P_{115-116} \cdot \left(\tau_{116} + P_{116-117} \cdot \tau_{117} \right) \right) + \\ & P_{116} \cdot \left(\tau_{116} + P_{116-117} \cdot \tau_{117} \right) + P_{117} \cdot \tau_{117}. \end{aligned} \quad (1)$$

В формуле (1) и последующих приняты следующие обозначения:

τ_{ijk} – среднее значение времени выполнения k -го действия при выполнении j -й функции в процессе реализации i -го этапа;

P_{ijk} – вероятность выполнения k -го действия при выполнении j -й функции в процессе реализации i -го этапа;

$P_{ijk-ijl}$ – вероятность выполнения l -го действия при выполнении j -й функции в процессе реализации i -го этапа после k -го действия.

Используя приведенный в [15] граф, описывающий порядок реализации функции ϕ_{12} – «Анализ возможностей для осуществления воздействия на элементы КФЗ» (рис. 3) определим среднее значение τ_{12} времени реализации:

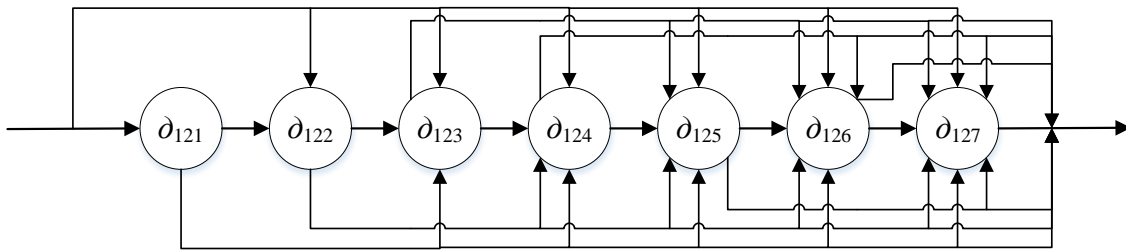


Рис.3. Порядок реализации функции ϕ_{12} – «Анализ возможностей для осуществления воздействия на элементы КФЗ»

$$\begin{aligned} \tau_{12} = & P_{121} \cdot \left(\tau_{121} + P_{121-122} \cdot \left(\tau_{122} + P_{122-123} \cdot \left(\tau_{123} + P_{123-124} \cdot \left(\tau_{124} + P_{124-125} \cdot \left(\tau_{125} + P_{125-126} \cdot \right. \right. \right. \right. \right. \\ & \left. \left. \left. \left. \left(\tau_{126} + P_{126-127} \cdot \tau_{127} \right) \right) \right) \right) \right) \right) + P_{122} \cdot \left(\tau_{122} + P_{122-123} \cdot \left(\tau_{123} + P_{123-124} \cdot \left(\tau_{124} + P_{124-125} \cdot \right. \right. \right. \\ & \left. \left. \left(\tau_{125} + P_{125-126} \cdot \left(\tau_{126} + P_{126-127} \cdot \tau_{127} \right) \right) \right) \right) \right) + P_{123} \cdot \left(\tau_{123} + P_{123-124} \cdot \left(\tau_{124} + P_{124-125} \cdot \right. \right. \\ & \left. \left. \left(\tau_{125} + P_{125-126} \cdot \left(\tau_{126} + P_{126-127} \cdot \tau_{127} \right) \right) \right) \right) + P_{124} \cdot \left(\tau_{124} + P_{124-125} \cdot \left(\tau_{125} + P_{125-126} \cdot \left(\tau_{126} + P_{126-127} \cdot \right. \right. \right. \\ & \left. \left. \left. \tau_{127} \right) \right) \right) + P_{125} \cdot \left(\tau_{125} + P_{125-126} \cdot \left(\tau_{126} + P_{126-127} \cdot \tau_{127} \right) \right) + P_{126} \cdot \left(\tau_{126} + P_{126-127} \cdot \tau_{127} \right) + P_{127} \cdot \tau_{127} \end{aligned} \quad (2)$$

Используя приведенный в [15] граф, описывающий порядок реализации функции ϕ_{13} – «Анализ подходов к объекту» (рис. 4) определим среднее значение τ_{13} времени реализации:

$$\tau_{13} = \tau_{131} + P_{131-132} \cdot (\tau_{132} + \tau_{133}) + P_{131-133} \cdot \tau_{133} \quad (3)$$

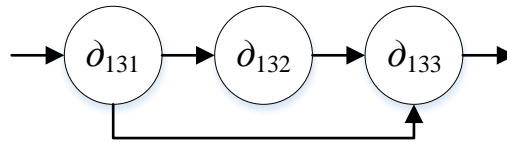


Рис. 4. Порядок реализации функции ϕ_{13} – «Анализ подходов к объекту»

Используя приведенный в [15] граф, описывающий порядок реализации функции ϕ_{21} – «Блокирование информации устройства оконечного объектового» (рис. 5) определим среднее значение τ_{21} времени реализации:

$$\tau_{21} = \tau_{211} + \tau_{212} + \tau_{213} \quad (4)$$

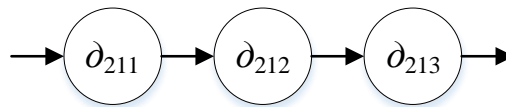


Рис. 5. Порядок реализации функции ϕ_{21} – «Блокирование информации устройства оконечного объектового»

Используя приведенный в [15] граф, описывающий порядок реализации функции ϕ_{22} – «Блокирование информационных возможностей АРМов» (рис. 6) определим среднее значение τ_{22} времени реализации:

$$\tau_{22} = \tau_{221} + P_{221-222} \cdot (\tau_{222} + \tau_{223}) + P_{221-233} \cdot \tau_{233} \quad (5)$$

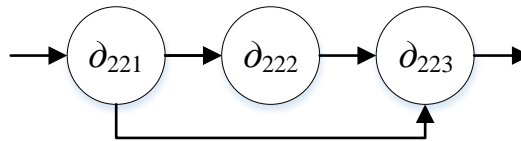


Рис. 6. Порядок реализации функции ϕ_{22} – «Блокирование информационных возможностей АРМов»

Используя приведенный в [15] граф, описывающий порядок реализации функции ϕ_{23} – «Блокирование информационных возможностей пульта централизованного наблюдения» (рис. 7) определим среднее значение τ_{23} времени реализации:

$$\tau_{23} = \tau_{231} + \tau_{232} + \tau_{233} \quad (6)$$



Рис. 7. Порядок реализации функции ϕ_{23} – «Блокирование информационных возможностей пульта централизованного наблюдения»

Используя приведенный в [15] граф, описывающий порядок реализации функции ϕ_{31} – «Преодоление периметра территории объекта» (рис. 8) определим среднее значение τ_{31} времени реализации:

$$\tau_{31} = P_{311} \cdot \tau_{311} + P_{312} \cdot \tau_{312} + P_{313} \cdot \tau_{313} + P_{314} \cdot \tau_{314} \quad (7)$$

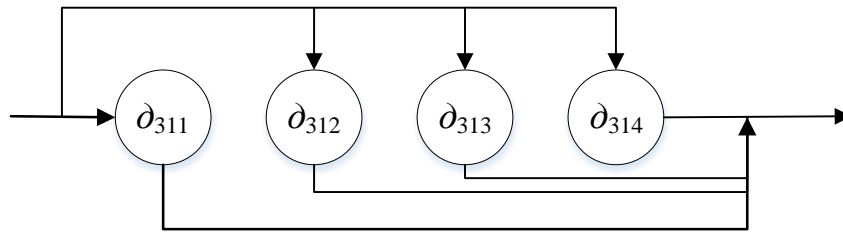


Рис. 8. Порядок реализации функции f_{31} – «Преодоление периметра территории объекта»

Используя приведенный в [15] граф, описывающий порядок реализации функции f_{32} – «Продвижение нарушителя внутри объекта к цели» (рис. 9) определим среднее значение τ_{32} времени реализации:

$$\tau_{32} = \tau_{321} + P_{321-322} \cdot (\tau_{322} + \tau_{323}) + P_{321-323} \cdot \tau_{323} \quad (8)$$

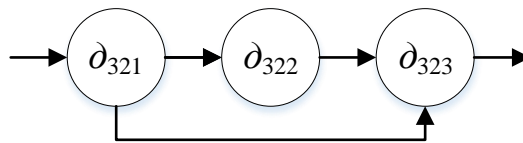


Рис. 9. Порядок реализации функции f_{32} – «Продвижение нарушителя внутри объекта к цели»

Используя приведенный в [15] граф, описывающий порядок реализации функции f_{33} – «Уход с объекта» (рис. 10) определим среднее значение τ_{33} времени реализации:

$$\tau_{33} = \tau_{331} + \tau_{332} \quad (9)$$

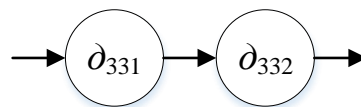


Рис. 10. Порядок реализации функции f_{33} – «Уход с объекта»

Используя приведенный в [15] граф, описывающий порядок реализации функции f_{34} – «Уход с объекта» (рис. 11) определим среднее значение τ_{34} времени реализации:

$$\tau_{34} = \tau_{341} + \tau_{342} + \tau_{343} \quad (10)$$



Рис. 11. Порядок реализации функции f_{34} – «Уход с объекта»

Используя приведенный в [15] граф, описывающий порядок реализации функции f_{35} – «Преодоление территории объекта для ухода с него» (рис. 12) определим среднее значение τ_{35} времени реализации:

$$\tau_{35} = P_{351} \cdot \tau_{351} + P_{352} \cdot \tau_{352} + P_{353} \cdot \tau_{353} + P_{354} \cdot \tau_{354} \quad (11)$$

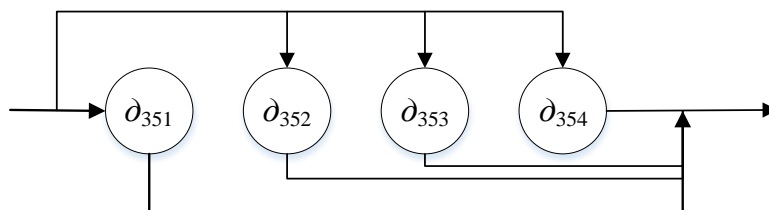


Рис. 12. Порядок реализации функции f_{35} – «Преодоление территории объекта для ухода с него»

Используя приведенный в [15] граф, описывающий порядок реализации этапа ε_1 – «создание предпосылок для воздействия на аппаратные средства КФЗ» (рис. 13) определим среднее значение τ_1 времени реализации:

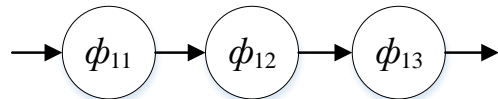
$$\tau_1 = \tau_{11} + \tau_{12} + \tau_{13} \quad (12)$$


Рис. 13. Порядок реализации этапа ε_1 – «Создание предпосылок для воздействия на аппаратные средства КФЗ»

В формуле (12) и последующих приняты следующие обозначения:

τ_{ij} – среднее значение времени выполнения j -ой функции в процессе реализации i -го этапа;

P_{ij} – вероятность выполнения j -й функции в процессе реализации i -го этапа;

P_{ij-m} – вероятность выполнения m -й функции в процессе реализации i -го этапа после j -й функции;

Используя приведенный в [15] граф, описывающий порядок реализации этапа ε_2 – «Блокирование информации КФЗ путем ЭМВ» (рис. 14) определим среднее значение τ_2 времени реализации:

$$\tau_2 = P_{21} \cdot (\tau_{21} + P_{21-22} \cdot (\tau_{22} + P_{22-23} \cdot \tau_{23})) + P_{22} \cdot (\tau_{22} + P_{22-23} \cdot \tau_{23}) + P_{23} \cdot \tau_{23} \quad (13)$$

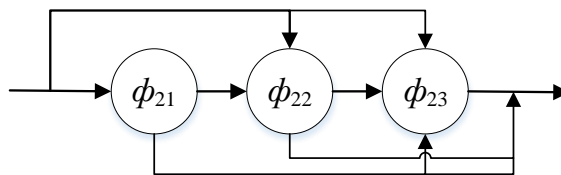


Рис. 14. Порядок реализации этапа ε_2 – «Блокирование информации КФЗ путем ЭМВ»

Используя приведенный в [15] граф, описывающий порядок реализации этапа ε_3 – «Доступ на объект» (рис. 15) определим среднее значение τ_3 времени реализации:


$$\tau_3 = \tau_{31} + \tau_{32} + \tau_{33} + \tau_{34} + \tau_{35} \quad (14)$$


Рис. 15. Порядок реализации этапа ε_3 – «Доступ на объект»

Заключение

Таким образом с помощью представленной методики можно оценить возможности нарушителя по реализации каждого из трех этапов угрозы проникновения на охраняемую территорию путем электромагнитного воздействия на КФЗ морских портов Арктической зоны. Соотнеся полученные оценки с возможностями по противодействию такого рода способам проникновения на охраняемую территорию, можно получить математические модели вероятностей противодействия, что в свою очередь позволяет научно обосновать требования к способам и средствам противодействия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Новиков В. Ядерный терроризм: блеф или реальность? Национальная оборона, 4/2013. URL: <https://2009-2020.oborona.ru/includes/periodics/maintheme/2012/0803/19468942/detail.shtml> (дата обращения: 20.10.2024).

2. Коврижных Ю.К., Баринов М.П., Зинин Я.А. Противодействие ядерному терроризму. Математика и математическое моделирование: Сборник материалов IX всероссийской молодежной научно – инновационной школы. Саров: СарФТИ НИЯУ МИФИ. 2015, с. 34–35. – EDN: YUSCAB.
3. Журавель В.П. Северный морской путь: оценки и прогнозы. Научно-аналитический вестник ИЕ РАН. 2023, № 2, с. 125–135. DOI: 10.15211/vestnikieran22023125135.
4. Измайлов Д.Т.Н. Обеспечение физической защиты ядерных объектов на основе системного анализа. Физико-технические интеллектуальные системы (ФТИС-2023). Москва. 2023. с. 28. – EDN: VEGELJ.
5. Баранов Н.А., Шаргородский А.В. Комплексированная система физической защиты важных объектов и территорий. Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. Севастопольский государственный университет. 2021, № 4, с. 220. – EDN: LZAERA.
6. Шнякина Е.А., Костин В.Н. Исследование эффективности системы физической защиты критически важных объектов. Приоритетные направления развития науки и технологий: 2023, доклады XXXII международной научно-практической конференции под общ. ред. В.М. Панарина. 2023, с. 103–107. – EDN: ANHYNY.
7. Дурденко В.А., Рогожин А.А., Баторов Б.О. Анализ критериев оценки эффективности систем физической защиты. Материалы XIV Международной научно-методической конференции: в 4 томах. Том 2. Воронежский государственный университет. 201, с. 54–58. – EDN: XBZLYX.
8. Курилов А.В., Шиленин Д.А., Яшин М.Г. Противодействие беспилотным летательным аппаратам вблизи охраняемых объектов. Инновационная железная дорога. Новейшие и перспективные системы обеспечения движения поездов. Проблемы и решения. Сборник статей v-ой международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, Петергоф. 2022, с. 266–274. – EDN: LLOHPC.
9. Буренок В.М., Старожук Е.А. Оружие будущего. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. – 215 с. – EDN: CPNSZB.
10. Скрыль С.В., Винокуров С.А., Мещерякова Т.В., Ходырев Т.Б., Асеев В.Н. Методический подход к оценке своевременности реагирования на проникновение в охраняемую зону путем блокирования информации в комплексах физической защиты. Информатика: проблемы, методы, технологии: сборник материалов XX международной научно-методической конференции. Воронеж: Издательство «Научно-исследовательские публикации» (ООО «Вэлборн»). 2020, с. 1173–1184. – EDN: YQUDHE.
11. Костин В.Н. Оценка потенциала опасности критически важных объектов при возникновении чрезвычайных ситуаций на основе информационно вероятностного метода и главных компонент. Научно-технический и научно-производственный журнал Информационные технологии. 2020, т. 26, № 5, с. 297–301. DOI: 10.17587/it.26.297-301. – EDN: YZJDSG.
12. Скрыль С.В., Винокуров С.А., Ходырев Т.Б., Мазин А.В., Холод Д.А. Математические модели характеристик своевременности реагирования на проникновение в охраняемую зону при блокировании информации в комплексах физической защиты. Радиопромышленность. М.: АО «ЦНИИ «Электроника». 2020, т. 30, № 3, с. 127–134. – EDN: RDMGKP.
13. Винокуров С.А., Мещерякова Т.В., Ходырев Т.Б. Функциональная модель угроз нарушения режима охраны морского порта путем блокирования информации в комплексе физической защиты. Охрана, безопасность, связь: 2020, сборник материалов Международной научно-практической конференции. Часть 2. Воронеж: Воронежский институт МВД России. 2021, с. 195–204. – EDN: PQYWZJ.
14. Борисов А.А., Владимиров Д.Р. Анализ современных и перспективных видов электромагнитного оружия и средств защиты технических систем. Научный журнал «Военный инженер». 2021, № 4(22), с. 66–75. – EDN: QKVTDQ.
15. Мазин А.В., Сычев М.П., Скрыль С.В., Старожук Е.А., Милов А.С. Методические аспекты функционального представления угроз электромагнитного воздействия на комплексы физической защиты морских портов арктической зоны. Научно-технический журнал известия института инженерной физики. Серпухов, № 4(70)/2024, с. 65–71. – EDN: DEEMFT.

REFERENCES:

- [1] Novikov V. Nuclear terrorism: bluff or reality? National Defense, 4/2013. URL: <https://2009-2020.oborona.ru/includes/periodics/maintheme/2012/0803/19468942/detail.shtml> (accessed: 10/20/2024) (in Russian).
- [2] Kovrizhnykh Yu.K., Barinov M.P., Zinin Ya.A. Countering nuclear terrorism. Mathematics and mathematical modeling: Collection of materials of the IX All-Russian Youth scientific and innovative school. Sarov: SarFTI NIYAU MEPhI. 2015, p. 34–35. – EDN: YUSCAB. (in Russian).
- [3] Zhuravel V.P. (2023) Northern Sea Route: Estimates and Forecasts. Nauchno-analiticheskij vestnik IE RAN 32(2): 125-135. DOI: 10.15211/vestnikieran22023125135 (in Russian).
- [4] Izmailov D.T.N. Ensuring the physical protection of nuclear facilities based on system analysis. Physico-technical intelligent systems (FTIS-2023). Moscow. 2023, p. 28. – EDN: VEGELJ (in Russian).

- [5] Baranov N.A., Shargorodsky A.V. Integrated physical protection system for important objects and territories. Modern problems of radio electronics and telecommunications. Sevastopol State University. 2021, no.4, p. 220. – EDN: LZAERA (in Russian).
- [6] Shnyakina E.A., Kostin V.N. Investigation of the effectiveness of the system of physical protection of critical facilities. Priority directions of science and technology development: 2023, reports of the XXXII International scientific and practical conference under the general editorship of V.M. Panarin. 2023, p. 103–107. – EDN: ANHYHY (in Russian).
- [7] Durdenko V.A., Rogozhin A.A., Batorov B.O. Analysis of criteria for evaluating the effectiveness of physical protection systems. Proceedings of the XIV International Scientific and Methodological Conference: in 4 volumes. Vol. 2. Voronezh State University. 2014, p. 54–58. – EDN: XBZIYX (in Russian).
- [8] Kurilov A.V., Shilenin D.A., Yashin M.G. Countering unmanned aerial vehicles near protected objects. Innovative railway. The latest and promising train traffic support systems. Problems and solutions. Collection of articles of the v-th international scientific and practical conference. St. Petersburg, Peterhof. 2022, p. 266–274. – EDN: LLOHPC (in Russian).
- [9] Burenok V.M., Starozhuk E.A. Weapons of the future. M.: Publishing House of the Bauman Moscow State Technical University, 2021. – 215 p. – EDN: CPNSZB (in Russian).
- [10] Skryl S.V., Vinokurov S.A., Meshcheryakova T.V., Khodyrev T.B., Aseev V.N. Methodological approach to assessing the timeliness of response to penetration into a protected area by blocking information in physical protection complexes. Informatics: problems, methods, technologies: collection of materials of the XX international scientific and methodological conference. Voronezh: Publishing house "Scientific research publications" (LLC "Valborn"). 2020, p. 1173–1184. – EDN: YQUDHE (in Russian).
- [11] Kostin V.N. Assessment of the hazard potential of critical facilities during emergency situations based on information probabilistic method and principal components. Scientific-technical and scientific-production journal of Information Technologies. 2020, v. 26, no. 5, p. 297–301. DOI: 10.17587/it.26.297-301. – EDN: YZJDSG (in Russian).
- [12] Skryl S.V., Vinokurov S.A., Khodyrev T.B., Mazin A.V., Kholod D.A. Mathematical models of characteristics of timely response to penetration into a protected area by blocking information in physical protection complexes. Radio industry. M: JSC "Central Research Institute "Electronics". 2020, v. 30, no. 3, p. 127–134. – EDN: RDMGKP (in Russian).
- [13] Vinokurov S.A., Meshcheryakova T.V., Khodyrev T.B. Functional model of threats of violation of the security regime of the seaport by blocking information in the complex of physical protection. Security, safety, communication: 2020, collection of materials of the International scientific and practical Conference. Part 2. Voronezh: Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia. 2021, p. 195–204. – EDN: PQYWZJ (in Russian).
- [14] Borisov A.A., Vladimirov D.R. Analysis of modern and promising types of electromagnetic weapons and means of protection of technical systems. Scientific journal "Military Engineer". 2021, no. 4(22), p. 66–75. – EDN: QKVTDQ (in Russian).
- [15] Mazin A.V., Sychev M.P., Skryl S.V., Starozhuk E.A., Milov A.S. Methodological aspects of the functional representation of threats of electromagnetic impact on the complexes of physical protection of seaports of the Arctic zone. Scientific and Technical journal Izvestia of the Institute of Engineering Physics. Serpukhov, № 4(70)/2024, p. 65–71. – EDN: DEEMFT (in Russian).

*Статья поступила в редакцию 01.11.2024; одобрена после рецензирования 20.12.2024;
принята к публикации 20.12.2025
The article was submitted 01.11.2024; approved after reviewing 20.12.2024;
accepted for publication 10.01.2025*