

Радиолокационные и радионавигационные системы

УДК 623.62

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ МЕТОД ОБОБЩЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОЙ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ РАЗВЕДКИ

Леньшин Андрей Валентинович

доктор технических наук, профессор, профессор 101 кафедры Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина».

E-mail: andrey-lenshin@yandex.ru

Кравцов Евгений Владимирович

кандидат технических наук, доцент, начальник 54 кафедры Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина».

E-mail: evgenijkravtsov@mail.ru

Адрес: 394064, Российская Федерация, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, д. 54 А.

Аннотация: Предложен метод оперативной оценки возможностей технических средств разведки, позволяющий за счёт типизации и обобщения исходных данных, определяющих характеристики технических средств разведки, объектов защиты и условия ведения разведки, определять функциональные зависимости показателей защищённости объектов защиты от дальности ведения разведки в условиях неполноты и неопределённости исходных данных, характерных для высокой динамики ведения технической разведки.

Ключевые слова: оперативная оценка, комплексный технический контроль, противодействие техническим средствам разведки, показатели защищённости объектов, дальность ведения разведки.

Оценка возможностей технических средств разведки (ТСР) основана на основных принципах теории управления системами с неполной или неоднозначной информацией [1, 2], что определяет поиск решений о разведодоступности объектов защиты (ОЗ) при неопределённости исходных данных об аппаратуре ТСР, условиям ведения разведки и о параметрах ОЗ. При решении таких задач неизвестные параметры задаются с точностью до априорных оценок, а процессы обнаружения и идентификации ОЗ должны происходить одновременно [3–5]. Современные условия организации и контроля эффективности мер защиты информации от ТСР приводят к необходимости определения чётких целей и принятия координирующих решений на каждом уровне управления мероприятиями противодействия техни-

ческим средствам разведки (ПД ТСР) в процессе координации взаимосвязанных частей многоуровневой системы защиты информации и предопределяют длительный процесс и итеративный характер согласования решений по оценке возможностей ТСР [6–11].

В общем случае можно перечислить следующие виды неопределённостей, характерных для процесса оценки возможностей ТСР:

- неточность оперативной информации, получаемой от средств комплексного технического контроля (КТК) эффективности мер ПД ТСР, возникающая ввиду погрешности инструментальных средств контроля, запаздывания данных о нарушениях мер ПД ТСР при передаче в вышестоящие органы управления;
- неточность моделей ОЗ в отношении которых ведётся комплексная разведка с различ-

ных типов носителей, с применением различных типов аппаратуры, вызванная неэквивалентностью решений системных многоуровневых иерархических моделей и используемых на практике локальных задач оценки возможностей отдельных видов разведки, отсутствием возможности получения полной группы параметров, необходимых для оценки возможностей ТСР во всех точках технологического процесса добывания информации об ОЗ;

– нечёткость процесса принятия решений в многоуровневых иерархических системах, обусловленная наличием локальных целей для каждого уровня управления мероприятиями ПД ТСР;

– автоматизированный принцип принятия решений в контуре управления, приводящий к необходимости учёта неоднозначного представления исходных данных, проявляющийся при агрегации правил и моделей.

Наличие указанных неопределённостей в процессе оценки возможностей ТСР не позволяет точно оценить влияние разнородной группы исходных данных и управляющих воздействий на целевую функцию, при этом набор существующих вероятностных методов оказывается неадекватным для описания возникающих нестандартных ситуаций, свойственных потребностям практики.

Данные обстоятельства определили *цель статьи* — разработку функционального метода обобщённых параметров для оперативной оценки возможностей ТСР, основанного на типизации исходных данных, характеризующих ОЗ, ТСР и условия ведения разведки, использующего в качестве показателя защищённости функциональные зависимости вероятности обнаружения (измерения параметров) ОЗ от дальности ведения разведки, выраженные в явном виде.

Основой для реализации функционального метода обобщённых параметров для оперативной оценки возможностей ТСР является классификация текущей ситуации и сведение её к конечному множеству заданных вариантов с последующим выбором некоторого типичного

решения из набора условно подходящих для данной ситуации.

Применение предлагаемого методического подхода наиболее оправданно, а иногда и единственно возможно, в условиях неполноты сведений о составе и режимах работы ТСР или недостоверных исходных данных о параметрах аппаратуры ТСР, когда функционирование ОЗ описывается приближённо, а также когда сложность зависимостей между параметрами системы «ТСР — ОЗ — внешняя среда» не позволяет получить аналитическую зависимость выходных параметров от входных.

С учётом определённой области применения функционального метода обобщённых параметров выполним обоснование идеологии оперативной оценки возможностей ТСР. В практике организации ПД ТСР мероприятия защиты от ТСР проводятся после инструментального контроля, возможности которого всё более расширяются. Однако ресурсы такого контроля всегда будут ограничены [8, 10]. Кроме того, возрастающая динамика изменения оперативной обстановки, в частности, связанная с передислокацией ОЗ, вызывает потребность в прогностических функциях оценки разведобстановки, чтобы спланировать и материально обеспечить необходимое противодействие ТСР. Именно эта задача прогнозирования разведоступности и соответствующих мер ПД ТСР в условиях высокой динамики и объективной неполноты исходных данных делает актуальной разработку функционального метода обобщённых параметров для оперативной оценки возможностей ТСР. Очевидно, что число показателей количественной оценки должно быть минимальным, физически понятным и содержать пространственные параметры. Реализация функционального метода обобщённых параметров для оценки возможностей ТСР предполагает выбор показателя оценки, методики проведения расчётов и выработку рекомендаций по ПД ТСР.

В качестве показателей оценки возможностей сигнальных и видовых разведок устанавли-

ливают вероятность обнаружения P_0 , вероятность распознавания P_p и характеристики точности измерения параметров сигналов или размеров, и местоположения ОЗ. При этом дальность в виде фиксированного значения участвует в расчётах в качестве параметра, характеризующего условия ведения разведки. Однако, для условий высокой динамики изменения оперативной обстановки наиболее важным показателем становится вероятность обнаружения, причём в явном виде связанная с дальностью D_p , поскольку конфликтная ситуация вне пространства не реализуется.

Таким образом, в качестве главных условий применения функционального метода обобщённых параметров для оценки возможностей ТСР примем его оперативность, простоту реализации, минимальное количество исходных данных, необходимых для оценки, и наглядность.

Анализ показывает, что применительно к средствам сигнальной и видовой технической разведки указанные требования могут быть реализованы, если основываться на графоаналитическом методе, а в качестве обобщённой оценки принять функциональную зависимость указанных вероятностей и дальности в виде

$$P_{0(p)} = f(D_p). \quad (1)$$

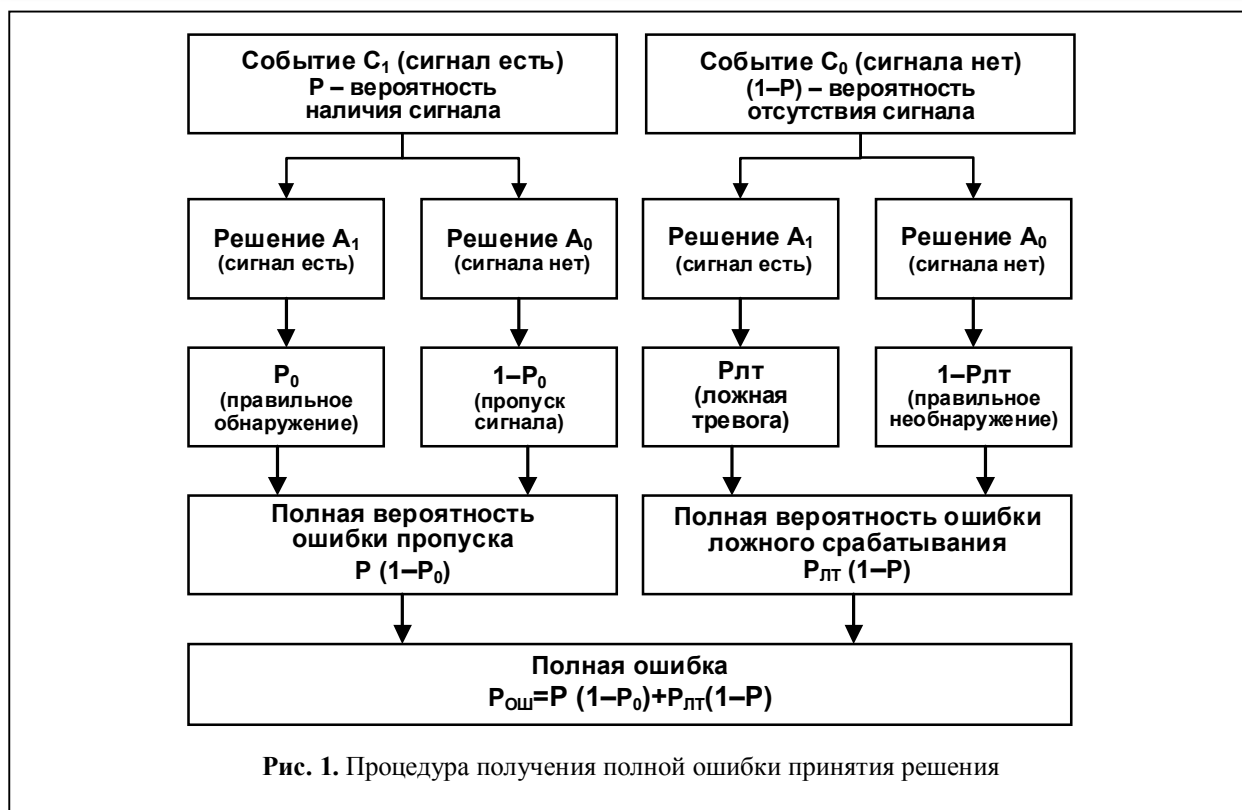
Множество указанных графических зависимостей содержат в себе все возможные ситуации разведодоступности для данного вида ТСР и ОЗ. Представление (1) может содержать в себе и нормативные показатели в виде обоснованных значений вероятностей, либо дальностей (зон), соответствующих этим вероятностям, обеспечивающих конкретизацию как требований к защищенности ОЗ от ТСР, так и результатов оценки эффективности мер ПД ТСР.

Предъявленное к функциональному методу обобщённых параметров требование минимизации исходных данных может быть реализовано путём типизации характеристик и параметров ТСР, ОЗ и условий ведения разведки.

Предварительный анализ показывает, что типизация сама по себе представляется относительно самостоятельной задачей и на данном этапе можно сформулировать лишь некоторые общие положения. Типизация средств и параметров ТСР должна заключаться прежде всего в ограничении количества типов средств, относительно которых производятся оценки [12, 13]. Это относится ко всем видам разведки, классифицируемым по типу носителя аппаратуры. Должны быть выбраны основные типы по размещению. По-видимому, следует ограничиться только наиболее опасными ТСР, как с точки зрения параметров и характеристик, так и по временному фактору работы. Что касается параметров ТСР, то возможно усреднение по типам, диапазону рабочих частот, рабочих длин волн со значениями, близкими к лучшим.

При обосновании оперативных оценок необходимо идти по пути обобщения параметров и функциональных зависимостей, решая задачу только относительно ОЗ и ТСР. При выборе показателей оценки следует ограничиться их количеством, оставив либо вероятность обнаружения, либо распознавания, исключив показатели точности, что и предполагает зависимость вида (1). Типизация ОЗ от видовой разведки связана с определением типовых конфигураций форм и параметров (размеров) этих форм, ограничением их количества (например, только вид сверху для космической и воздушной, и вид сбоку для наземной разведки). Типизация объектов РРТР возможна по значению энергопотенциала излучения. Типизация условий ведения разведки может быть связана с ограничением количества и усреднением по рабочему диапазону таких параметров, как коэффициент пропускания атмосферы, коэффициенты яркости и излучения объектов и фонов, коэффициенты потерь, значения удельной эффективной поверхности рассеивания, значения температур.

Реализацию предлагаемого функционального метода обобщённых параметров рассмотрим на примере оперативной оценки возможностей



технических средств радио и радиотехнической разведки (РРТР). Технология РРТР сводится к обнаружению (перехвату и регистрации) сигналов РЭС, обработке и измерению их временных, спектральных и угловых параметров, восстановлению информации, содержащейся в сигналах, и её анализу. При необходимости определяется местоположение источника радиоизлучения (ИРИ). Поскольку выбор показателей оперативной оценки P_0 и P_p установлен соотношением (1), обоснуем нормативные значения этих показателей, необходимых для принятия решения на организацию ПД ТСР. Определение значений нормативных (пороговых) показателей связано с анализом процесса обнаружения сигнала ИРИ приёмником РРТР, как статистической задачи (рис. 1).

При обосновании нормативных значений показателей оценки следует исходить из наибольшей неопределённости при принятии того или иного решения на основе анализа вероятности полной ошибки $P_{ош}$, которая определяется выражением

$$P_{ош} = \dot{P} \cdot (1 - P_0) + (1 - \dot{P}) \cdot P_{лт}, \quad (2)$$

где \dot{P} — априорная вероятность наличия разведываемого сигнала на входе приёмника РРТР; $P_{лт}$ — вероятность ложной тревоги [14].

Наибольшая неопределённость возникает при условии, когда $\dot{P} \approx 0,5$. В этом случае соотношение (2) для полной ошибки приобретает вид $P_{ош} = 0,5(1 - \dot{P}_0 + P_{лт})$. График этой зависимости $P_{ош} = f(P_0)$ при условии, что на практике $P_{лт} \approx 10^{-6} \dots 10^{-3}$, показан на рис. 2. Вторая ситуация возникновения наибольшей неопределённости имеет место, когда вероятность полной ошибки становится равной вероятности правильного обнаружения $P_{ош} \approx P_0$.

С учётом этого условия на основании (2) и из графика рис. 2 можно получить, что для этого случая: $P_{ош} \approx P_0 = 0,3$. Следовательно, при решении задачи обнаружения сигнала средством РРТР в качестве порогового значения может быть принято условие $P_{0\text{ обн}} \geq 0,3$. Соответственно, при решении

задачи скрытия работает условие $P_{0\text{СКР}} < 0,3$, которое является соответствующей «мерой» для принятия решения на организацию ПД ТСР. Дальности, соответствующие указанным условиям, легко и наглядно находимые из функциональной зависимости (1) для заданной ситуации, будут определять зону обнаружения и зону скрытия.

Поскольку распознавание связано с измерением параметров разведываемого сигнала, то пороговые значения для соответствующей вероятности находятся из принятого в радиотехнических измерениях условия о том, что погрешность измерения не должна превышать 10 %, или $P_{\text{ОШ}} \leq 0,1$ [15, 16]. Исходя из преобразованного соотношения (2) и рис. 2, такому значению вероятности полной ошибки соответствует вероятность обнаружения $P_0 \geq 0,8$. Тогда в первом приближении для задачи распознавания в качестве порогового значения можно принять условие $P_p \approx P_0 \geq 0,8$, а для задачи скрытия параметра — условие $P_{\text{РСКР}} \approx P_0 < 0,8$. Дальности, соответствующие указанным условиям, находимые из (1) для заданной ситуации, будут определять зону распознавания (измерения параметра) и зону скрытия параметра ОЗ.

Для преобразования (1) в явную зависимость воспользуемся принятым в [14] представлением P_0 интегралом вероятности $\Phi(x)$

$$P_0(x) = \Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x \exp(-t^2/2) dt, \quad (3)$$

где x — обобщённый пороговый параметр, в который входят параметры ТСР, ОЗ, условий ведения разведки, время анализа сигнала средством РРТР T_a , вероятность ложной тревоги $P_{\text{ЛТ}}$.

Такое представление справедливо для сигнала с неизвестными параметрами при следующих допущениях: процесс на выходе тракта регистрации средства РРТР является

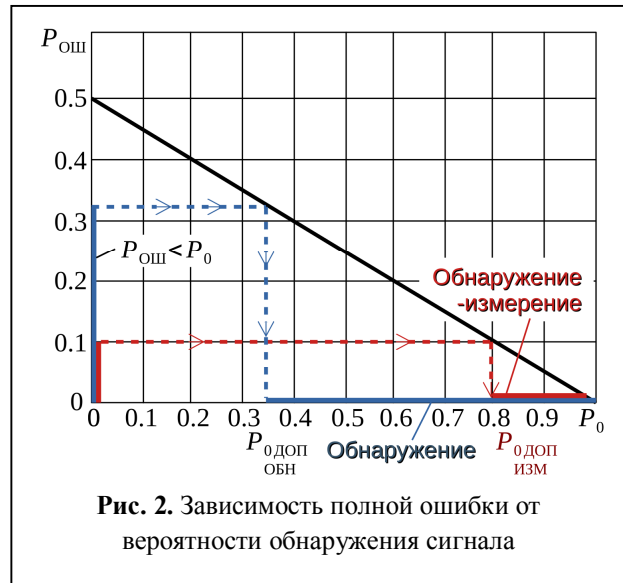


Рис. 2. Зависимость полной ошибки от вероятности обнаружения сигнала

случайным и подчиняется нормальному закону распределения, то есть $\Delta f_{\text{ПР}} \cdot T_a \geq 10$ [17], где $\Delta f_{\text{ПР}}$ — полоса пропускания тракта приёмника ОЗ; амплитудно-частотная характеристика тракта регистрации имеет прямоугольную форму, а ширина спектра сигнала Δf_c согласована с шириной полосы пропускания, то есть $\Delta f_c \approx \Delta f_{\text{ПР}}$; учитываются только внутренние шумы приёмника; время анализа процесса не превышает среднего интервала между ложными тревогами; значимость ошибок первого и второго рода (ложной тревоги и пропуска сигнала) одинакова. В этом случае обобщённый пороговый параметр имеет вид

$$x = \frac{q \sqrt{\Delta f_{\text{ПР}} \cdot T_a} - \Phi^{-1}(1 - P_{\text{ЛТ}})}{1 + q}, \quad (4)$$

где q — отношение мощности принимаемого сигнала $P_{\text{СВХ}}$ к мощности собственного шума $P_{\text{Ш}}$ на входе приёмника РРТР; Φ^{-1} — функция обратная интегралу вероятности.

Если принять, что $\Delta f_{\text{ПР}} \cdot T_a = 10$, $P_{\text{ЛТ}} = 10^{-3}$, выражение для порогового параметра x упрощается и приобретает вид

$$x \approx \frac{3,16 \cdot q - 3,2}{1 + q}. \quad (5)$$

Дальнейшие преобразования порогового

параметра x связаны с преобразованием отношения сигнал/шум $q = P_{\text{СВХ}} / P_{\text{Ш}}$. Плотность потока мощности сигнала ОЗ (P_p) на входе приёмной антенны ОЗ будет определяться выражением

$$P_p = \frac{P_C \cdot G_C \cdot g_C(\alpha, \beta)}{4\pi \cdot D_p^2}, \quad (6)$$

где P_C — мощность передатчика ОЗ; G_C — коэффициент направленного действия (КНД) антенны ОЗ; $g_C(\alpha, \beta)$ — уровень бокового излучения относительно G_C в направлении на средство РРТР; D_p — дальность разведки.

Мощность сигнала на выходе антенны средства РРТР будет $P_p = P_p A_p$, где

$A_p(\alpha, \beta) = \frac{\lambda^2}{4\pi} G_p \cdot g_p(\alpha, \beta)$ — эффективная площадь приёмной антенны средства РРТР в направлении на ОЗ; G_p — КНД приёмной антенны средства РРТР; $g_p(\alpha, \beta)$ — уровень бокового излучения относительно G_p в направлении на ОЗ; λ — длина волны.

Выражение для мощности разведываемого сигнала на входе приёмника с учётом потерь приобретает вид

$$P_{\text{СВХ}} = \frac{P_C \cdot G_C \cdot g_C(\alpha, \beta) \cdot G_p \cdot g_p(\alpha, \beta) \cdot \lambda^2 \cdot \eta}{(4\pi \cdot D_p)^2} \cdot V, \quad (7)$$

где V — множитель ослабления в среде распространения радиоволн; $\eta = \eta_{\text{пол}} \cdot \eta_{\text{аф}} \cdot \eta_{\text{прм}}$ — коэффициент потерь на поляризационное рассогласование ($\eta_{\text{пол}}$), рассогласование антенно-фидерного тракта ($\eta_{\text{аф}}$); рассогласование входной цепи приёмника ($\eta_{\text{прм}}$).

Обнаружение сигнала происходит на фоне собственных шумов приёмника и шумов антенны. Для оценочных расчётов достаточен учёт только шумов приёмника. Поэтому часто в ТТХ на средства РРТР задаётся предельная чувствительность приёмника P_{min} и можно принять $P_{\text{Ш}} \approx P_{\text{min}}$. Мощность собственных шумов приёмника определяется соотношением

$$P_{\text{Ш}} \approx P_{\text{min}} = k \cdot K_{\text{Ш}} \cdot T \cdot \Delta f_{\text{ПР}}, \quad (8)$$

где $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Вт/град·Гц; $K_{\text{Ш}}$ — коэффициент шума приёмника; T — абсолютная температура по Кельвину.

Значение чувствительности на частоте сигнала $N(f_C)$ выражается в дБ относительно 1 Вт, измеренное в полосе частот 1 Гц (дБ/Вт/Гц). В этом случае значение чувствительности [Вт] будет

$$P_{\text{min}} \approx 10^{0,1N(f_C)} \cdot \Delta f_C. \quad (9)$$

Значение коэффициента усиления приёмной антенны на частоте сигнала f_C задается в децибелах $A(f_C)$, дБ. Поэтому значение G_p в размах будет

$$G_p = 10^{0,1A(f_C)}. \quad (10)$$

Для удобства представления данных по ТСР объединим все постоянные и параметры, относящиеся к средству РРТР с учётом (6)–(10), в виде коэффициента вида разведки R , м²/Вт/Гц

$$R = \frac{c^2 \cdot 10^{0,1A(f_C)}}{(4\pi)^2 f_C^2 \cdot 10^{0,1N(f_C)}}, \quad (11)$$

где c — скорость света, м/с; f_C — частота, Гц.

Полученное соотношение (11) позволяет провести анализ, обобщить и представить данные по видам разведки в виде зависимостей $R(f_C)$, которые затем используются при оценке. Фрагмент таких зависимостей, полученных путём обобщения характеристик $N(f_C)$ и $A(f_C)$ аппаратуры космической разведки (КР), воздушной (ВР и самолётов иностранных авиакомпаний (СИАК)), а так же наземной (НР) и наземной разведки возимой (НРВ), представлены на рис. 3.

Анализ проведён относительно открытых сведений по аппаратуре РРТР [2, 17] путём усреднения данных ближе к лучшим параметрам в диапазоне до 40 ГГц. Далее на основании (6), (7), (11) отношение сигнал/шум приобретает вид

$$q = \frac{R \cdot P_3}{\Delta f_c \cdot D_p^2} \cdot V, \quad (12)$$

где P_3 — эквивалентная мощность ИРИ, которая рассчитывается или измеряется.

В случае инструментального контроля ОЗ средством радио- и радиотехнического контроля, как правило, определяются частота сигнала f_c , ширина спектра Δf_c и уровень излучения X , дБ/мкВ. При отсутствии измерений P_3 , f_c и Δf_c возможно определить из технических характеристик ОЗ. Если разведдоступность оценивается по основному лепестку ДНА ОЗ, то $P_3 = P_c G_c$. Если учитывается уровень бокового излучения $g_c(\alpha, \beta)$, то $P_3 = P_c G_c g_c(\alpha, \beta)$. При этом, для оценочных расчётов для большинства ОЗ с симметричными ДНА справедлива двухуровневая аппроксимация ДНА и $G_c g_c = 0,1 \dots 0,25$, где уровень 0,25 применим для директорных антенн, а уровень 0,1 — для зеркальных [17].

В выражениях (9) и (12) учёт потерь в среде обеспечивается введением множителя ослабления $V \leq 1$. При отсутствии или исключении учёта $V = 1$.

Потери в атмосфере на практике начинают учитывать для длин волн $\lambda \leq 3$ см. В этом случае значение множителя ослабления определяется соотношением

$$V = 10^{-0,1\alpha \cdot D_p}, \quad (13)$$

где α , дБ/км, — коэффициент затухания, зависящий от частоты, состояния атмосферы, характера трассы.

Полагая $V = 1$, в формуле (12) представим коэффициент вида разведки R , эквивалентную мощность P_3 и ширину спектра Δf_c в виде

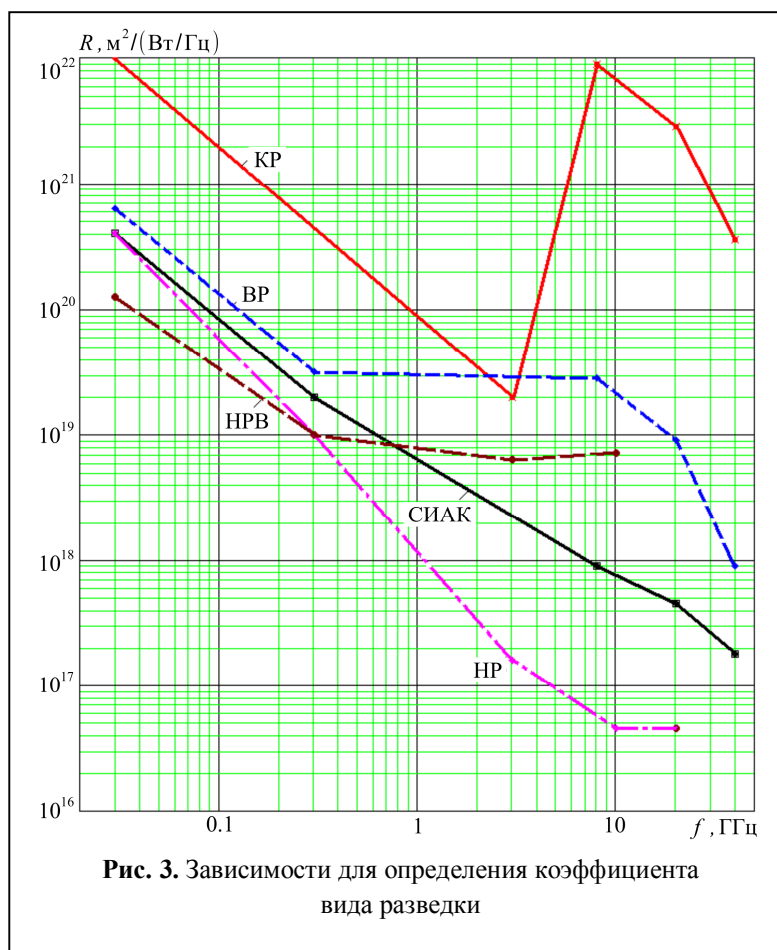


Рис. 3. Зависимости для определения коэффициента вида разведки

одного коэффициента, назвав его обобщённым параметром k размерностью $[m^2]$

$$k = \frac{R \cdot P_3}{\Delta f_c}. \quad (14)$$

Тогда отношение сигнал/шум становится равным $q = k/D_p^2$, а соотношение для вероятности обнаружения (3) с учётом (5) приобретает вид

$$P_0 \approx \Phi \left[\frac{(3,16 \cdot k/D_p^2 - 3,2)/(1 + k/D_p^2)}{\sqrt{1 + k/D_p^2}} \right], \quad (15)$$

где имеет место явная зависимость от дальности разведки.

Для получения на основании (15) функциональной зависимости вероятности обнаружения от дальности вида (1) для различных фиксированных значений обобщённого параметра k воспользуемся известной аппроксимацией интеграла вероятности

$$P_0(x) \approx 0,5 \left[1 + k_x \sqrt{1 - \exp(-0,623x^2)} \right], \quad (16)$$

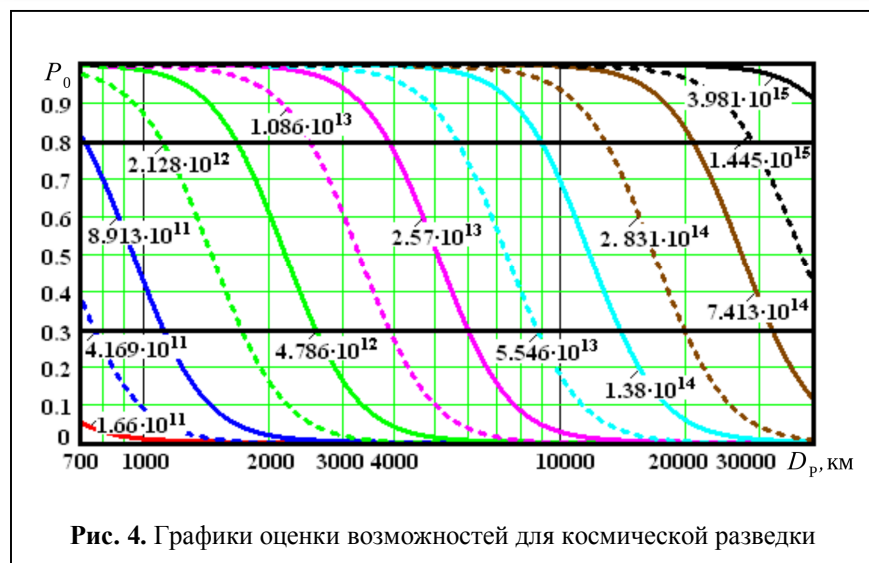


Рис. 4. Графики оценки возможностей для космической разведки

где $k_x = -1$ при $x < 0$ и $k_x = 1$ при $x \geq 0$.

Рассчитанные в соответствии с выражениями (15) и (16) зависимости для оценки возможностей космической РРТР приведены на рис. 4.

На рис. 4 шкала дальностей начинается значением высоты перигея орбиты космического аппарата (КА) РРТР типа «Феррет» 700 км и заканчивается значением высоты геостационарной орбиты КА типа «Орион» 40000 км [18]. На графиках «жирными» линиями выделены пороговые значения вероятностей обнаружения (скрытия) и распознавания (скрытия параметра).

Таким образом, обобщение и типизация исходных данных, характеризующих ТСР, ОЗ и условия ведения разведки, исключают неопределённость значений полной группы исходных данных, необходимых для оценки возможностей ТСР, обеспечивая оперативность, а использование в качестве показателя защищённости функциональную зависимость вероятности обнаружения (распознавания, измерения) от дальности ведения разведки обеспечивается наглядность результатов оценки для заданных нормативных показателей ПД ТСР. В результате применения данного метода получено решение задач оценки возможностей сигнальных (РРТР) и видовых (ОЭР) разведок. Полученные результаты могут найти применение при раз-

работке информационных систем поддержки принятия решения задач оценки возможностей ТСР.

Литература

1. Сахнин А.А., Игнатенков В.Г. Защищенное информационное пространство. Комплексный технический контроль радиоэлектронных средств. М.: Горячая линия—Телеком, 2016. 336 с.
2. Меньшаков Ю.К. Основы защиты от технических разведок: учебное пособие. М.: Маска, 2017 572 с.
3. Кравцов Е.В. Методический подход к комплексной оперативной оценке возможностей выявления сведений об объектах защиты // Телекоммуникации. 2020. № 9. С. 33–41.

4. Кравцов Е.В., Славнов К.В., Невров Д.Ю. Программное обеспечение многофункциональных комплексов технического контроля эффективности защиты информации от средств видовой технической разведки // Телекоммуникации. 2021. № 1. С. 18–24.

5. Мистров Л.Е., Кравцов Е.В. Метод представления информационных процессов в системах обеспечения информационной безопасности критически важных объектов // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2019. № 6. С. 42–47.

6. Леньшин А.В., Кравцов Е.В. Разработка и исследование схем обработки сложных сигналов, обеспечивающих повышение функциональной устойчивости средств радиомониторинга в сложной электромагнитной обстановке // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2020. №2. С. 4–12.

7. Зиброва Н.В., Кравцов Е.В. Системы радио- и радиотехнического контроля: научно-методические основы оптимизации кадрового потенциала при их создании // Теория и техника радиосвязи. 2021. № 1. С. 38–46.

8. Леньшин А.В., Кравцов Е.В. Методика адаптивного распределения сил и средств комплексного технического контроля по объектам защиты в различных физических полях разнесенного приема // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2020. № 4. С. 15–22.

9. Леньшин А.В., Кравцов Е.В., Славнов К.В. Методика оценки эффективности защиты информации на объектах комплексного технического контроля // Радиотехника. 2021. № 1. С. 20–27.

10. Леньшин А.В., Кравцов Е.В. Оптимизация распределения разнородного ресурса комплексов и

средств комплексного технического контроля по объектам защиты в различных физических полях // Телекоммуникации. 2021. № 2. С. 17–20.

11. *Леньшин А.В., Кравцов Е.В.* Методика определения частоты и продолжительности контроля эффективности защиты информации на критически важных объектах // Телекоммуникации. 2021. № 5. С. 30–34.

12. *Леньшин А.В., Кравцов Е.В.* Статические и динамические модели структуры и архитектуры радиоэлектронной системы защиты информации объектов комплексного технического контроля // Теория и техника радиосвязи. 2020. № 4. С. 53–62.

13. *Леньшин А.В., Кравцов Е.В., Рюмишин Р.И., Сеников Г.А.* Оценка возможностей радиотехнической разведки по результатам контроля радиоэлектронных средств комплексом радиотехнического контроля // Динамика сложных систем – XXI век. 2015. № 3. С. 29–35.

14. *Хорев А.А.* Оценка возможностей средств радиоразведки по перехвату информации // Специальная техника. 2009. № 2. С. 54–64.

15. *Леньшин А.В., Маевский Ю.И., Лебедев В.В.* Оценка эффективности функционирования средств радиоэлектронного подавления в условиях конфликтного взаимодействия с РЛС с активным ответом // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2015. № 2. С. 34–42.

16. *Леньшин А.В., Лебедев В.В.* Характеристики приемника имитостойких сигналов радиолокационных систем с активным ответом // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2017. № 1. С. 31–38.

17. *Рембовский А.М., Ашихмин А.В., Козьмин В.А.* Радиомониторинг: задачи, методы, средства / Под ред. А.М. Рембовского. 4-е изд., испр. М.: Горячая линия – Телеком. 2015. 640 с.

18. *Купряшкин И.Ф., Лихачев В.П.* Космическая радиолокационная съемка земной поверхности в условиях помех: монография. Воронеж: Научная книга, 2014. 460 с.

Поступила 13 июля 2021 г.

English

FUNCTIONAL METHOD OF GENERALIZED PARAMETERS FOR THE OPERATIONAL ASSESSMENT OF THE CAPABILITIES OF TECHNICAL MEANS OF INTELLIGENCE

Andrey Valentinovich Lenshin — Grand Dr. in Engineering, Professor of Department 101, Air force Military Scientific Center “Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovskiy and Yu.A. Gagarin”.

E-mail: andrey-lenshin@yandex.ru

Evgeniy Vladimirovich Kravtsov — PhD, Associate Professor, the Head of Department 54, Air force Military Scientific Center “Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovskiy and Yu.A. Gagarin”.

E-mail: evgenijkravtsov@mail.ru

Address: 394064, Russian Federation, Voronezh, Starykh Bolshevikov str., 54 a.

Abstract: The assessment of the capabilities of technical means of intelligence is a complex multi-stage process with a large and heterogeneous set of initial data necessary to determine the characteristics of the equipment of technical means of intelligence, objects of protection and conditions for conducting intelligence. Ensuring the completeness of the initial data to increase the reliability of such assessments in the practical conditions of organizing measures to counter technical intelligence is not always possible, especially in conditions of high dynamics of changes in the intelligence availability of protection objects. Another problematic aspect is that according to the results of the assessment of the capabilities of technical intelligence at the objects of protection, organizational and technical measures to counter them are planned. It is very important that these measures are carried out in a timely manner, which will prevent the leakage of protected information through technical channels. Therefore, along with reliability, it is very important to ensure the efficiency of assessments of the capabilities of technical intelligence. In these conditions, there is a practical need to find methods for the operational assessment of the capabilities of technical means of intelligence. The solution proposed in this article makes it possible, by typing and generalizing the initial data that determine the characteristics of technical means of reconnaissance, objects of protection and conditions for conducting reconnaissance, to determine the functional dependencies of the indicators of the security of objects of protection from the range of conducting reconnaissance in the conditions of incompleteness and uncertainty of the initial data characteristic of high dynamics of conducting technical intelligence. This allows you to link the

security indicators of objects of protection from technical means of intelligence with the range of conducting technical intelligence in an explicit form, which allows you to form intelligence availability zones for various conditions of use of protection objects. Practical testing of the proposed method has confirmed its validity in assessing the capabilities of both signal and specific technical intelligence.

Keywords: operational assessment, complex technical control, counteraction to technical means of intelligence.

References

1. *Sakhnin A.A., Ignatenkov V.G.* Protected information space. Complex technical control of radio-electronic means. Moscow: Goryachaya Liniya – Telekom, 2016. 336 p.
2. *Menshakov Yu.K.* Fundamentals of protection from technical intelligence: a textbook. Moscow: Maska, 2017. 572 p.
3. *Kravtsov E.V.* Methodological approach to a comprehensive operational assessment of the possibilities of identifying information about the objects of protection. *Telekommunikacii*. 2020. No. 9. Pp. 33–41.
4. *Kravtsov E.V., Slavnov K.V., Nevrov D.Yu.* Software for multifunctional complexes of technical control of the effectiveness of information protection from the means of specific technical intelligence. *Telekommunikacii*. 2021. No. 1. Pp. 18–24.
5. *Mistrov L.E., Kravtsov E.V.* Method of representation of information processes in systems for ensuring information security of critical objects. *Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya*. 2019. No. 6. Pp. 42–47.
6. *Lenshin A.V., Kravtsov E.V.* Development and research of complex signal processing schemes that provide an increase in the functional stability of radio monitoring tools in a complex electromagnetic environment. *Radiotekhnicheskie i telekommunikacionnye sistemy*. 2020. No. 2. Pp. 4–12.
7. *Zibrova N.V., Kravtsov E.V.* Radio-and radio-technical control systems: scientific and methodological bases of personnel potential optimization during their creation. *Teoriya i tekhnika radiosvyazi*. 2021. No. 1. Pp. 38–46.
8. *Lenshin A.V., Kravtsov E.V.* Methodology of adaptive distribution of forces and means of complex technical control over protection objects in various physical fields of spaced reception. *Radiotekhnicheskie i telekommunikacionnye sistemy*. 2020. No. 4. Pp. 15–22.
9. *Lenshin A.V., Kravtsov E.V., Slavnov K.V.* Methodology for evaluating the effectiveness of information protection at objects of complex technical control. *Radiotekhnika*. 2021. No. 1. Pp. 20–27.
10. *Lenshin A.V., Kravtsov E.V.* Optimization of the distribution of a heterogeneous resource of complexes and means of complex technical control for protection objects in various physical fields. *Telekommunikacii*. 2021. No. 2. Pp. 17–20.
11. *Lenshin A.V., Kravtsov E.V.* Methodology for determining the frequency and duration of monitoring the effectiveness of information protection at critical facilities. *Telekommunikacii*. 2021. No. 5. Pp. 30–34.
12. *Lenshin A.V., Kravtsov E.V.* Static and dynamic models of the structure and architecture of the radio-electronic information protection system of objects of complex technical control. *Teoriya i tekhnika radiosvyazi*. 2020. No. 4. Pp. 53–62.
13. *Lenshin A.V., Kravtsov E.V., Ryumshin R.I., Senyukov G.A.* Evaluation of the capabilities of radio-technical intelligence based on the results of monitoring of radio-electronic means by the radio-technical control complex. *Dinamika slozhnyh sistem – XXI vek*. 2015. No. 3. Pp. 29–35.
14. *Khorev A.A.* Evaluation of the capabilities of radio intelligence tools for intercepting information. *Special'nyaya tekhnika*. 2009. No. 2. Pp. 54–64.
15. *Lenshin A.V., Mayevsky Yu.I., Lebedev V.V.* Evaluation of the effectiveness of the functioning of radio-electronic suppression means in the conditions of conflict interaction with a radar with an active response. *Radiotekhnicheskie i telekommunikacionnye sistemy*. 2015. No. 2. Pp. 34–42.
16. *Lenshin A.V., Lebedev V.V.* Characteristics of the spoofing resistant signal receiver in radar systems with active response. *Radiotekhnicheskie i telekommunikacionnye sistemy*. 2017. No. 1. Pp. 31–38.
17. *Rembovsky A.M., Ashikhmin A.V., Kozmin V.A.* Radio monitoring: tasks, methods, tools / Edited by A.M. Rembovsky. 4th ed., corrected. Moscow: Goryachaya liniya – Telekom. 2015. 640 p.
18. *Kupryashkin I.F., Likhachev V.P.* Space radar survey of the Earth's surface under interference conditions: monograph. Voronezh: Nauchnaya kniga, 2014. 460 p.