

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

© 2023 В. В. Мухортов¹, А. П. Махнев^{1✉}, Е. С. Битаев²

¹Краснодарское высшее военное училище

ул. Красина, 4., 350063 Краснодар, Российская Федерация

²Военная академия войсковой противовоздушной обороны

ул. Котовского, 2, 214027 Смоленск, Российская Федерация

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена обеспечением требуемого уровня обнаружения информационно-технических объектов в сложных условиях радиоэлектронной обстановки, а также обеспечение их успешной идентификации. Известные способы обнаружения и идентификации не рассматривают их как n -мерные объекты, функционирующие в различных взаимосвязанных пространствах. Целью работы является определение направлений обеспечения требуемого уровня обнаружения информационно-технических объектов и их последующей идентификации с учетом особенностей их функционирования в киберпространстве. Задача решается применением средств кибернетической разведки во взаимодействии со средствами радиотехнической разведки. В статье рассмотрены перспективы обнаружения и идентификации информационно-технических объектов с учетом формирования 6-го технологического уклада в рамках создания системы всеохватывающих сенсоров, формирования смешанных (гибридных) реальностей и слияние реального и виртуального миров (реализации концепций кибер-мета-вселенных); описаны существующие и перспективные способы обнаружения (оптическое; акустическое; обнаружение по инфракрасному излучению; радиолокационное и гидроакустическое); произведена классификация методов идентификации (по способу построения математической модели, по способу изучения объекта, по способам оперативности получения модели, по виду математической модели), произведена классификация типов моделей, применяемых в системах идентификации; представлены этапы формирования модельного оператора: сбор информативных значений переменных из исследуемой среды об объекте; определение класса моделей; формирование множества моделей; задание критерия оценки; выбор наиболее подходящей модели из множества моделей; сравнение наиболее подходящей модели; определена основная последовательность действий для процедуры идентификации. Материалы статьи представляют практическую ценность для решения задачи противодействия информационно-техническим объектам при организации транспортной безопасности, кибербезопасности и охраны объектов (снижении разведдоступности, повышении разведзащищенности и обеспечении живучести) путем расширения теории пространственного поиска с учетом развития концепций кибер-мета-вселенных.

Ключевые слова: идентификация, информационно-технический объект, информационно-технический след, инфосфера, киберпространство, модель, обнаружение.

✉ Махнев Александр Павлович
e-mail: a23632@yandex.ru



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

С учетом развития технологий в рамках формирования 6-го технологического уклада [1], а именно создание всеохватывающих сенсоров, формирование смешанных (гибридных) реальностей и слияние реального и виртуального миров (концепции кибер-мета-вселенных) [2] возрастает необходимость более эффективного противодействия информационно-техническим объектам (далее — ИТО), в первую очередь малоразмерным, находящимся вне зоны действия классических систем обнаружения и идентификации. Обеспечение требуемого уровня транспортной безопасности в условиях сложной радиоэлектронной обстановки (в городских условиях) является одной из приоритетных задач и требует совершенствование подходов к решению этой проблемы [3, 4].

Вопросы обнаружения и идентификации должны рассматриваться на стыке разных теорий [5].

Согласно [3] под обнаружением понимается — выявление целевого объекта (ИТО), определение его положения на местности, в требуемом пространстве, а также характера его действий.

1. Способы обнаружения объектов

Основной задачей обнаружения является передача данных о наличии объекта в заданном диапазоне наблюдения (поиска), которая реализуется следующими способами: оптического обнаружения; акустического обнаружения; обнаружения по инфракрасному излучению; радиолокационного обнаружения и гидроакустического обнаружения [6].

Способ оптического обнаружения, позволяет с высокой точностью передать угловые координаты целевого объекта за счёт приема оптических сигналов в текущем угловом сегменте обзора воздушного пространства, однако, возникает множество проблем, вызванных ограничением поля зрения, циклической сменой дня и ночи, а также других неблагоприятных метеорологических условий.

Способ акустического обнаружения, позволяет определять наличие объекта в том или ином направлении независимо от метеорологических условий, на основе звуковых волн объекта, распространяемых в физической (воздушной) среде. Незначительное влияние метеорологических условий на распространение звуковых волн в физической среде позволяет использовать комплексное применения оптической и акустической методики обнаружения для повышения уровня обнаружения объектов в любое время суток и при любых погодных условиях.

Способ обнаружения по инфракрасному излучению основывается на улавливании излучаемой тепловой энергии (инфракрасного излучения) целевого объекта и концентрации ее в фокусе параболического зеркала. Выявление целевого объекта происходит за счет наличия ярко выраженного инфракрасного излучения в сравнении с окружающей средой. Способ используется в основном для обнаружения морских объектов (рыбачьих лодок, торговых судов и т. п.). При наличии равных показателей инфракрасного излучения целевого объекта, фона окружающей среды и прочих объектов (шумов), вблизи целевого объекта, выявление целевого объекта по инфракрасному излучению не представляется возможным.

Способ радиолокационного обнаружения и распознавания объектов основывается на физических свойствах радиоволн. В радиолокационном обнаружении объектов используются сигналы, отраженные от объектов или сигналы, изучаемые непосредственно объектами и радиоустройствами, установленными на объектах.

Физические свойства радиоволн позволили создать средства определения угловых координат местонахождения объектов в пространстве по работающим бортовым радиостанциям. Измерение расстояния до целевого объекта осуществляется с помощью двух возможных радиотехнических методов: импульсного (измерение времени прохождения радиоволн от излучающей станции до объекта и обратно до приемника) и фазометрического

(измерение разности фаз излучаемой и принимаемой радиоволн).

Способ гидроакустического обнаружения основывается на применении пассивных или активных средств обнаружения объектов.

Пассивные средства гидроакустического обнаружения применяются для обнаружения сигналов (шумов) без излучения в пространство акустической энергии. Принцип работы данных средств основан на восприятии звуковых колебаний, издаваемых объектом (движущимися элементами).

Активные средства гидроакустического обнаружения работают на основе излучения в пространство ультразвуковых колебаний, в последующем переключающихся на прием отраженных от объектов ультразвуковых колебаний. Полученные данные позволяют определять не только расстояние до объекта, но и направление на объект.

Все объекты поиска, в зависимости от своего типа, в рамках теории пространственного поиска оставляют один из следов (их комбинаций) — технический след: оптический, акустический, тепловой (по инфракрасному излучению), радиолокационный и гидроакустический след. На основании обнаруженного технического следа и сравнении его с портретом обнаруживаемого объекта принимается решение о наличии цели в заданном диапазоне обнаружения.

В каждом из представленных ранее способов обнаружения объектов используется массив значений (показателей), совокупность которых именуется техническим портретом объекта. В зависимости от способа обнаружения и вида (класса) объекта, технический портрет принимает конкретное значение. Для формирования технического портрета проводится ряд экспериментов, направленных на установление соответствия объектов и их технических показателей, а именно — идентификация конкретного статического объекта, при отсутствии избыточности информации.

В настоящий момент существуют следующие виды технического портрета: оптический, акустический, тепловой (по инфракрасному излучению), радиолокационный и

гидроакустический портрет. Однако, при использовании одного или совокупности этих портретов в идентификации возникают трудности из-за наличия других однотипных объектов в заданном диапазоне обнаружения.

В соответствии с развитием нового вида пространства в инфосфере, именуемого киберпространством, а также концепций кибер-мета-вселенных [2], определим новый способ пространственного обнаружения — кибернетическое обнаружение [7]. Под кибернетическим обнаружением будем понимать — извлечение и анализ информации, циркулирующей в киберпространстве (смешанной (гибридной) реальности), с целью обнаружения целевого объекта.

В киберпространстве (смешанной (гибридной) реальности) каждый ИТО, в процессе своего функционирования, оставляет информационные следы своей деятельности, в следствии чего, имеет свой информационный портрет, позволяющий однозначно его идентифицировать. Источником информационных параметров, являются используемые в ИТО средства связи, навигации, обработки данных и т.п. [4].

В процессе функционирования ИТО одновременно взаимодействует с физическим и кибернетическим пространством в так называемой смешанной (гибридной) реальности. Результат комплексного функционирования ИТО отображается в информационно-техническом следе (далее — ИТС), позволяющим осуществить обнаружение и идентификацию в физической среде и/или в информационном (кибернетическом пространстве) пространстве, с привязкой к конкретной системе позиционирования.

Таким образом, можно сформулировать с учетом современных особенностей следующие определения:

Кибернетическое распознавание — это отнесение исходных данных к определенному классу с помощью выделения существенных признаков, характеризующих эти данные из общей массы данных в киберпространстве.

Кибернетическая идентификация — это установление соответствия объекта (ИТО, искусственного интеллекта, аватара и т. д.)

конкретному типу, классу или же конкретному объекту (совокупности объектов), а также управляющих систем (контура управления и взаимодействия).

Комплексное обнаружение — это процесс обнаружения n -мерных объектов в m -пространствах с приведением к единой системе позиционирования.

Комплексное распознавание — это отнесение исходных данных о n -мерном объекте к определенному классу с помощью выделения существенных признаков, характеризующих эти данные из общей массы данных в m -пространствах.

Комплексная идентификация — установление соответствия n -мерного объекта, функционирующего в m -пространствах, конкретному типу, классу или же конкретному объекту (совокупности объектов), а также управляющих систем (контура управления и взаимодействия).

Для определения принадлежности информационно-технического следа — ИТО, по совокупности информационного и технического портрета, необходимо отобрать наиболее значимые переменные, значения которых позволяют сформировать информационно-технический портрет ИТО [6].

2. Идентификация объектов

Содержание классической науки идентификации, базируется на построении математической модели свойств целевого объекта, в основе которой лежит наблюдение за поведением объекта и исследование его свойств. Согласно [8, 9] идентификация является высшей степенью процедуры распознавания.

Методы, используемые в идентификации, можно классифицировать следующим образом (рис. 1) [10].

1. По способу построения математической модели.

Аналитическое (теоретическое) построение модели. Данный способ направлен на математическое описание структуры объекта и внутренних процессов. Объект тщательно изучается, вводятся необходимые ограниче-

ния и допущения для достижения требуемого уровня качества модели.

Статистическое (эмпирическое) построение модели. Данный способ основывается на статистической обработке результатов полученных в ходе проведения экспериментов. По результатам статистической обработки результатов формируется выражение, описывающее зависимость значений переменных, подаваемых на вход объекта и получаемых на выходе объекта.

Комбинированный способ построения модели. Данный способ сочетает элементы аналитического и статистического моделирования.

2. По способу изучения объекта идентификации.

Активные методы. В активных методах идентификации используются специально сформированные тестовые сигналы (воздействия) детерминированного или случайного характера, которые подаются на вход объекта. Построение модели основывается путем фиксирования реакции объекта на поступающие тестовые сигналы. Данные методы используются, когда необходимо сократить временные и материальные ресурсы на проведение идентификации.

Пассивные методы. В пассивных методах идентификации параметры модели находятся путем измерения и статистической обработки наблюдаемых сигналов, при этом объект находится в условиях штатного функционирования. Данные методы используются, когда отсутствует необходимость проведения экспериментов со специально сформированными тестовыми сигналами.

3. По способам оперативности получения модели.

Методы ретроспективной (после опытной) идентификации. В данных методах построение модели объекта основывается на сборе и обработки необходимых статистических данных после проведения эксперимента.

Методы адаптивной идентификации (в режиме реального времени). В данных методах идентификации алгоритмы идентификации включаются в состав системы управления



Рис. 1. Классификация методов идентификации
 [Fig. 1. Classification of identification methods]

или анализа. Модель объекта пересчитывается каждый раз с появлением новых значений переменных.

4. По виду математической модели.

С использованием дифференциальных уравнений. Ими описывают зависимость реакции (выходного сигнала) объекта на воздействие (тестовый сигнал — подаваемый на вход объекта) с помощью производных функций, самой функции, независимых переменных и иных параметров в различных комбинациях.

С использованием передаточных функций. Использование передаточных функций — один из способов математического описания зависимости выходного сигнала объекта относительно тестового сигнала, подаваемого на вход объекта. Представляют собой дифференциальный оператор, выражающий связь между входом и выходом линейной стационарной системы. Имея значение входного сигнала системы и передаточную функцию, можно вычислить выходной сигнал.

С использованием импульсных переходных функций. Ими описываются зависимости выходного сигнала объекта относительно тестового сигнала, подаваемого на вход объекта в виде дельта-функций.

С использованием переходных функций. Ими описываются зависимости выходного сигнала объекта относительно тестового

сигнала, подаваемого на вход объекта в виде функций Хэвисайда, при заданных начальных условиях.

С использованием частотных характеристик. Ими описываются зависимости выходного сигнала объекта относительно тестового сигнала, подаваемого на вход объекта в виде формул и графиков.

Сами модели в зависимости от различных условий поставленной задачи можно классифицировать следующим образом (рис. 2) [11–13].

1. По природе модели.

Физическая модель. Модель, отображающая свойства реального объекта через характеристики вещественного объекта аналогичной природы.

Математическая модель. Модель, отображающая свойства реального объекта путем использования математических конструкций.

2. В зависимости от момента построения модели.

Априорная модель. Модель, построенная до начала специальных экспериментальных исследований.

Апостериорная модель. Модель, полученная (уточненная) по результатам экспериментальных исследований.

3. По наличию сведений о структуре объекта.

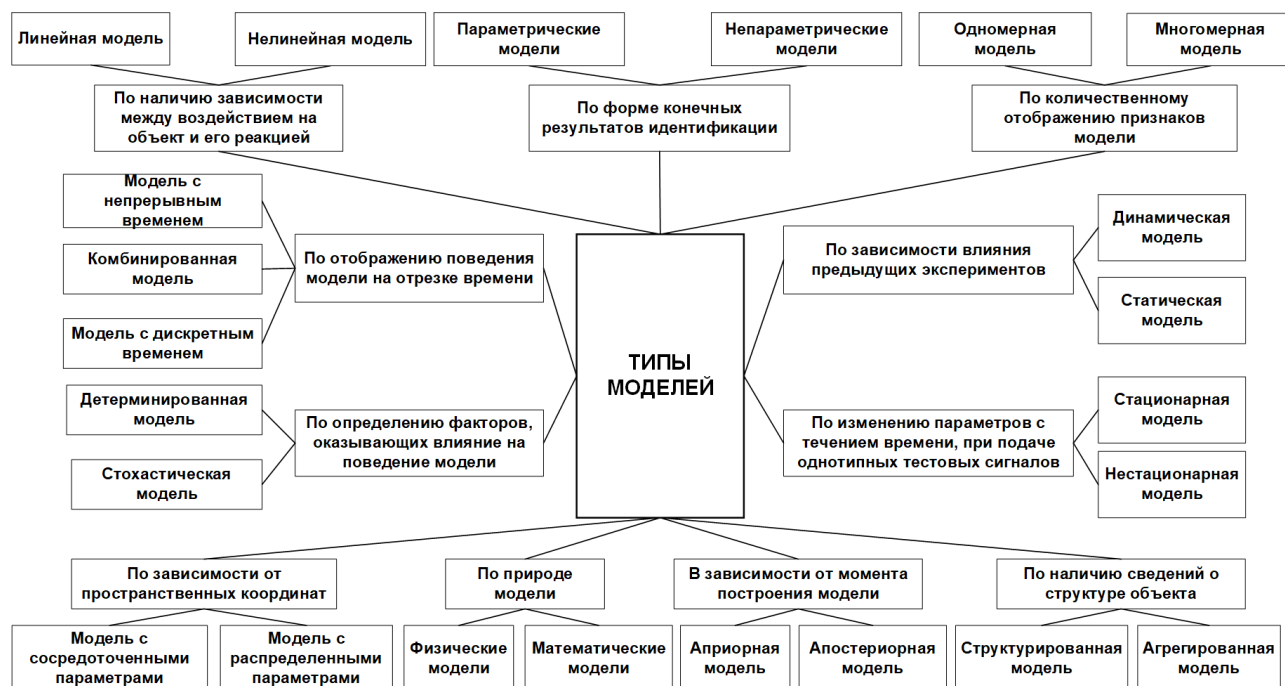


Рис. 2. Основные типы моделей
[Fig. 2. The main types of models]

Структурированная модель. Структурированная модель является совокупностью моделей элементов структуры объекта в целом. Данная модель не только отображает, но и позволяет исследовать процессы, происходящие как во всей структуре в целом, так и в отдельных её элементах.

Агрегированная модель. Модель, в которой структура и взаимосвязи элементов системы не влияют на отображение корреляционных зависимостей между тестовыми сигналами, подаваемыми на вход объекта и выходными сигналами.

4. По изменению параметров с течением времени, при подаче однотипных тестовых сигналов.

Стационарная модель. Модель, параметры которой не изменяются с течением времени, при поступлении на вход множества однотипных тестовых сигналов. В частом случае, исследователями, в связи с введением ограничений в рамках исследования, нестационарная модель приобретает характер стационарной.

Нестационарная модель. Модель, в которой, при подаче однотипных тестовых сигналов, с течением времени происходит изменение внутренних значений параметров модели.

5. По зависимости влияния предыдущих экспериментов:

Динамическая модель. Модель, в которой выходные сигналы имеют зависимость не только от крайнего входного тестового сигнала, но и от тестовых сигналов, подаваемых на предыдущих этапах. Динамическая модель отображает поведение объекта во времени.

Статическая модель. Модель, в которой выходные сигналы не зависят от тестовых сигналов, подаваемых на предыдущих этапах. Статистические модели описывают поведение объекта в конкретном режиме функционирования.

6. По определению факторов, оказывающих влияние на поведение модели.

Детерминированная модель. Модель с однозначно определенными значениями факторов, которые оказывают влияние на поведение модели.

Стохастическая модель. Модель, значения которой, учитывают возможное вероятностное распределение значений факторов и параметров, определяющих поведение модели.

7. По отображению поведения модели на отрезке времени.

Модель с непрерывным временем. Модель, отображающая поведение модели, протекающее на непрерывном отрезке времени.

Модель с дискретным временем. Модель, отображающая прерывистые процессы, содержащие импульсный элемент (ключ), периодически замыкающий цепь через постоянный тактовый период.

Комбинированная модель. Дискретно-непрерывная модель, которая позволяет выделить (отделить) непрерывную часть от дискретной.

8. По зависимости от пространственных координат.

Модель с сосредоточенными параметрами. Модель, в которой переменные не имеют зависимости от пространственных координат.

Модель с распределенными параметрами. Модель, в которой переменные имеют прямую зависимость от пространственных координат.

9. По количественному отображению признаков модели.

Одномерная модель. Модель, отображающая распределение одного признака или свойства объекта.

Многомерная модель. Модель, отображающая структуру объекта с точки зрения множества признаков или свойств объекта.

10. По наличию зависимости между воздействием на объект и его реакцией.

Линейная модель. Модель, имеющая выраженный принцип суперпозиции, согласно которому суммарное воздействие на объект равняется суммарной реакции объекта на воздействие.

Нелинейная модель. Модель, не имеющая корреляционной зависимости между воздействием на объект и реакцией объекта.

11. По форме конечных результатов идентификации.

Параметрические модели. Модели, описываемые аналитическими зависимостями, содержащими параметры, подлежащие идентификации. Задача этих моделей сводится к нахождению значений параметров, определяющих выход модели по заданной структуре объекта (например, значения коэффициентов обыкновенных дифференциальных уравнений, начальных условий, коэффициентов передаточных функций).

Непараметрические модели. Модели, описываемые передаточными функциями или уравнение объекта, использующих временные или частотные характеристики объекта исследования. Задача этих моделей сводится к описанию преобразований сигналов пространства входов в элементы пространства выходов.

Структура и состав модели определяется исследователем, при этом модель должна удовлетворять возложенным к ней требованиям, сформировавшимся на основе конечных целей исследования. Передача достоверного образа протекающих процессов объекта, является основным критерием отбора целевой модели объекта. Модель объекта может принимать различную форму, включая структурную схему, операторные, алгебраические, дифференциальные, интегральные уравнения и т. п.

Согласно [12] задачи идентификации сводятся к определению модельного оператора, преобразующего входные воздействия объекта в выходные величины. Под оператором модели понимается математическая формализация, при этом форма и вид математической формализации зависит от конечных целей исследования (рис. 3).

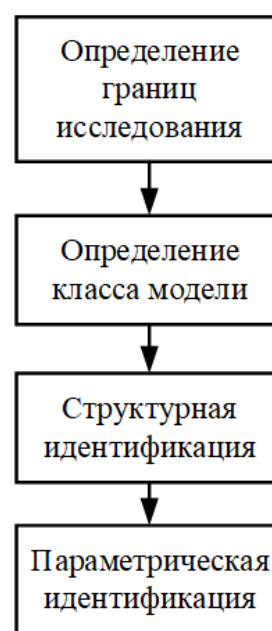


Рис. 3. Этапы формирования модельного оператора
[Fig. 3. Stages of formation model operator]

Под структурной идентификацией понимается выделение ИТО из общей среды, построение и решение модели типа «черный ящик» (рис. 4).

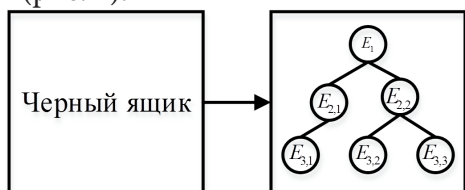


Рис. 4. Графическое отображение модели «чёрный ящик»

[Fig. 4. Graphical representation of the «black box» model]

Решение модели типа «черный ящик» сводится к нахождению элементов, их взаимосвязи и структуры объекта в целом. Задача структурной идентификации считается решенной, когда составлена аналитическая модель.

Общих формальных подходов к решению задачи структурной идентификации не существует, поэтому решение задач структурной идентификации часто сводится к эвристическому заданию структуры модели, на основе априорных сведений об объекте.

Под параметрической идентификацией модели ИТО понимается, нахождение значений параметров элементов модели ИТО, по заданной структуре, рис. 5.

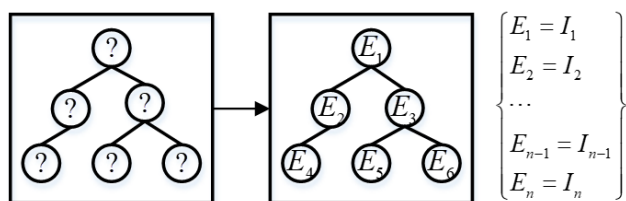


Рис. 5. Графическое отображение параметрической идентификации

[Fig. 5. Graphical representation of parametric identification]

Модельный оператор описывает объект в математической форме необходимой для конечных целей исследования, что в соответствии позволит провести идентификацию ИТО, а именно осуществить установление соответствия ИТО конкретному типу, классу или же конкретному объекту (совокупности объектов), а также управляющих систем (контура управления и взаимодействия).

Процедура идентификации в общем виде предполагает последовательного выполнения действий:

1. Сбор информативных значений переменных из исследуемой среды об ИТО.
2. Определение класса моделей.
3. Формирование множества моделей, в основе которых лежат данные, полученные на этапе сбора информативных значений с учетом определенного класса моделей.
4. Задание критерия оценки, на основании которого отбирается наилучшая модель из множества, полученного на предыдущем этапе.
5. Выбор наиболее подходящей модели из множества моделей.
6. Сравнение наиболее подходящей модели с ИТП ИТО.

Система, реализующая идентификацию ИТО, должна учитывать все возможные причины неудачной идентификации ИТО и обеспечивать итеративное решение данных проблем на основе априорной информации об ИТО и результатов предыдущих попыток идентификации.

Можно выделить следующие причины неудачной идентификации ИТО: множество информативных значений, оказалось не достаточным для формирования множества моделей; множество моделей не имеет модели наиболее достоверно описывающей ИТО; выбран неудачный критерий оценки соответствия сформированной модели ИТО — ИТП ИТО; выбран неудачный диапазон поиска (обнаружения) ИТО; не существует ИТП позволяющего идентифицировать данный ИТО.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, дальнейшие исследования в области обнаружения и идентификации ИТО с учетом концепций развития кибер-мета-вселенных позволит обеспечить требуемый уровень эффективности обнаружения и идентификации n -мерных объектов в требуемых пространствах, а также даст возможность создания систем координат и позиционирования отличные от классических Декартовых.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Артемов М. Л.* Автоматизированные системы управления, радиосвязи и радиоэлектронной борьбы. Основы теории и принципы построения / М. Л. Артемов, В. И. Борисов, В. А. Маковий, М. П. Личенко. – Москва : Издательство Радиотехника, 2021. – 553 с.

2. *Понкин И. В.* Военная аналитика. Военное применение искусственного интеллекта и цифры / И. В. Понкин. – Москва : Буки Веди, 2022. – 106 с.

3. *Мухортов В. В.* Решение задачи обнаружения и идентификации n-мерных информационно-технических объектов путем использования кибернетического пространства / В. В. Мухортов, И. Д. Королев // Инженерный вестник Дона. – 2022. – № 6 (90). С. 168–190.

4. *Мухортов В. В.* Метод оценки живучести информационно-технических объектов по отношению к программно-аппаратным воздействиям / В. В. Мухортов, Ю. В. Нефедьев // Инженерный вестник Дона. – 2020. – № 4 (64). Режим доступа: <http://ivdon.ru/magazine/archive/N4y2020/6414> (дата обращения: 08.01.2022)

5. *Мухортов В. В.* Современные научно-методические подходы к обнаружению и идентификации информационно-техниче-

ских объектов, перспективы их обнаружения и идентификации в инфосфере / В. В. Мухортов, И. Д. Королев // Информационные системы и технологии. – 2022. – № 2 (130). – С. 100–106.

6. *Райбман Н. С.* Что такое идентификация? / Н. С. Райбман. – Москва : Наука, 1970. – 118 с.

7. *Мухортов В. В.* Перспективы развития киберразведки / В. В. Мухортов, И. Д. Королев // Инженерный вестник Дона. – 2022. – 6 (90). – С. 147–158.

8. *Цыпкин Я. З.* Основы информационной теории идентификации. / Я. З. Цыпкин. – Москва : Наука, 1984. – 320 с.

9. *Дейч А. М.* Методы идентификации динамических объектов / А. М. Дейч. Москва : «Энергия», 1979. – 240 с.

10. *Дилигенская А. Н.* Идентификация объектов управления. Учебное пособие / А. Н. Дилигенская. – Самара, 2009. – 136 с.

11. *Петухов О. А.* Моделирование: системное, имитационное, аналитическое / О. А. Петухов, А. В. Морозов, Е. О. Петухова // Санкт-Петербург : «Северо-Западный государственный заочный технический университет», 2008. – 288 с.

12. *Коновалов В. И.* Идентификация и диагностика систем / В. И. Коновалов. – Томск : Томский политехнический университет, 2010. – 163 с.

13. *Максимова Н. Н.* Математическое моделирование / Н. Н. Максимова. Благовещенск : «Амурский государственный университет», 2019. – 88 с.

Мухортов Владимир Владимирович — канд. техн. наук, докторант, Краснодарского высшего военного училища.

E-mail: dgagernaut1@yandex.ru

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-7778-5067>

Махнев Александр Павлович — адъюнкт 1-го года обучения, Краснодарского высшего военного училища.

E-mail: a23632@yandex.ru

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1312-3600>

Битаев Евгений Сергеевич — канд. техн. наук, докторант, Военной академии войсковой противовоздушной обороны Вооруженных Сил Российской Федерации.

E-mail: evgeny.bitayev@yandex.ru

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9373-6305>

CONCEPTUAL FOUNDATIONS FOR THE DETECTION AND IDENTIFICATION OF INFORMATION TECHNOLOGY OBJECTS

© 2023 V. V. Mukhortov¹, A. P. Makhnev^{1✉}, E. S. Bitayev²

¹*Krasnodar Higher Military School*

4, Krasina Street, 350063 Krasnodar, Russian Federation

²*Military Academy of Military Air Defense*

2, Kotovsky Street, 214027 Smolensk, Russian Federation

Annotation. The relevance of the study is due to the provision of the required level of information technology facilities in difficult conditions of the radioelectronic environment, as well as ensuring their successful identification. Known methods of detection and identification do not consider them as n-dimensional objects functioning in various interconnected spaces. The purpose of the work is to determine the directions for ensuring the required level of information technology objects' detection and their subsequent identification, taking into account the peculiarities of their functioning in cyberspace. The problem is solved by the use of cybernetic intelligence tools in cooperation with electronic intelligence tools. The article discusses the prospects for the detection and identification of information technology objects, taking into account the formation of the 6th technological order within the framework of creating a system of all-encompassing sensors, the formation of mixed (hybrid) realities and the merging of real and virtual worlds (the implementation of the concepts of cyber meta-universes); describes the existing and promising methods of detection (optical; acoustic; infrared detection; radar and hydroacoustic); classification of identification methods (according to the method of constructing a mathematical model, according to the method of studying the object, according to the methods of operability of obtaining a model, according to the type of mathematical model); classification of types of models used in identification systems; stages of formation of a model operator are presented: collection of informative values information about the object obtained from the studied environment; definition of a class of models; formation of a set of models; setting an evaluation criterion; selection of the most suitable model from a set of models; comparison of the most suitable model; the main sequence of actions for the identification procedure is determined. The materials of the article are of practical value for solving the problem of countering information technology objects in the organization of transport security, cybersecurity and protection of objects (reducing intelligence availability, increasing intelligence security and ensuring survivability) by expanding the theory of spatial search, taking into account the development of concepts of cyber meta-universes.

Keywords: identification, information technology object, information technology footprint, infosphere, cyberspace, model, detection.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

REFERENCES

1. Artemov M. L., Borisov V. I., Makoviy V. A. and Lichenko M. P. (2021) Automated control systems, radio communications and radio-electronic warfare. Fundamentals of theory and principles of construction. Moscow : Radio Engineering Publishing House. 553 p.
2. Ponkin I. V. (2022) Military analytics. Military application of artificial intelligence and numbers. Moscow : Buki Vedi. 106 p.

✉ Makhnev Alexander P.
e-mail: a23632@yandex.ru

3. Mukhortov V. V. and Korolev I. D. (2022) The solution of the problem of detection and identification of n-dimensional information and technical objects by using cybernetic space. *Information Bulletin of the Don*. № 6 (90). P. 168–190.
4. Mukhortov V. V. and Nefediev Yu. V. (2020) Method of assessing the survivability of information and technical objects in relation to software and hardware impacts. *Engineering Bulletin of the Don*. № 4 (64). Available at: <http://ivdon.ru/magazine/archive/N4y2020/6414> (accessed: 08.01.2022)
5. Mukhortov V. V. and Korolev I. D. (2022) Modern scientific and methodological approaches to the detection and identification of information and technical objects, prospects for their detection and identification in the infosphere. *Information systems and technologies*. № 2 (130). P. 100–106.
6. Raibman N. S. (1970) What is identification? Moscow : Nauka. 118 p.
7. Mukhortov V. V. and Korolev I. D. (2022) Prospects for the development of cyber intelligence. *Engineering Bulletin of the Don*. 6 (90). P. 147–158.
8. Tsypkin Ya. Z. (1984) Fundamentals of the information theory of identification. Moscow : Nauka. 320 p.
9. Deich A. M. (1979) Methods of identification of dynamic objects. Moscow : “Energy”. 240 p.
10. Diligenskaya A. N. (2009) Identification of management objects. Textbook. Samara. 136 p.
11. Petukhov O. A., Morozov A. V. and Petukhova E. O. (2008) Modeling: system, simulation, analytical. St. Petersburg : “North-Western State Correspondence Technical University”. 288 p.
12. Kononov V. I. (2010) Identification and diagnostics of systems. Tomsk : Tomsk Polytechnic University. 163 p.
13. Maksimova N. N. (2019) Mathematical modeling. Blagoveshchensk : “Amur State University”. 88 p.

Mukhortov Vladimir V. — Candidate of Technical Sciences, doctoral student, Krasnodar Higher Military School.

E-mail: dgagernaut1@yandex.ru

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-7778-5067>

Makhnev Alexander P. — an adjunct of the 1st year of study, Krasnodar Higher Military School.

E-mail: a23632@yandex.ru

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1312-3600>

Bitayev Evgeny S. — Candidate of Technical Sciences, doctoral student, Military Academy of Military Air Defense of the Armed Forces of the Russian Federation.

E-mail: evgeny.bitayev@yandex.ru

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9373-6305>