

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО КОНФЛИКТА СЛОЖНЫХ ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ: ДИНАМИКА СТРУКТУР СТОРОН КОНФЛИКТА

М. В. Павловский*, Н. А. Тюкачев**

* Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

** Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 15.09.2015 г.

Аннотация. В статье предложены методы розыгрыша размещения структур на ограниченной местности, регламентируемых организационно-техническими нормативами, сформулированы и описаны в виде отдельных алгоритмов программы имитационного моделирования структуры сторон радиоэлектронного конфликта сложных эргатических систем. Приведены сведения о реализации.

Ключевые слова: имитационная модель, радиоэлектронный конфликт, информационно-управляющая система, распределенная система связи и передачи данных, сложная эргатическая система, система вооружения радиоэлектронной борьбы.

Annotation. In the article methods of drawing the placement of structures on a limited area, regulated by the organizational and technical standards as defined and described as separate algorithms, simulation programs patterns a hundred-Ron electronic conflict complex ergatic systems. Provides information about the implementation.

Keywords: a simulation model of electronic conflict, information management system, distributed system communication and data transfer, complex ergatic system, weapon system electronic warfare.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема создания имитационной модели (ИМ) радиоэлектронного конфликта (РЭК) двух сложных эргатических систем, к которым относятся распределенная система связи и передачи данных (РССПД) в составе информационно-управляющей системы (ИУС) с одной стороны и система вооружения радиоэлектронной борьбы (СВРЭБ) с другой стороны частично освещена в работах [1, 2]. Однако для осуществления эффективной работы данной ИМ и построения прогнозных оценок хода и исхода конфликтного взаимодействия двух указанных конфликтующих сложных эргатических систем необходимо осуществить розыгрыш их состава и

структур, который должен быть осуществлен в модуле корректирующего ввода [2]. При этом работе алгоритмов розыгрыша состава и структур должен предшествовать алгоритм задания структурных связей и связей подчиненности. В соответствии с этим целью настоящей статьи является обоснование алгоритмов, обеспечивающих ввод и розыгрыш состава и структур сложных эргатических систем, участвующих в РЭК. С учетом сказанного, новизна и научная значимость статьи заключается в системном охвате различных сторон функционирования двух сложных эргатических сторон (РССПД в составе ИУС и СВРЭБ) и в построении непротиворечивой модели создания структур конфликтующих сторон.

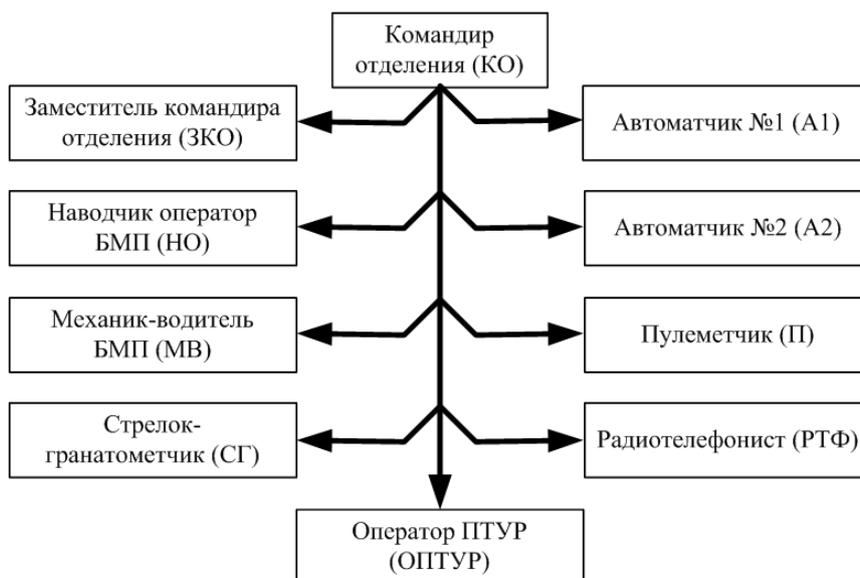


Рис. 1 Организационно-штатная структура мотопехотного отделения в составе РССПД противника

СТРУКТУРНЫЕ СВЯЗИ РССПД И СВЯЗИ ПОДЧИНЕННОСТИ РССПД

В литературе (например, [3, 4]) приведены сведения о составе различных организационно-штатных структур (ОШС) потенциального противника, которые показывают их большую разность и, в то же время, их взаимную определяемость и стандартность описания. Действительно, в составе армий и корпусов противника обязательно рассматриваются дивизии и бригады, которые, в свою очередь, состоят из батальонов, рот, взводов и отделений. При этом наименования ОШС в зависимости от рассматриваемой системы оружия могут изменяться (вместо рот могут рассматриваться батареи или звенья, а вместо батальонов – эскадрильи или дивизионы), но основные характеристики этих структур остаются неизменными.

Это позволяет осуществить ввод и розыгрыш структур РССПД в составе ИУС потенциального противника с помощью стандартной подпрограммы «DEREVO». Название выбрано не случайно: каждый элемент структуры РССПД принадлежит ответвлению какой-либо вышестоящей структуры и может, в свою очередь, быть источником дальнейшего разветвления иерархической структуры РССПД, а может стать поглощающим узлом, если не содержит подчиненных элементов.

В основе процедуры «DEREVO» лежит представление о любых ОШС как об иерархических системах. Например, мотопехотное отделение, в соответствии с данными [3], может быть представлено в виде иерархической структуры, приведенной на рис. 1, определяющей связи подчиненности по направлению стрелок подачи команд. При этом, введенная ОШС становится стандартным описанием, которое может быть изменено оператором ИМ при вводе новых единиц без изменения стандартного описания. Необходимо отметить, что вводимые ОШС должны быть жестко коррелированы с исходными данными, представленными в [2] в справочниках «Типы ОШС» и «Наименования органов управления (ОУ)».

На рис. 1 приведен радиотелефонист, который определяет ОУ отделения – его командно-наблюдательный пункт. Кроме того, в соответствии с данными об использовании в вооруженных силах потенциального противника РЭС из состава единой информационной инфраструктуры [5, 6], можно предположить, что каждый элемент отделения будет являться некоторым ОУ, для которого в [2] приведено описание. В дальнейшем задании вышестоящих структур отделение задается уже одним элементом «мп», которое подразумевает:

1. Наличие десяти ОУ, причем каждый ОУ в объекте «мпо» связан с каждым другим ОУ, образуя сложную сетевую структуру, представленную на рис. 2 в виде девятиугольника с центром в виде ОУ командира отделения (КО), от которого прокладывается связь к вышестоящему ОУ, командиру взвода (КВ).

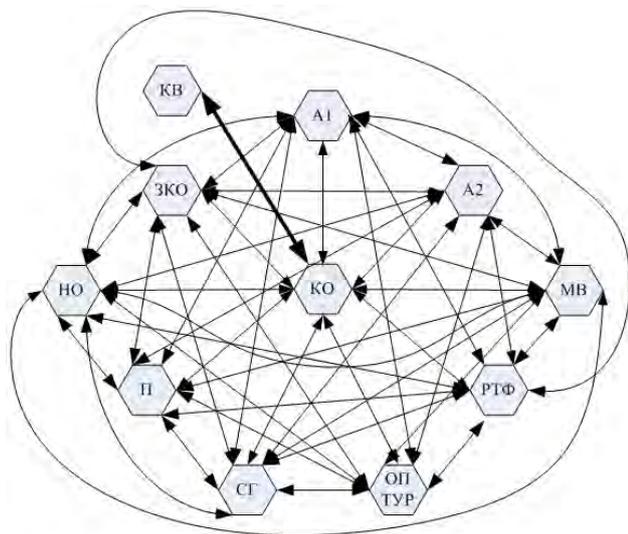


Рис. 2 Схема связи мотопехотного отделения в составе РССПД противника

На рис. 2 использованы сокращения: А1 и А2 – соответственно, первый и второй автоматчика; ЗКО – заместитель КО; МВ – механик-водитель; НО – наводчик-оператор; ОПТУР – оператор ПТУР; П – пулеметчик; РТФ – радиотелефонист; СГ – стрелок гранатометчик. Указание связей каждого элемента объекта «мпо» позволяет задать структуру связей данного объекта. Первый заданный объект является стандартным описанием, и для других объектов такого же статуса будет являться исходным, которое, однако, может корректироваться в зависимости от наличия дополнительно вводимых ОУ или других характеристик объекта.

2. Обязательное автоматическое изменение универсальных идентификационных номеров «ID» для каждого вводимого объекта. При этом описание каждого введенного ОУ должно также автоматически меняться по наименованию главного ОУ объекта. Например, если введено сокращенное название «ОУ 1-2-3-4-5-6-7-8» (что соответствует наименованию ОУ первого отделения второго взво-

да третьей роты четвертого батальона пятой бригады шестой дивизии седьмого корпуса восьмой армии) [2], то введение второго «мпо» будет задаваться сокращенным описанием «ОУ 2-2-3-4-5-6-7-8» (что соответствует наименованию ОУ второго отделения второго взвода третьей роты четвертого батальона пятой бригады шестой дивизии седьмого корпуса восьмой армии). При этом, для всех подчиненных ОУ второй «мпо» автоматически происходит изменение сокращенного описания: если был «ОУ автоматчика №1 1-2-3-4-5-6-7-8», то становится «ОУ автоматчика №1 2-2-3-4-5-6-7-8».

3. Задание для каждого вводимого ОУ одной точки (обязательно крайней правой нижней, если смотреть на экран монитора, на котором отображается структура разыгрываемой РССПД), от которой по данным таблицы «ОУ противника» [2] отсчитывается (автоматически) по координате X ширина подчиненной структуры, а по координате Y глубина той же структуры. Для подчиненных ОУ координаты разыгрываются в обозначенном поле с помощью датчика случайных чисел. При этом обязательно осуществляется проверка: в пределах «минимального радиуса» (таблица «Органы управления противника» в [2]) не должно находиться ни одного другого ОУ. При невыполнении данного требования розыгрыш координат ОУ повторяется. Практика проведения подобных расчетов показала, что кратных итераций может оказаться для разыгрываемых структур не более трех.

После введения всех нижестоящих ОУ и подчиненным им иерархических структур осуществляется переход к введению ближайшей вышестоящей структуры. Например, если ввели три мотопехотных отделения согласно вышеприведенному алгоритму, то возможен переход к вводу ОУ мотопехотного взвода «мпв», содержащему эти «мпо».

В соответствии с данными [3], иерархическое представление мотопехотного батальона (мпб) будет определяться структурой, приведенной на рис. 3. На данном рисунке дополнительно использованы сокращения: «кб» – командир батальона; «кр» – командир роты;

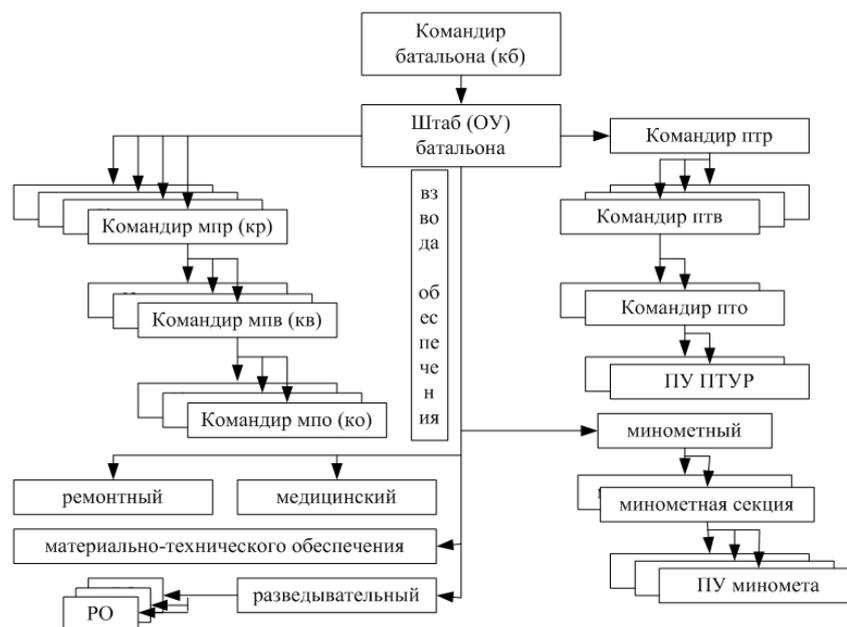


Рис. 3. Иерархия мотопехотного батальона в составе РССПД противника

«мпр» – мотопехотная рота; «птр» – противотанковая рота; «птв» – противотанковый взвод; «пто» – противотанковое отделение; «ПУ» – пусковая установка; «ПУ ПТУР» – пусковая установка противотанковой управляемой ракеты; «ро» – разведывательное отделение.

Аналогичные рис. 3 можно привести состав и структуры всех рассматриваемых в ИМ систем, а на основании данного рисунка можно сформулировать обобщенный алгоритм процедуры «DEREVO» ввода состава и структур РССПД любого уровня рассмотрения. Данный алгоритм процедуры «DEREVO» содержит:

1. Блок последовательного ввода структур по основному предназначению ОШС, начиная с наименьших до наибольших, учитываемых в данном РЭК. Например, при описании мотопехотных подразделений и частей ввод начинается с отдельных военнослужащих, заканчивается дивизиями, а при описании танковых и артиллерийских подразделений ввод структуры начинается с отделения: отдельного танка или отдельного орудия. При вводе описаний сохраняется стандартное описание первой введенной структуры.

1.1. Для первой разыгрываемой структуры указывается правая нижняя точка $T_1^1(x_1, y_1)$. По указанным в таблице «ОУ противника»

данным о глубине (g_1) и ширине (sch_1) ОШС рассчитываются координаты $T_2^1(x_2, y_2)$ и $T_3^1(x_3, y_3)$:

$$x_2 = x_1 + sch_1, \quad (1)$$

$$y_2 = y_1, \quad (2)$$

$$x_3 = x_1 + \frac{sch_1}{2}, \quad (3)$$

$$y_3 = y_1 + g_1, \quad (4)$$

где T_2^1 – правая верхняя точка (физический смысл формулы (1)) первой ОШС, удаление которой от линии боевого соприкосновения (ЛБС) считается таким же, как и у точки T_1^1 вследствие аппроксимации этой линии в виде прямой (физический смысл формулы (2));

T_3^1 – наиболее удаленная от ЛБС точка первой ОШС (физический смысл формулы (4)), при аппроксимации позиционного района структуры эллипсом с малой осью по координате «х» (физический смысл формулы (3)).

1.2. Рассчитываются координаты $T_4^1(x_4, y_4)$ по формулам:

$$x_4 = x_3 = x_1 + \frac{sch_1}{2}, \quad (5)$$

$$y_4 = y_{\min} + rnd \times (y_{\max} - y_{\min}), \quad (6)$$

где координата x_4 находится в предположении нахождения ОУ первой ОШС на большой полуоси эллипса (физический смысл формулы (5)), а координата y_4 определяется как

случайное число ($rnd(\bullet)$) в пределах максимального (y_{\max}) и минимального (y_{\min}) удаления ОУ от ЛБС (физический смысл формулы (6)). Осуществляется проверка: для введенного ОУ по известной формуле расстояния между точками в декартовой системе координат [7] определяется расчет расстояний до каждого уже введенного ОУ. Если расстояние «**минимальный радиус**» из таблицы «**ОУ противника**» [2] меньше хотя бы одного расстояния, то осуществляется повторный (кратный) розыгрыш координат ОУ с последующей проверкой выполнения этого условия.

1.3. Для оставшихся ОУ данной ОШС аналогично пункту 1.2 осуществляется розыгрыш их координат. При этом определяется обязательное нахождение ОУ в пределах описанного усеченного эллипса.

1.4. Переход к вводу последующих (равных либо высших) ОШС по основному предназначению по пунктам 1.1–1.3.

2. Блок последовательного ввода структур, обеспечивающих применение структуры по основному предназначению. Например, при описании мотопехотных батальонов (смотри рисунок 3) ввод продолжается введением данных по противотанковой роте, минометному, ремонтному взводам и взводу материально-технического обеспечения.

2.1. Для каждой ОШС полевой артиллерии, обеспечивающей применение структуры по основному предназначению, по пунктам 1.1–1.4 (по формулам (1)–(6)) осуществляется розыгрыш состава, позиционных районов и ОУ.

2.2. Для каждой ОШС противовоздушной обороны, обеспечивающей применение структуры по основному предназначению, по пунктам 1.1–1.4 (по формулам (1)–(6)) осуществляется розыгрыш состава, позиционных районов и ОУ.

2.3. Для каждой ОШС тактической и армейской авиации, обеспечивающей применение структуры по основному предназначению, по пунктам 1.1–1.4 (по формулам (1)–(6)) осуществляется розыгрыш состава, позиционных районов и ОУ. При этом аэро-

дромы авиации считаются разыгрываемыми ОШС, для которых указывается один ОУ.

2.4. Для каждой ОШС разведки и радиоэлектронной войны, обеспечивающей применение структуры по основному предназначению, по пунктам 1.1–1.4 (по формулам (1)–(6)) осуществляется розыгрыш состава, позиционных районов и ОУ.

2.5. Для каждой ОШС связи, ремонта, тылового, технического обеспечения, обеспечивающей применение структуры по основному предназначению, по пунктам 1.1–1.4 (по формулам (1)–(6)) осуществляется розыгрыш состава, позиционных районов и ОУ.

По итогам работы стандартной подпрограммы «**DEREVO**» осуществляется расчет таблицы «**RASST-OU**», представляющую собой квадратную матрицу, строки и столбцы которой образуют идентификационные номера ОУ (**ID**), а на пересечении строк и столбцов несовпадающих «**ID**» указывается декартово расстояние между ОУ [7], а совпадающих «**ID**» большое число, например 10^{15} .

Таким образом, рассмотрен и описан алгоритм процедуры «**DEREVO**» и формирования таблицы «**RASST-OU**», обеспечивающий ввод состава и структур РССПД любого уровня рассмотрения и ОУ любой ОШС и последующий их анализ.

ВИДЫ СВЯЗИ РССПД

При имитации системы связи в РССПД и используются введенные ранее связи подчиненности, справочники и таблицы, а также связи взаимодействия. На процесс имитации системы связи в РССПД накладывается ряд ограничений:

1. Радиосвязь ОУ возможна только при наличии совпадающих по диапазону радиоэлектронных средств (РЭС) в их составе и только в случае объединения их в одну радиосеть.

2. Формирование радиосетей возможно только в случае выполнения двух условий: во-первых ОУ должны принадлежать одной ОШС; а во-вторых, между ними должна обеспечиваться связность.

Следовательно, для каждой пары ОУ в составе одной радиосети должна быть осуществлена проверка наличия РЭС одного и того же обобщенного диапазона, выбираемого из таблиц «ОУ противника» и «Шаблоны средств связи», для которых проверяется совпадение характеристики по обобщенному диапазону. Для определения связности ОУ в составе РССПД функционирует процедура «SWJAZN», по результатам работы которой для каждой сформированной ОШС формируется таблица «WNUTR-SWJAZI». Рассмотрим работу процедуры «SWJAZN» на примере одного «мпб» в составе «мпб».

1. Выбирается количество абонентов рассматриваемой ОШС. В нашем примере число абонентов (смотри рисунок 1) равно десяти.

2. Формируется таблица «WNUTR-SWJAZI», в которой

2.1) первый столбец определяет описание радиосети (в нашем примере это «радиосеть 1-2-3-4-5-6-7-8»);

2.2) второй столбец определяет обобщенное описание диапазона работы радиосети (в нашем примере это «ОВЧ-УВЧ»);

2.3) третий столбец определяет идентификационный номер главной станции радиосети (главного ОУ радиосети), полученный при розыгрыше структуры РССПД (в нашем случае идентификационный номер КО);

2.4) четвертый столбец определяет перечень идентификационных номеров абонентов радиосети (всех ОУ, входящих в радиосеть, в нашем случае ID ЗКО, А1, А2, МВ, НО, ОПТУРСГ, П, РТФ).

3. Осуществляется проверка наличия на каждом ОУ радиосети РЭС соответствующего обобщенного диапазона, не задействованного в ранее введенных радиосетях. Если в ходе проверки («есть»/«нет» или «истинно»/«ложно») установлено, что на всех ОУ имеется РЭС соответствующего диапазона, то в таблице «ОУ противника» для всех ОУ данной радиосети уменьшается на единицу «количество РЭС» данного наименования. В противном случае – считается, что радиосети нет. Осуществляется переход к анализу другого обобщенного диапазона.

4. Осуществляется проверка обеспечения связи абонентов радиосети для минимальных значений выходной мощности РЭС на ОУ. Для этого из таблицы «Шаблоны средств связи» для выбранного РЭС на ОУ осуществляется расчет максимально обеспечиваемой дальности связи (D_c) при идеальных условиях распространения радиоволн по упрощенной формуле

$$D_c = \sqrt{\frac{P_{pndy} \times G_{pndy} \times G_{ppry}}{P_{min}}},$$

где P_{pndy} – выходная мощность РЭС, выбираемая из таблицы «Шаблоны средств связи» для выбранного РЭС на ОУ источнике сообщения; G_{pndy} и G_{ppry} – соответственно, коэффициент усиления передающей и приемной антенны, предполагаемый равным коэффициенту усиления антенны из таблицы «Шаблоны средств связи» для выбранных РЭС на ОУ источнике (рпду) и получателе сообщения (рпру), P_{min} – чувствительность РЭС на ОУ получателе сообщения. Значение выходной мощности РЭС для идеальных условий принимается равным произведению «выходной мощности РЭС» на минимальную «градиацию возможного уменьшения». Полученное значение сравнивается со значением, занесенным в таблицу «RASST-OU» для соответствующей пары абонентов: если полученное значение DC не меньше значения в таблице «RASST-OU», то считается, что абоненты являются связанными, а в таблицу «WNUTR-SWJAZI» для данной пары источник-получатель заносится значение « P_{pndy} ». В противном случае значение выходной мощности определяется умножением «выходной мощности РЭС» на большую «градиацию возможного уменьшения» и расчеты (проверка) повторяются.

5. Осуществляется проверка обеспечения связности всех других пар абонентов радиосети по пункту 4.

6. Осуществляется формирование последующих радиосетей данной ОШС.

Таким образом, рассмотрен и описан алгоритм процедуры «SWJAZN» и формирования таблицы «WNUTR-SWJAZI», обеспечивающий ввод радиосетей из состава РССПД любого уровня рассмотрения.

СТРУКТУРА И СВЯЗИ ОБЪЕКТОВ СВРЭБ

Объекты в составе СВРЭБ не являются для нас случайными, они задаются составом системы и решением командира на расположение элементов. Поэтому в рассматриваемой имитационной модели они вводятся оператором самостоятельно. Но при этом все элементы СВРЭБ должны быть описаны в таблице «**Шаблоны средств связи**». Как только оператор имитационной модели указывает курсором оптического манипулятора «мышь» местоположение позиционного района (ПР) СВРЭБ (не менее четырех точек на картографической основе) для нее сразу же всплывает окно с таблицей «**Позиционные районы СВРЭБ**». При этом в таблице автоматически считаются и заносятся в соответствующие поля [2]:

- 1) **удаление переднего края ПР** от ЛБС;
- 2) **размах ПР по фронту**.

Кроме того, в таблицу «**ПР СВРЭБ**» заносятся [2]:

- 1) **сокращенное наименование ПР**;
- 2) **минимальное расстояние по фронту**;
- 3) **количество АСП** в ПР;

4) **наименование АСП** в ПР, для которой из таблицы «**Шаблоны средств связи**» берутся все тактико-технические характеристики.

Далее на картографической основе модели оператор вручную указывает местоположение каждого образца в составе СВРЭБ. Координаты автоматически считываются в таблицу «**Позиционные районы СВРЭБ**» и каждому образцу автоматически присваивается идентификационный номер. После этого все образцы в составе СВРЭБ считаются заданными, информация по ним копируется в таблицу «**Органы управления противника**», так как эти образцы создают вредоносную нагрузку РССПД и приводят к снижению ее эффективности.

Особенностью задания образцов из состава СВРЭБ авиационного базирования является указание в ПР только наземного пункта дистанционного управления, а полет средств авиационного базирования задается указанием трех точек: центра эллипса (в основном указывается над территорией РССПД, но мо-

жет быть указан и над своей территорией) в виде координат «х» и «у», максимального отклонения по фронту («а») и по глубине построения РССПД («b»). Тогда местоположение образца техники РЭБ авиационного базирования из состава СВРЭБ в каждый момент времени рассчитывается по формулам [7]:

$$x = a \times \cos(t) \text{ и } y = b \times \sin(t).$$

После завершения ввода структуры СВРЭБ осуществляется ввод связей между элементами СВРЭБ. При этом считается: связь элементов СВРЭБ не может быть нарушена; она организуется в соответствии с указаниями оператора модели и обеспечивает оптимальное функционирование СВРЭБ; на пропускную способность связи в составе СВРЭБ ничего не влияет и не может ее снизить.

Таким образом, рассмотрен и описан алгоритм процедуры заполнения таблицы «**Позиционные районы СВРЭБ**», обеспечивающий ввод оператором состава и структуры СВРЭБ любого уровня рассмотрения и типа базирования.

ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА И СТРУКТУР РССПД И СВРЭБ

В процессе конфликтного взаимодействия РССПД и СВРЭБ осуществляется не только противоборство в спектре электромагнитных волн, но и физическое уничтожение ОУ в составе обеих сторон конфликта. Для учета возможностей по уничтожению любого ОУ в модель вводится таблица «**PORAG**», в которой в качестве строк рассматриваются все ОУ (и из РССПД, и из СВРЭБ) в составе модели, а в качестве столбцов отображаются тактовые моменты времени модели. При этом в качестве тактовых моментов времени рассматриваются времена начала каждого «**шага моделирования**». На пересечении указанных строк и столбцов оператор записываются, в соответствии с имеющимися априорными данными либо нули, либо единицы. При этом, ноль соответствует отсутствию попытки уничтожения ОУ, а единица – наличию такой попытки. При этом разыгрывается слу-

чайное число в интервале $[0;1]$. Если данное число будет меньше 0,1, то принимается решение о непоражении ОУ. Если разыгранное число будет принадлежать интервалу $[0,1; 0,5[$, то считается, что ОУ выведен из строя на время, равное половине характеристики «**максимальное время развертывания**», введенной в таблице «**Органы управления противника**».

Если разыгранное число будет принадлежать интервалу $[0,5; 0,9[$, то считается, что ОУ выведен из строя на время, равное характеристике «**максимальное время развертывания**», введенной в таблице «**Органы управления противника**», так как считается что ОУ подлежит вновь развертыванию. Если же разыгранное число будет больше 0,9, то считается что ОУ выведен из строя окончательно, не подлежит восстановлению. При этом считается, что вся информация на ОУ, для которого разыграно число в интервале $[0,5; 1]$ потеряна, все связи этого ОУ на время восстановления разорваны и не функционируют.

Еще одной динамической характеристикой ОУ в составе имитационной модели является его перегрузка, отображаемая в таблице «**PEREGRUZ**». Эта характеристика оценивает количество не переданных сообщений на ОУ, при котором данный ОУ считается выведенным из строя для приема информации, но функционирующим для ее передачи сообщений из своей памяти. Ее формирование, заполнение и функционирование будет рассмотрено в дальнейшей работе при описании сетевых алгоритмов.

Таким образом, рассмотрен и описан алгоритм процедуры заполнения таблиц, определяющий динамическое изменение состава и структур РССПД и СВРЭБ в составе имитационной модели их РЭК. Данный алгоритм обеспечивает ввод оператором модели характеристик по физическому поражению ОУ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, цель статьи достигнута, предложены методы розыгрыша состава и структур сторон, участвующих в конфликт-

ном взаимодействии и регламентируемых организационно-техническими нормативами. Кроме того, сформулированы и описаны в виде отдельных алгоритмов программы и таблицы имитационного моделирования динамики структуры сторон РЭК сложных эргатических систем. В настоящее время по сформированным описаниям получены программы, которые позволяют задавать на картографической основе структуры сложных эргатических систем любого уровня сложности и подчинения с указанием их связей и иерархии. Научная новизна статьи заключается в разработке информационной технологии розыгрыша состава и структур сложных систем, участвующих в Радиоэлектронном конфликте, осложненном физическим уничтожением элементов этих систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павловский М. В. Имитационное моделирование радиоэлектронного конфликта сложных эргатических систем: структура модели // Материалы XV Международной научно-методической конференции «Информатика: проблемы, методология, технологии» 12-13 февраля 2015 года. Т.1, с. 369 – 373, – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015. – С. 490.
2. Павловский М. В. Имитационное моделирование радиоэлектронного конфликта сложных эргатических систем: исходные данные / М. В. Павловский, Н. А. Тюкачев // Вестник Воронежского ун-та. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2015. – № 2.
3. Тарабрин В. К. «Справочное пособие по вооруженным силам иностранных государств (по материалам открытой печати». – Тамбов : 1084 Межвидовый учебный центр по подготовке младших специалистов и частей РЭБ, 2004.
4. Учебник сержанта воинских частей радиоэлектронной борьбы. – М. : Военное издательство, 2008. – 448 с.
5. Азов В. Концепция создания единой информационно-управляющей структуры ВС США // Зарубежное военное обозрение. – 2003. – №1.

6. *Молитвин А.* «О реализации концепции единого информационного пространства НАТО» // «Зарубежное военное обозрение». – 2008. – №1. – С. 23–27.

7. *Бронштейн И. Н.* Справочник по математике. Для инженеров и учащихся ВТУЗов /

И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. Издание третье, переработанное. – М. : «Государственное издательство технико-теоретической литературы», 1953.

Павловский Максим Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры Боевого применения средств радиоэлектронной борьбы (с наземными системами управления) Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж).

Тюкачев Николай Аркадиевич – кандидат физико-математических наук, заведующий кафедрой программирования и информационных технологий факультета компьютерных наук ВГУ.

Pavlovsky Maxim Viktorovich – Candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department of Combat use of electronic warfare (with ground control systems) Military training and research center of the air force «Air force Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin» (Voronezh).

Tkachev Nikolay A. – Candidate of Phys.-MD, Head of Programming and information technology Chair in computer science Department in Voronezh state University.