

Разработка программного обеспечения имитационного моделирования эффективности применения технических решений РЛС

77-30569/254905

03, март 2012

Нефедов С. И., Нефедова Ю. С., Слукин Г. П., Иватко Е. Ю.,
Каранкевич А. А.

УДК 621.396.96

НИИ РЭТ МГТУ им. Н.Э. Баумана

nefedov@bmstu.ru

yulia.yusova@mail.ru

i_egor_87@list.ru

anton_7c3@mail.ru

В настоящее время сложность радиолокационных систем (РЛС) достигла такого уровня, что оценка качества их работы или целесообразности применения тех или иных технических решений, алгоритмов, а также программного обеспечения практически всегда является нетривиальной задачей. В данной работе предлагается вниманию попытка создать интерактивную среду имитационного моделирования, позволяющую провести объективную оценку эффективности того или иного технического решения, используемого в РЛС, как автономно, так и в сочетании с другими решениями на начальном этапе проектирования радиолокационной станции.

Особенностью созданного программного комплекса является применение в нем подхода, сочетающего ситуационное моделирование с детальным описанием взаимодействия РЛС с наблюдаемым объектом на уровне электромагнитного поля [1, 2]. Модель РЛС представляется совокупностью совместно функционирующих структурных элементов, связанных единым алгоритмом и временной диаграммой работы и создаваемых в специализированной среде, входящей в программный комплекс. Тем самым достигается возможность ситуационно-зависимой объективной вероятностной оценки качества работы как радиолокационной станции в целом, так и использованных в ее составе технических решений в тех или иных условиях.

Программный комплекс в состоянии провести моделирование как для дуэльной ситуации, так и для ситуации отражения массированного удара противника, замыкая всю

модель через фоно-сигнальную обстановку, наблюдаемую информационными средствами, участниками боя.

Степень детализации модели радиолокационной системы доведена в комплексе до уровня электромагнитного поля. Т.е. на каждом шаге работы формируются отсчеты зондирующего сигнала передающего устройства системы. Далее рассчитывается сигнал на входе приемного модуля, проводится первичная обработка принятых данных, и решается задача обнаружения. Затем по полученным результатам принимается решение о дальнейшем поведении системы. Такая логика работы присуща не только исследуемой РЛС, но и радиоэлектронным средствам противника, в том числе системам радиотехнической разведки (РТР) и головкам самонаведения (ГСН) управляемых средств поражения. Результаты работы системы РТР оказывают влияние на работу средств радиоэлектронной борьбы (РЭБ) в целом, а результат работы ГСН определяет траекторию полета управляемых средств поражения и точность их попадания в район фазового центра излучения зондирующего сигнала. Для моделирования шумовой составляющей сигнала используется метод Монте-Карло. Все остальные события определяются из расчетов по детерминированным формулам в зависимости от конкретных параметров системы в данный момент времени моделирования.

Предлагаемый в работе подход обеспечивает возможность постоянного оценивания качества работы РЛС в процессе имитационного моделирования. Кроме того, он позволяет исследовать влияние отдельных параметров РЛС, например, таких как форма диаграммы направленности антенны или период следования импульсов в пачке, на конечный результат моделирования. В итоге появляются большие возможности по решению оптимизационных задач при проектировании радиолокационных систем для работы в условиях интенсивного воздействия со стороны противника.

На рис. 1 приведена разработанная укрупненная структурная схема программного комплекса имитационного моделирования эффективности применения технических решений в РЛС.

Схема содержит следующие блоки.

1. База данных параметров средств поражения, таких как типы летательных аппаратов, варианты и характеристики их оснащения, траектории, информация о наличии средств РТР и РЭБ, их параметры и др.

2. База данных параметров РЛС. Она содержит параметры основных структурных элементов РЛС: антенной системы, приемной системы, передающей системы и т.д.

3. Синхронизатор и генератор модельного времени (является согласующим звеном между другими подсистемами, отвечает за процесс моделирования и сбор всей информации, формируемой подсистемами).

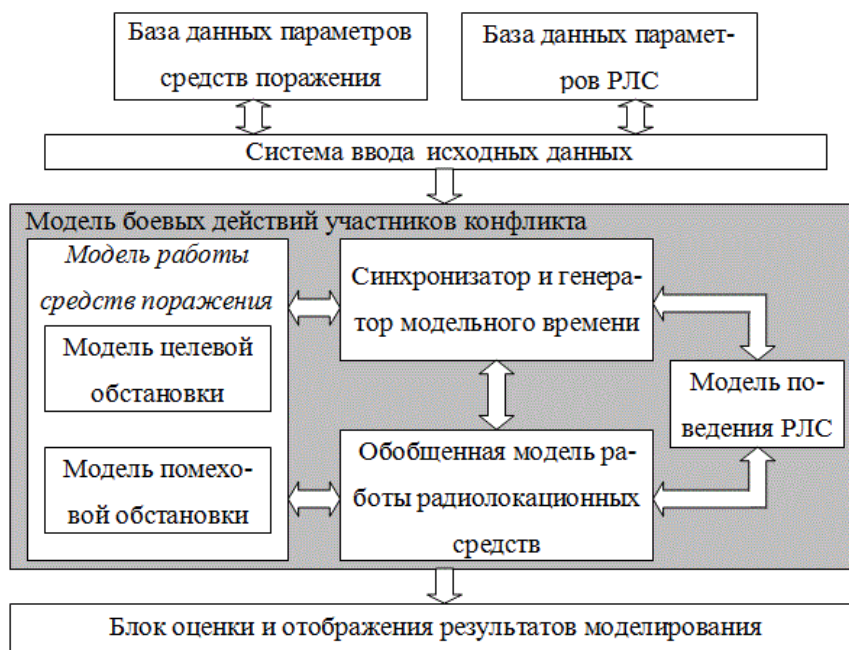


Рис. 1. Укрупненная структурная схема программного комплекса имитационного моделирования эффективности применения технических решений в РЛС

4. Блок оценки и отображения результатов моделирования (позволяет пользователю визуально наблюдать получаемые результаты в процессе проведения имитационного моделирования).

5. Модель работы средств поражения, включающая в себя

а) модель целевой обстановки (формирует в каждый момент времени моделирования информацию о положении всех средств поражения в пространстве);

б) модель помеховой обстановки (моделирует работу средств информационного подавления).

6. Модель поведения РЛС (определяет логику работы радиолокационных систем).

7. Обобщенная модель работы радиолокационных средств (осуществляет моделирование радиолокационного сигнала на входе приемника, алгоритмов его обработки и расчет характеристик РЛС).

Основной особенностью этой модели является то, что она представляет собой некий виртуальный конструктор, состоящий из набора структурных блоков, выполняющих различные математические операции или описывающих работу конкретных физических устройств. Каждый блок имеет входные и выходные порты,

чтобы соединять их между собой. Количество блоков в модели не ограничено, что позволяет собирать любую необходимую схему обработки радиолокационной информации.

Исходя из предлагаемого подхода к моделированию, работа модели поведения РЛС, а также моделей целевой и помеховой обстановки на текущем такте должна полностью определяться результатами расчетов в обобщенной модели работы радиолокационных средств.

В качестве простейшего примера на рис. 2 представлена собранная схема первичной обработки информации в обобщенной модели работы радиолокационных средств.

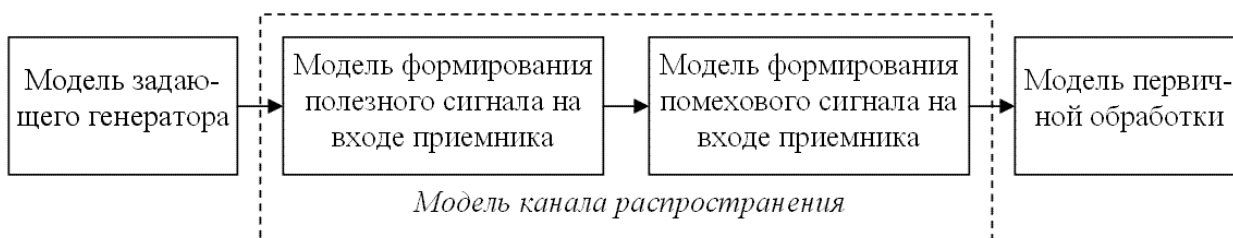


Рис. 2. Простейший пример схемы первичной обработки информации в обобщенной модели работы радиолокационных средств

В состав схемы входят следующие элементы.

1. Модель генератора зондирующего сигнала. Она формирует квадратуры зондирующего сигнала на выходе передатчика РЛС.

2. Модель формирования полезного сигнала на входе приемника. На основе зондирующих сигналов, поступающих на вход блока, он моделирует сигнал на входе приемника РЛС с учетом его распространения на трассе, рассеяния на различных препятствиях, таких как цели и пассивные помехи, и отражения от подстилающей поверхности.

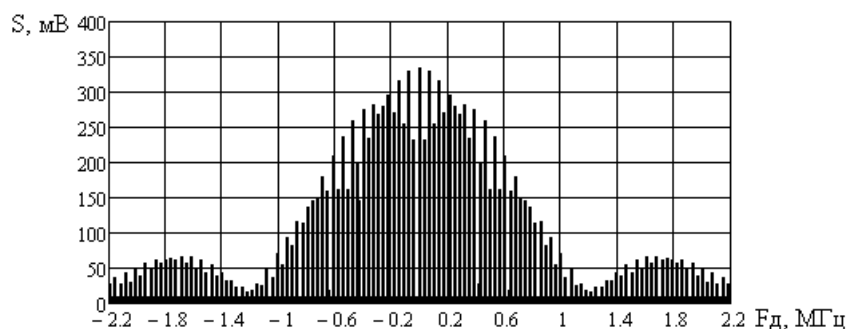
3. Модель формирования помехового сигнала на входе приемника. Она моделирует квадратуры помеховых сигналов на входе приемника РЛС, излучаемых в ее направлении станциями активных помех противника, и подмешивает их к квадратурам полезного сигнала.

4. Модель первичной обработки. По смеси полезного сигнала и помехи, поступающей на вход, блок осуществляет первичную обработку радиолокационной информации. На выходе блока формируются данные об обнаруженных целях и их координатах.

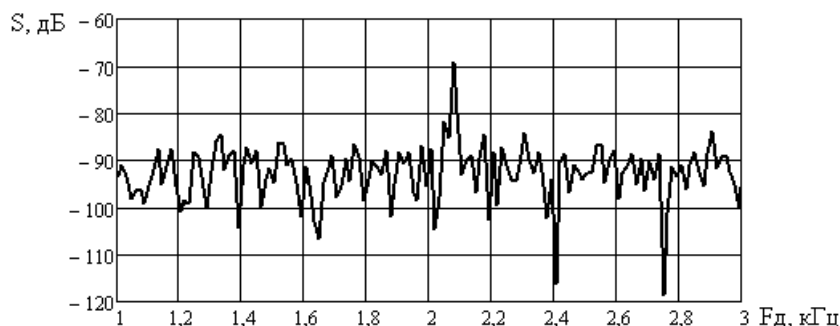
Структурный элемент в схеме может описываться несколькими блоками в модели, выполняющими одну и ту же задачу разными методами. Например, структурный элемент моделирования первичной обработки может описываться блоком согласованной фильтрации или блоком спектрального анализа. Однако на выходе обоих блоков будет содержаться информация о решении задачи обнаружения.

Показанная на рис. 2 схема обобщенной модели работы радиолокационных средств может использоваться как для моделирования работы РЛС, так и для радиолокационных средств противника (системы РТР или ГСН управляемых средств поражения). В этом случае в схему будут входить те же самые элементы с той лишь разницей, что она должна строиться согласно алгоритмам обработки информации в радиолокационных средствах противника, а также, что источником этой информации для них будет выступать зондирующий сигнал исследуемой РЛС, для чего в схему необходимо еще включить генератор зондирующего сигнала РЛС.

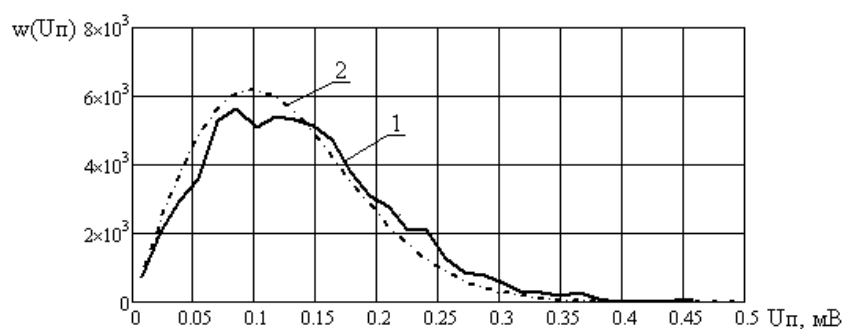
В качестве примера на рис. 3 показаны результаты моделирования работы радиолокационной станции, реализующей алгоритм обработки информации на рис. 2.



а) Спектр сигнала на выходе зондирующего генератора

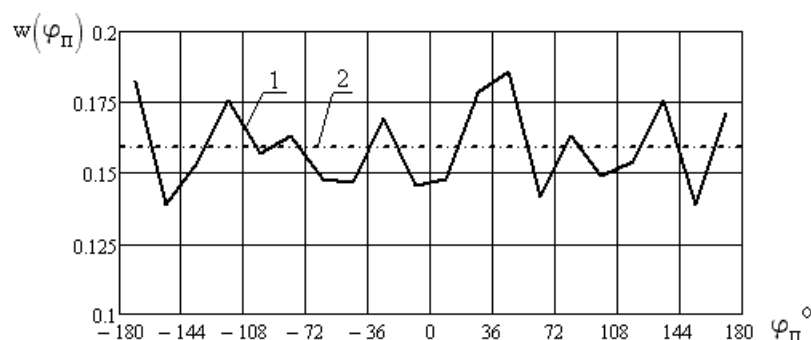


б) Спектр комплексной огибающей полезного сигнала, отраженного от цели



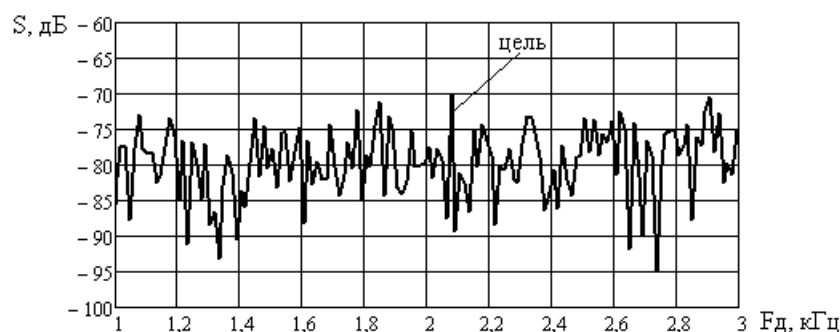
1 – теоретическая кривая, 2 – полученная при моделировании

в) Распределение плотности вероятности огибающей помехового сигнала



1 – теоретическая кривая, 2 – полученная при моделировании

г) Распределение плотности вероятности фазы помехового сигнала



д) Спектр огибающей сигнала на входе приемника РЛС, представляющего собой смесь полезного и помехового сигналов

Рис. 3. Результаты моделирования работы радиолокационной станции, реализующей алгоритм обработки информации на рис. 2

Объем вычислительных затрат на проведение имитационного моделирования с помощью рассматриваемого комплекса будет определяться сложностью применяемых алгоритмов обработки радиолокационной информации, а также от числа участников

военных действий. Для снижения времени расчета предусмотрен вариант запуска комплекса в сетевом варианте.

Созданное программное обеспечение позволяет проводить комплексное моделирование различных информационных средств как с целью оценки их информационных возможностей, так и с целью оценки применяемых в данных системах технических решений. Отдельно стоит отметить возможность применять рассматриваемый программный продукт в качестве среды, способной заменять в ряде случаев метод экспертных оценок при прогнозировании роли и места той или иной критической информационной технологии, применяемой при создании радиолокационных станций.

Список использованных источников:

1. Нефедов С.И., Юсова Ю.С., Шустиков В.Ю. Методика оценки живучести радиолокационных систем в условиях огневого и информационного подавления // Радиолокация, навигация, связь: Труды XV международной научно-технической конф. Воронеж. 2009. Т. 3. С. 1301 - 1305.

2. Исследование методов повышения живучести РЛС в условиях радиоэлектронного подавления и огневого поражения / С.И. Нефедов [и др.] // Радиолокация, навигация, связь: Труды XVI международной научно-технической конф. Воронеж. 2010. Т. 3. С. 1711-1717.

The development of software for efficiency simulation of technical solutions, used in radars.

77-30569/254905

03, March 2012

Nefedov S.I., Nefedova Yu.S., Slukin G.P., Ivat'ko E.Yu., Karankevich A.A.

Bauman Moscow State Technical University

nefedov@bmstu.ru

yulia.yusova@mail.ru

igor_87@list.ru

anton_7c3@mail.ru

The development of multipurpose software package for computer simulation is described in this article. This software allows objectively evaluating the effectiveness of any technical solution, used in radars. The structural scheme of the developed software and its components is considered. The results of the simple simulation are described.

Publications with keywords: [radar](#), [efficiency](#)

Publications with words: [radar](#), [efficiency](#)

References

1. Nefedov S.I., Iusova Iu.S., Shustikov V.Iu. Metodika otsenki zhivuchesti radiolokatsionnykh sistem v usloviakh ogneвого i informatsionnogo podavleniia [Methods of determining the survivability of radar systems under the conditions of fire and information suppression]. "Radiolokatsiia, navigatsiia, sviaz'" (RLNC-2009). *Trudy 15 Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf.* ["Radiolocation, Navigation, Communication" (RLNC-2009). Proc. 15th Int. Sci. and Tech. Conf.]. Voronezh, 2009, vol. 3, pp. 1301-1305.
2. Nefedov S.I., Nefedova Iu.S., Ivat'ko E.Iu., Karankevich A.A. Issledovanie metodov povysheniia zhivuchesti RLS v usloviakh radioelektronnogo podavleniia i ogneвого porazheniia [The study of methods to improve the survivability of radar under the conditions of electronic suppression and fire damage]. "Radiolokatsiia, navigatsiia, sviaz'" (RLNC-2010). *Trudy 16 Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf.* ["Radiolocation, Navigation, Communication" (RLNC-2010). Proc. 16th Int. Sci. and Tech. Conf.]. Voronezh, 2010, vol. 3, pp. 1711-1717.