

УДК 621.396.06

© В. В. Изранцев, Д. А. Шепета

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВНЕШНИХ СИГНАЛОВ БОРТОВЫХ ПРИБОРНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ

Обзор и формулировка требований к математическим моделям, применимым при формировании банка моделей стендово-имитационной среды, используемой при автоматизированном проектировании многофункциональных высокоточных бортовых приборных комплексов летательных аппаратов пятого поколения.

ВВЕДЕНИЕ

При проектировании бортовой аппаратуры летательных аппаратов пятого поколения одной из наиболее сложных задач является задача создания конструктивных и программно-математических модулей, стыкуемых в специально создаваемой стендово-имитационной среде, используемой для проектирования и испытания как отдельных модулей, так и всего комплекта бортового оборудования в целом [1, 2].

Задача создания стендово-имитационной среды по сложности сравнима с задачей создания самого оборудования летательного аппарата. Одним из важнейших аспектов создаваемой среды является разработка математических моделей и алгоритмов моделирования внешних сигналов, поступающих на входы приемных устройств бортовых локаторов. Аппаратура самолетов пятого поколения проектируется на основе нового концептуального подхода — аппаратурной интеграции, позволяющей динамически перераспределять ресурсы, что представляется наиболее ценным при обработке сигналов в условиях информационного конфликта [3–7].

Необходимость создания новых моделей внешней среды и, в частности, моделей электромагнитных сигналов, обусловленных отражением зондирующих сигналов от земли, моря, гидрометеоров, а также сигналов систем радиопротиводействия, диктуется новой концепцией проектирования аппаратуры. При проведении опытно-конструкторских работ (ОКР) стендово-имитационной среде отводится одно из основных мест, поскольку она используется на протяжении всего жизненного цикла аппаратуры — от замысла до испытания [1, 2].

1. ОБЗОР НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ПО СИНТЕЗУ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ СИГНАЛОВ НА ВХОДАХ ПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ БОРТОВЫХ ПРИБОРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Синтезу математических моделей электромагнитных сигналов, присутствующих на входах приемных устройств бортовых радиолокаторов, посвящено огромное множество научных работ. Эти работы можно разделить на две крупные группы: работы, в которых используются теоретические подходы к построению математических моделей сигналов, и работы, основанные на экспериментальных данных по отражениям радиолокационных сигналов от физических объектов.

Первая группа работ позволяет построить математические модели входных сигналов для широкого диапазона условий их наблюдения. При этом подобные модели имеют наиболее общий вид, который фактически не зависит от конкретных характеристик бортовых локаторов. Платой за подобную общность является упрощенность моделей, обусловленная необходимостью введения ограничений и допущений с целью получения замкнутых математических выражений, которые, собственно, и представляют эти модели [8–20].

Вторая группа работ, основанная на экспериментальных данных, позволяет синтезировать математические модели для частных условий наблюдения сигналов (как информационных, так и мешающих). Эти модели, являясь результатом эксперимента, со статистической точки зрения не противоречат ему, т.е. для этих условий эксперимента подобные модели представляют собой

статистические эквиваленты экспериментальных данных, что является их несомненным достоинством. Недостатком подобного подхода является необходимость проведения большого числа экспериментов для интересующих разработчика условий наблюдения сигналов. Кроме этого, результаты экспериментов зависят от конкретной аппаратуры, на которой проводились исследования [8, 11, 12, 18, 19, 21–24].

При разработке аппаратуры самолетов нового поколения разработчики предпочитают использовать работы второй группы, позволяющие проверить проектируемую аппаратуру на имитационных стендах [1, 2, 22, 25].

2. АНАЛИЗ КОНЦЕПЦИИ СОЗДАНИЯ АППАРАТУРЫ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ, ПРИНЦИПОВ ЕЕ ПОСТРОЕНИЯ И УСЛОВИЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

При создании аппаратуры самолетов нового поколения необходимо учитывать повышенные требования, предъявляемые к бортовым радиолокаторам. Наиболее важными требованиями, существенно влияющими на выбор математических моделей входных сигналов радиолокационных комплексов, являются: повышение точности локаторов по измеряемым координатам, многоканальность приемных устройств (в частности, при использовании активных фазированных антенных решеток), перестройка частоты зондирующих сигналов, применение сложных сигналов, в том числе со случайной модуляцией параметров [1, 2, 8, 16, 26].

С точки зрения создания математических моделей входных сигналов подобных локаторов это приводит к необходимости рассмотрения малых элементов пространственного разрешения. В этом случае многие предположения, принимаемые в теоретических работах по синтезу математических моделей, не выполняются. В частности, нельзя использовать физическую модель объекта в виде совокупности большого числа элементарных отражателей, которая приводила к моделям, использующим нормализацию статистических характеристик отраженных сигналов (модели Рэлея, Райса и т.п.). Кроме этого, также невозможно применять и законы геометрической оптики, которые наиболее часто используются при построении математических моделей отраженных сигналов в инженерной практике радиолокации [8–16, 18, 19, 22, 25, 27, 28].

При синтезе математических моделей входных информационных и мешающих сигналов для аппаратуры самолетов пятого поколения особенно зондирующего сигнала (высокая разрешающая

способность, модуляция параметров и т.д.) приводят к необходимости учета при отражении электромагнитных волн таких эффектов, как многократные переотражения зондирующего сигнала, эффекты затенения, поглощения и т.д. В этом случае единственно надежными моделями являются модели, основанные на эмпирических зависимостях, построенных по экспериментальным данным [8, 11, 12, 18–20, 22–24].

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К МАТЕМАТИЧЕСКИМ МОДЕЛЯМ СИГНАЛОВ, ОПИСЫВАЮЩИМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНУЮ ОБСТАНОВКУ НА ВХОДАХ ПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Математические модели сигналов и помех, которые должны использоваться для математического и полунатурного моделирования аппаратуры самолетов нового поколения (характеризующейся высокой точностью, разрешающей способностью, многоканальностью), являются принципиально негауссовыми и многомерными (нормальная модель должна быть включена лишь как частный случай общей негауссовой модели) [5, 6, 8, 11, 12, 17, 18, 20, 22, 25, 26, 29, 30].

Основные требования к математическим моделям сигналов и помех, используемым для моделирования аппаратуры самолетов пятого поколения, сводятся к следующему:

- модель информационного сигнала должна отражать взаимные корреляционные связи между параметрами информационных сигналов, а также корреляционные связи между каналами обработки;
- модель помех от подстилающей поверхности земли или моря, а также модель помех обусловленных отражениями локационного сигнала от гидрометеоров, должны учитывать пространственно-временные, корреляционно-спектральные характеристики эхосигналов;
- законы распределения параметров информационного сигнала и мешающих воздействий — негауссовские, гауссовская модель должна быть включена в общий банк моделей лишь как частный случай;
- помехи являются нестационарными во времени и анизотропными в пространстве, что необходимо учитывать при создании банка математических моделей [1, 22, 25].

Требование помехозащищенности аппаратуры нового поколения при действии активных помех также предъявляет специфические требования и к построению математической модели внешней среды, которая может быть сугубо нестационарной

[3–8, 16, 26]. Все это приводит к тому, что традиционные методы синтеза математических моделей сигналов и помех, а также методы разработки имитаторов и испытательных стендов не могут быть использованы непосредственно, поскольку изменение «размерности» задачи приводит к принципиально новым концептуальным подходам при ее решении. Кроме того, требование моделирования сигналов и помех в реальном масштабе времени предъявляет повышенные требования к эффективности машиноориентированных алгоритмов имитации этих сигналов.

4. АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПО ОТРАЖЕНИЯМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ СИГНАЛОВ ОТ ПОДСТИЛАЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗЕМЛИ, МОРЯ И ОТ ГИДРОМЕТЕОРОВ

Экспериментальные данные по статистическим характеристикам радиолокационных сигналов, отраженных от поверхности земли, моря и гидрометеоров, приведены во многих источниках [8–12, 14, 15, 17–19, 21–24].

Результаты анализа приводят к выводу о том, что в качестве математических моделей, описывающих распределение огибающей такого сигнала, чаще всего используется логарифмически-нормальное распределение. Это распределение применяется для описания огибающей сигнала не только для морской поверхности (с конца 60-х годов), но и для земной поверхности и гидрометеоров, что является следствием высокой разрешающей способности бортовых локаторов самолетов нового поколения. Этот факт позволяет унифицировать по видам функций плотностей распределения математические модели естественных пассивных помех [8, 11, 12, 18, 20, 22, 27].

При описании корреляционно-спектральных характеристик отраженных сигналов необходимо учитывать тип сигнала. Для логарифма огибающих эхо-сигналов морской поверхности функциональный вид корреляционных зависимостей достаточно хорошо аппроксимируется набором экспоненциальных и экспоненциально-косинусных кривых [22]. Для огибающей отражений от гидрометеоров наиболее подходит колоколообразный вид корреляционной функции (типа гауссовой кривой) [8–10, 14, 15, 19]. Для огибающей сигналов, отраженных земной поверхностью, в зависимости от типа поверхности используются обе функциональные зависимости [8, 11, 12, 19].

При описании эхо-сигналов естественных пассивных помех необходимо учесть пространственно-временную корреляцию сигналов, а также взаимную корреляцию входных сигналов в каналах приемных устройств бортовых локаторов. Подоб-

ный учет приводит к необходимости моделирования не просто негауссовых процессов, а негауссовых полей, что может существенно усложнить синтез алгоритмов моделирования и снизить их эффективность (из-за увеличения размерности задачи) [20, 22, 24]. Вопросы синтеза эффективных машиноориентированных алгоритмов моделирования негауссовых коррелированных полей мало освещены в научной литературе и требуют отдельной проработки [20, 22, 24].

5. АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПОМЕХ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ОДНОВРЕМЕННОЙ РАБОТЕ НЕСКОЛЬКИХ ОДНОТИПНЫХ БОРТОВЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Вопросы электромагнитной совместимости аппаратуры самолетов нового поколения приобретают особую важность, поскольку подобный радиоэлектронный комплекс содержит большое количество передающих устройств, которые могут мешать работе друг друга посредством влияния через боковые лепестки диаграмм направленности передающих и приемных антенных систем [3–5, 7, 22].

При рассмотрении математических моделей таких помех необходимо учитывать источник их возникновения, а именно, при рассмотрении работы отдельной системы помехи от однотипного радиоэлектронного комплекса следует разделить на две группы: помехи от аналогичной системы и помехи от других систем. При построении моделей помех от аналогичных систем следует учитывать характер зондирующего сигнала, что приводит к рассмотрению «подобных помех», т. е. помех, по своей структуре подобных входным сигналам рассматриваемой системы, но со случайными информационными параметрами. При построении математических моделей помех от других систем их можно рассматривать как некоторую смесь шумовых, хаотических импульсных и квазидетерминированных импульсных псевдопериодических сигналов [3, 4, 6, 22].

Математические модели для этого вида помех фактически по статистическим характеристикам могут быть отнесены к внешним активным преднамеренным помехам, для которых можно принять гипотезу квазистационарности во времени. При этом необходимо учесть возможность модуляции мощности этого вида помех многоканальными антенными устройствами бортовых локаторов аппаратуры нового поколения.

Синтез алгоритмов моделирования такого рода помех не представляет принципиальных трудностей, однако вопросы повышения эффективности

машиноориентированных алгоритмов моделирования в реальном времени могут потребовать поиска новых математических подходов к решению этой проблемы [22, 20, 24, 29, 30].

6. АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК И ТАКТИКИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕДНАМЕРЕННЫХ ПАССИВНЫХ И АКТИВНЫХ ПОМЕХ

Преднамеренные помехи с точки зрения синтеза алгоритмов их моделирования можно разделить на две группы: пассивные и активные. Пассивные помехи включают облака дипольных отражателей и «ложные цели». Облака дипольных отражателей относятся к объемно-распределенным помехам, и их эхо-сигналы по своим статистическим характеристикам близки к характеристикам метеообразований. При этом для высокоточных локаторов в качестве закона распределения огибающей эхо-сигнала от облаков диполей можно использовать как закон Рэлея, так и логарифмически-нормальный закон [3, 6, 8].

Особенностью корреляционных характеристик этого вида помеховых сигналов является возможность их аппроксимации корреляционными функциями, соответствующими корреляционным функциям квазистационарных процессов (с медленно меняющимися параметрами). В качестве аппроксимирующих кривых можно использовать функциональный вид корреляционных функций огибающих эхо-сигналов метеообразований. По тактике применения этот вид помех применяется как для ослабления информационного сигнала (из-за эффекта экранировки), так и для ухудшения отношения сигнал/помеха за счет переотражений зондирующего сигнала [8, 10, 14, 15, 17–19, 21, 24, 27].

Математические модели ложных целей фактически ничем, кроме численных значений параметров, не отличаются от моделей информационных сигналов.

Относительно активных помех. Здесь возможны любые виды помех, различающиеся статистическими характеристиками. Однако наиболее интересными с точки зрения исследования устойчивости алгоритмов обработки к изменению плотности распределения помех являются помехи с утяжеленными хвостами распределения, которые могут быть описаны моделью Тьюки или в более общем виде моделью Хьюбера. Этот вид помех характеризуется нестационарностью во времени и анизотропностью в пространстве, что и создает определенные трудности при защите от них [3, 4, 6, 7, 25, 26, 22].

При применении активных помех с целью повышения их эффективности станциям—поставщикам помех необходимы перерывы в работе,

необходимые для анализа электромагнитной обстановки. Таким образом, активные помехи должны представлять собой прерывистый случайный процесс, содержащий временные интервалы, свободные от помех [3, 4, 6, 7, 22, 25, 26].

7. РАЗРАБОТКА МНОГОМЕРНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ НА ВХОДАХ ПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ БОРТОВЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Анализ статистических характеристик входных сигналов бортовых приборных комплексов самолетов пятого поколения показывает, что при создании математической модели электромагнитной обстановки необходимо учесть наличие информационных сигналов, сигналов, отраженных от поверхностей земли и моря, эхо-сигналов метеообразований, сигналов искусственно организованных активных и пассивных помех [1, 2, 16, 22, 25].

При этом в качестве основного закона распределения огибающей сигнала целесообразно использовать многомерный логарифмически-нормальный закон распределения, которым можно аппроксимировать законы распределения огибающих эхо-сигналов земной поверхности, моря, метеообразований, облаков дипольных отражателей, активных помех с утяжеленными хвостами, а также эхо-сигналов ложных целей. Различные виды помех будут иметь разные численные значения параметров сигналов и разные функциональные зависимости этих параметров от условий наблюдения и характеристик бортовых локаторов [8, 11, 12, 18, 22, 29, 30].

Для аппроксимации корреляционных зависимостей входных сигналов необходимо учитывать как пространственно-временную корреляцию, так и корреляцию между сигналами разных каналов многофункциональных многоканальных локационных комплексов. Это приводит к необходимости моделирования не просто случайных процессов (в том числе и векторных), а к моделированию случайных полей (матриц) при одноканальном приеме и к моделированию случайных объемных полей (параллелепипедов) при многоканальном приеме [21, 10, 15, 22, 24, 29, 30].

В качестве кривых, аппроксимирующих корреляционные кривые прологарифмированных огибающих случайных процессов, целесообразно использовать суммы экспоненциальных и экспоненциально-косинусных зависимостей [22, 29, 30]. В этом случае моделирование электромагнитной обстановки сводится к моделированию нестационарных во времени и анизотропных в пространстве нормальных полей с последующим нелинейным

преобразованием отдельных значений пространственного поля [22, 24, 29, 30]. Подобный прием позволяет построить эффективные машиноориентированные алгоритмы имитации случайной электромагнитной обстановки на входах многоканальных приемных устройств бортовых локоаторов самолетов пятого поколения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При создании стендово-имитационной среды для отработки аппаратуры бортовых радиоэлектронных приборных комплексов летательных аппаратов пятого поколения необходимо формирование банка математических моделей внешних сигналов, присутствующих на входах приемных устройств бортовых локоаторов. Этот банк должен содержать многомерные математические модели флюктуаций локационных сигналов, отраженных от поверхности земли, моря и от гидрометеоров, учитывающие негауссовый характер флюктуаций, пространственную и временную корреляции, а также изменение статистических характеристик флюктуаций при изменении радиолокационных условий наблюдения отраженных сигналов, изменении конфигурации или параметров бортового приборного комплекса.

При формировании банка математических моделей внешних сигналов необходимо учитывать, что эти модели должны быть построены по экспериментальным данным с учетом условий получения данных, аппаратуры их регистрации и методов обработки. Кроме того, математические модели, являясь статистическими аналогами экспериментальных данных, должны позволять многократно воспроизводить эксперимент, причем не только для тех условий, для которых этот эксперимент был проведен, но и для других «близких» условий при соответствующем пересчете параметров моделей для исследуемых условий наблюдения сигналов.

Если при формировании банка математических моделей внешних сигналов ограничиться использованием многомерных логарифмически-нормальных плотностей распределения, то возможно создание автоматизированной методики синтеза математических моделей входных сигналов. Подобный программный продукт, оформленный в виде пакета прикладных программ, может найти применение не только при разработке стендово-имитационной среды для моделирования бортовой аппаратуры самолетов пятого поколения, но и более широкое применение, в частности при постановке «машинных» экспериментов при отработке новых алгоритмов работы приборных комплексов в других приборостроительных научно-технических отраслях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андросов В.А., Епатко И.В. Задачи и принципы построения стендово-имитационной среды для отработки интегрированных комплексов бортового оборудования // Радиотехника. № 9. 1996. С. 120–123.
2. Исаев С.А., Кондратенков Г.С. Цифро-натурные и летно-модельные методы испытания КБО // Радиотехника. № 9. 1996. С. 124–128.
3. Атражнев М.П., Ильин В.А., Марьин Н.П. Борьба с радиоэлектронными средствами. М.: Военное издательство министерства обороны СССР, 1972. 272 с.
4. Вакин С.А. Шустов Л.Н. Основы радиопротиводействия и радиотехнической разведки. М.: Сов. радио, 1968. 444 с.
5. Дмитриев Ф. Высокоточное оружие США и НАТО // Зарубежное военное обозрение. 1984. № 8. С. 7–14.
6. Защита от радиопомех / Ред. М.В. Максимова. М.: Советское радио, 1976. 492 с.
7. Палий А.И. Радиоэлектронная борьба. М.: Воениздат, 1981. 320 с.
8. Бакулев П.А. Степин В.М. Методы и устройства селекции движущихся целей. М.: Радио и связь, 1986. 288 с.
9. Борисов Ю.П. Математическое моделирование радиосистем. М.: Сов. радио, 1976. 296 с.
10. Елисеев А.А., Прусова Л.Н., Шенета А.П. Математические модели эхо-сигналов от объемно-распределенных объектов адаптивных локационных систем кругового обзора // Тезисы докладов Всесоюзного совещания-семинара «Гибкие автоматизированные производственные системы». Л., 1984.
11. Калмыков А.И., Фукс И.М. Проблемы рассеяния радиоволн подстилающей поверхностью в задачах дистанционного зондирования // Международная НТК «Modern Radar»: Труды конференции (доклады). Киев, 1994. Вып. 1, С. 10–15.
12. Кулемин Г.П. Радиолокационные помехи от моря и суши РЛС сантиметрового и миллиметрового диапазонов // Там же. С. 23–29.
13. Лобкова Л.М. Распространение радиоволн над морской поверхностью. М.: Радио и связь, 1991. 256 с.
14. Модель изменения параметров спектральной плотности эхо-сигналов от метеорообъектов для обзорных РЛС / Лапа В.К., Прусова Л.Н. и др. // Вопросы радиоэлектроники. Сер. ОВР. 1987. Вып. 7. С. 65–76.
15. Мощность и корреляционные функции межпериодных флюктуаций отраженных от облаков сигналов в РЛС с косекансной диаграммой направленности антенны / Лана В.К.,

- Прусова Л.Н. и др. // Вопросы радиоэлектроники. Сер. ОТ. 1988. Вып. 14. С. 67–78.
16. Помехоустойчивость информационных радиосистем управления / Под ред. Охонского А.Г. М.: Изд-во МГАП «Мир книги», 1993. 216 с.
 17. Селекция и распознавание на основе локационной информации / Под ред. Горелика А.Л. М.: Радио и связь, 1990. 240 с.
 18. *Тверской Г.Н., Терентьев Г.К., Харченко И.П.* Имитаторы эхо-сигналов судовых радиолокационных станций. Л.: Судостроение, 1973. 228 с.
 19. *Финкельштейн М.И.* Основы радиолокации. М.: Сов. Радио, 1973. 496 с.
 20. *Шелухин О.И., Беляков И.В.* Негауссовские процессы. СПб.: Политехника, 1992. 312 с.
 21. *Бесекерский В.А., Прусова Л.Н., Шенета А.П.* Разработка модели пассивных помех и методов их подавления в обзорных радиолокаторах // Статистический анализ и синтез информационных систем. Л.: ЛЭИС. 1987.
 22. *Оводенко А.А., Култышев Е.И., Шенета А.П.* Бортовая радиоэлектронная аппаратура. М.: Изд-во МПИ, 1989. 335 с.
 23. Справочник по радиолокации / Под ред. Скольника М. М.: Сов. Радио, 1977. Т. 2.
 24. *Шалыгин А.С., Палагин Ю.И.* Прикладные методы статистического моделирования. Л.: Машиностроение, 1986. 320 с.
 25. *Изранцев В.В. и др.* Управление движущимися объектами: Учебное пособие. М.: Изд-во МГАП «Мир книги», 1994. 425 с.
 26. *Мармузов С.П., Пугачева Т.М., Фукс М.М.* Методы обработки сигналов на фоне мешающих воздействий с априорно неизвестными характеристиками. Л.: Судостроительная промышленность, 1988. Вып. 14. С. 90–93.
 27. *Andrienko V.B., Shepeta A.P.* The Questions on Hard- and Software Design to Avoid Conflicts in Flight Control Automatic System // International Symposium on Problems of Modular Information Computer Systems and Networks. Abstracts. Moscow – St.-Petersburg, 1997. P. 40.
 28. *Isakov V.I., Orlov A.P., Prusova I.N.* Methods of F Raise of an Exactitude in Correlative-Navigation Extreme Systems // International Symposium on Problems of Modular Information Computer Systems and Networks. Abstracts. Moscow – St.-Petersburg, 1997. P. 61.
 29. *Шенета А.П.* Синтез нелинейных формирующих фильтров для моделирования входных сигналов локационных систем // Международная НТК «Modern Radar»: Труды конференции (доклады). Киев, 1994. Вып. 1. С. 81–85.
 30. *Izrantsev V.V., Kosenkov A.M., Shepeta D.A.* Algorithms for Generating the Non-Gaussian Series with the Given Correlation Characteristics // International Symposium on Problems of Modular Information Computer Systems and Networks. Abstracts. Moscow – St.-Petersburg, 1997. P. 58.
- Государственный университет аэрокосмического приборостроения, Санкт-Петербург*
- Материал поступил в редакцию 12.04.2000.

INPUT SIGNAL SIMULATION FOR THE AIRBORNE INSTRUMENT SYSTEMS OF THE 5-TH GENERATION AIRCRAFTS

V. V. Izrantsev, D. A. Shepeta

State University of Space Instrumentation, Saint-Petersburg

The paper presents a review and formulation of the requirements to the mathematical models applied to create a model set for a test-simulation environment used for automated design of multi-purpose high-precision airborne instrument systems of the 5-th generation aircrafts.