УДК 519.814: 512.642: 517.98

DOI 10.21685/2307-4205-2016-4-4

# АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ И ПОЛОЖЕНИЙ ТЕОРИИ СТАТИСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ И ТЕОРИИ ВЕКТОРНОГО СИНТЕЗА ДЛЯ ЗАДАЧ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

А. К. Гришко

### *Введение*

Основной задачей теории векторного синтеза (ТВС) систем является выбор оптимальной структуры системы и ее параметров [1]. Но вопросы поиска оптимальных решений являются основным содержанием и целого ряда теорий, в том числе теории игр, теории статистических решений (ТСР) и теории исследования операций [2–5]. Поэтому для дальнейшего развития общей теории принятия решений, а также для углубленного развития каждой частной теории представляет большой интерес сравнительный анализ этих частных теорий и их взаимное обогащение.

В статье сравниваются основные положения ТВС и ТСР, поскольку обе эти теории имеют большое значение для весьма широкого спектра задач радиотехники и электроники.

### *Основные положения теории статистических решений*

Важные положения ТСР удобно сформулировать следующим образом. Наблюдается совокупность $y = \{y_1, \ldots, y_n\}$ случайных величин, имеющих известное условное распределение (плотность вероятности) $P(y|x)$, зависящее от неизвестного (случайного или детерминированного) параметра (или совокупности неизвестных параметров) $x$. Требуется на основе выборки $y$ вынести решение $Y$ о значении параметра $x$ по некоторому правилу $\Delta(Y \mid x)$. Для оценки качества решения вводится неотрицательная функция потерь $I(x,Y)$, назначающая потери, соответствующие различным комбинациям значений $x$ и $Y$ [4, 6].

Качество решения характеризуется условным (при данном $x$) математическим ожиданием потери $I(x,Y)$, т.е. величиной $R_x$, называемой условным риском [7–9]:

$$R_x = \iint\limits_{GY} I(x, Y) P(y \mid x) \Delta(Y \mid x)\, dY dy, \tag{1}$$

где $G$ и $Y$ – области возможных значений $Y$ и $y$. Очевидно, условный риск является функцией как $x$, так и правила решения $\Delta(Y|x)$, поэтому удобно применять следующие обозначения:

$$R_x = R_x(\Delta) = f_\Delta(x). \tag{2}$$

Отсюда следует, что качество каждого правила решения характеризуется не числом, а некоторой функцией $x$. При этом разным правилам $\Delta$ в общем случае соответствует различный вид этой функции (рис. 1, 2).

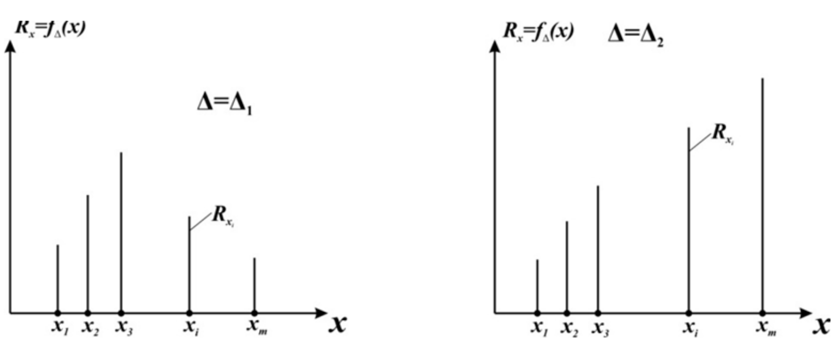


Рис. 1. Вид функции качества правила решения для дискретной величины

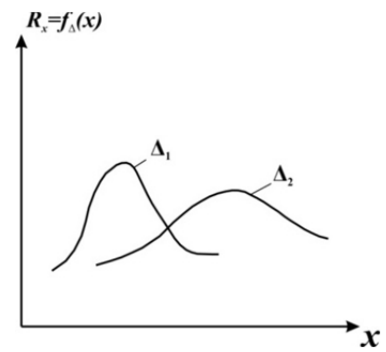


Рис. 2. Вид функции качества правила решения для непрерывной величины

Правило $\Delta_2$ считается равномерно лучшим правила $\Delta_1$, если выполняется условие

$$R_x(\Delta_2) \le R_x(\Delta_1). \tag{3}$$

Для всех $x \in X$, где $X$ – область возможных значений параметра $x$, в том числе хотя бы для одного значения $x$, последнее неравенство (3) выполняется строго [10–12].

Правило решения $\Delta$ считается приемлемым, если среди множества $M_д$ всех возможных (допустимых) правил не существует правила $\Delta^*$, равномерно лучшего, чем $\Delta$. В противном случае правило $\Delta$ считается неприемлемым. Класс (множество) правил решений, содержащий все приемлемые правила и, быть может, некоторые неприемлемые, называется полным классом [13, 14]. Если полный класс не содержит ни одного неприемлемого правила, то он называется минимальным полным классом [15, 16].

Используя для оценки качества правила решения функцию (2), возможно отсеять неприемлемые правила, но невозможно решить, какое из приемлемых правил является оптимальным (наилучшим). Поэтому для выбора оптимального правила решения необходимо применить какой-либо дополнительный критерий предпочтения. В ТСР в качестве такого критерия часто применяется минимаксный критерий [17, 18], т.е. наилучшим признается такое правило решения $\Delta_м$, которое удовлетворяет условию

$$\begin{cases} \max\limits_x R_x(\Delta_м) \le \max\limits_x R_x(\Delta), \\ \text{для всех } x \in X,\ \Delta \in M_д. \end{cases} \tag{4}$$

В тех случаях, когда известно априорное распределение $P(x)$ неизвестного параметра $x$, качество правила решения $\Delta(Y \mid x)$ может оцениваться средним риском

$$R = \int\limits_X P(x) R_x(\Delta) dx. \tag{5}$$

Если $x$ может принимать лишь дискретные значения $x_1, \dots, x_m$, то интеграл (5) превращается в сумму

$$R = \sum_{i=1}^{m} P(x_i) R_{x_i}(\Delta). \tag{6}$$

Оптимальным считается такое правило решения $\Delta^*$, при котором средний риск $R$ минимален. Это правило решения называется байесовым [17–19].

В ТСР доказывается, что при выполнении некоторых сравнительно слабых ограничений на функции $P(x)$, $P(y|x)$, $I(x, Y)$ справедливы следующие положения:

1) если байесово правило решения единственно, то оно приемлемое;

2) класс байесовых правил решения, соответствующих всем возможным видам распределения $P(x)$, является полным классом;

3) если минимальное правило решения единственно, то оно приемлемое;

4) байесово правило решения $\Delta^*$, при котором условный риск $R_x(\Delta^*)$ не зависит от $x$, является минимаксным правилом решения.

Если наложить на функцию распределения $P(x)$ дополнительное требование положительности (вместо очевидного требования отрицательности), то первых два положения принимают следующий вид:

– байесово правило решения – приемлемое;

– класс байесовых правил решения, соответствующих различным видам распределения $P(x)$, является минимальным полным классом.

***Основные положения теории векторного синтеза***

Качество синтезируемой системы $S$ характеризуется совокупностью (вектором)

$$K = \{k_1, \ldots, k_i, \ldots, k_m\} \tag{7}$$

стандартных показателей качества $k_i = k_i(S),\ (i = \overline{1,m})$. Вводится безусловный критерий предпочтения (БКП), в соответствии с которым система $S^{"}$ считается лучшей, чем $S^{'}$, если

$$K(S^{"}) \le K(S^{'}), \tag{8}$$

т.е.

$$k_i(S^{"}) \le k_i(S^{'}) \tag{9}$$

для всех $i$, в том числе хотя бы для одного из значений номера $i$ неравенство (9) выполняется строго.

Множество $M_д$ всех возможных систем (вариантов построения системы), удовлетворяющих совокупности исходных условий и ограничений, называется множеством допустимых систем. Система $S \in M_д$ называется нехудшей, если в множестве $M_д$ не существует безусловно лучшей системы. В противном случае система $S$ называется худшей. В $m$-мерном пространстве показателей качества $k_1, \ldots, k_m$ множествам $M_д$, $M_{нх}$, $M_х$ допустимых, нехудших и худших систем соответствуют множества допустимых, нехудших и худших точек.

БКП позволяет отсеять (исключить из дальнейшего рассмотрения) худшие системы (точки), но не позволяет выбрать одну из множества нехудших систем (точек). Поэтому для выбора оптимальной системы требуется в общем случае ввести какой-либо дополнительный – условный критерий предпочтения.

Если можно, исходя из назначения синтезируемой системы, ввести результирующий показатель качества $k_p$, являющийся известной функцией

$$k_p = f_р(k_1, \ldots, k_m) \tag{10}$$

показателей качества $k_1, \ldots, k_m$, такой, что чем меньше $k_p$, то тем лучше система, то оптимальной можно считать систему, у которой совокупность (вектор) $\{k_1, \ldots, k_m\}$ показателей качества удовлетворяет условию

$$k_p = f_р(k_1, \ldots, k_m) = \min. \tag{11}$$

Из определения показателей качества $k_1, \ldots, k_m$ и $k_p$ следует, что зависимость функции $k_p$ от каждого из ее аргументов при фиксированных (но произвольных в пределах области $M_д$) значениях остальных $(m-1)$ аргументов является монотонно возрастающей.

В частном случае зависимость (10) может быть линейной, при этом критерий (11) принимает вид

$$k_p = c_1 k_1^{'} + \ldots + c_i k_i^{'} + \ldots + c_m k_m^{'} = \min_{S \in M_{\text{д}}}, \tag{12}$$

где

$$c_i > 0, i = \overline{1,m}\,,\ \sum_{i=1}^{m} c_i = 1\,;\ k_i^{'} = k_1 / k_{i_M}\,,\ i = \overline{1,m}, \tag{13}$$

где $k_{i_M}, (i = \overline{1,m})$ – максимально допустимые (с точки зрения назначения системы) значения показателей $k_i, (i = \overline{1,m})$. Величины $1/k_1^{'}, \ldots, 1/k_m^{'}$ показывают, во сколько раз значения показателей качества $k_1, \ldots, k_m$ меньше их максимально допустимых значений, т.е. характеризуют «запасы» значений соответствующих показателей качества. Критерий (12) в дальнейшем называется весовым.

Однако во многих случаях вид функции (10) или значения весов в критерии (12) не могут быть достаточно обоснованы. В таких случаях одной из возможностей является применение минимаксного критерия, т.е. выбор в качестве оптимальной такой системы $S_{\text{м}}$, для которой выполняется неравенство

$$k_{\text{макс}}^{'}\left(S_{\text{м}}\right) \le k_{\text{макс}}^{'}\left(S\right), \tag{14}$$

где для всех $S \in M_{\text{д}}$, где $k_{\text{макс}}^{'} = \max\limits_{i}(k_1^{'}, \ldots, k_i^{'}, \ldots, k_m^{'})$ – наибольший из нормируемых показателей качества $k_1^{'}, \ldots, k_i^{'}, \ldots, k_m^{'}$. Минимаксный критерий обеспечивает получение наименьшего значения наибольшего из нормированных показателей качества $k_1^{'}, \ldots, k_m^{'}$, т.е. наибольшего значения наименьшего из запасов в показателях качества.

С учетом основных свойств нехудших систем были доказаны следующие основные положения:

1. Система $S$, обращающая в минимум результирующий показатель качества $k_p$ (в частности, система, минимизирующая сумму показателей качества $k_1^{'}, \ldots, k_m^{'}$), является нехудшей системой.

2. Если решение (система $S$), удовлетворяющее минимаксному критерию (14), является единственным, то оно нехудшее (система $S$ – нехудшая система).

3. Если среди множества $M_{\text{нх}}$ нехудших систем, имеется система $S$, для которой выполняется условие

$$k_1^{'} = k_i^{'} = \ldots = k_m^{'}, \tag{15}$$

т.е. имеет место равенство запасов, то эта система удовлетворяет минимаксному критерию (14) и, следовательно, является минимаксной системой $S_{\text{м}}$.

4. При выполнении некоторых условий множество решений, получаемых на основе весового критерия (12) при всех возможных комбинациях весов $c_i$, $(i = \overline{1,m})$, совпадает с множеством $M_{\text{нх}}$ всех нехудших систем, т.е. содержит все нехудшие и притом только нехудшие системы.

### *Сравнительный анализ положений ТСР и ТВС*

В ТВС понятие «система *S*» играет такую же роль, как «правило решения $\Delta\left(Y \mid x\right)$» в ТСР.

В ТСР качество правила решения характеризуется функцией качества – условным риском $R_x\left(\Delta\right) = f_{\Delta}(x)$.

В случае дискретного $x$ эта функция качества вырождается в $m$-мерный вектор качества (см. рис. 1):

$$R_x = \left\{R_{x_1}, \ldots, R_{x_i}, \ldots, R_{x_m}\right\}. \tag{16}$$

В ТВС качество системы характеризуется $m$-мерным вектором качества:

$$K = \left\{k_1, \ldots, k_i, \ldots, k_m\right\}. \tag{17}$$

Следовательно, в случае дискретного $x$ между ТСР и ТВС в этом смысле наблюдается полная эквивалентность.

Если $x$ – непрерывная величина (см. рис. 2), то функцию качества $R_x(\Delta) = f_\Delta(x)$ можно приближенно аппроксимировать конечным числом $m$ ее ординат $R_{x_1}, \ldots, R_{x_m}$ (рис. 3), т.е. заменить вектор качества (16), где $m \gg 1$.

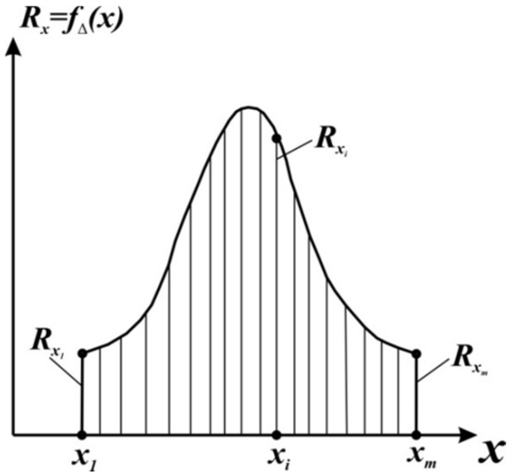


Рис. 3. Вид аппроксимированной функции качества правила решения

Следовательно, в случае непрерывного $x$ между показателями качества, применяемыми в современных ТСР и ТВС, имеется лишь приближенная эквивалентность и при условии, когда в ТВС число показателей качества велико ($m \gg 1$). Эта эквивалентность стала бы полной, если бы в ТВС в некоторых случаях качество системы оценивалось непрерывной функцией качества. Практически такие случаи возможны, например, если требуется оценить качество радиоэлектронной системы, работающей в непрерывно меняющихся условиях: при изменениях температуры окружающей среды, ее влажности, внешних электромагнитных и механических воздействиях, других факторов.

Как мы видим, постановка задачи в ТСР и ТВС имеет много общего. Поэтому неудивительно, что при выполнении некоторых условий приведенные выше основные положения обеих теорий совпадают с точностью до терминологии. Для большей наглядности эквивалентные основные положения ТВС и ТСР приведены в табл. 1.

Из табл. 1 следует, что эквивалентность ТСР и ТВС для дискретного $x$ остается приближенно справедливой и для непрерывного $x$, если в ТВС рассматриваются случаи, в которых $m \gg 1$.

В своем развитии ТСР, опираясь параллельно на методы теории вероятности, достигла несколько больших результатов, чем в ТВС. Поэтому, исходя из рассматриваемой аналогии между ними, можно прогнозировать большее количество дополнительных эквивалентностей. Это позволит существенно углубить и развить современную ТВС. С другой стороны, ТВС имеет больший ресурс для исследований и своего развития, и в какой-то момент результаты, полученные в ТВС, окажутся весьма полезными для ускорения развития ТСР.

Может показаться, что в дальнейшем вследствие значительной аналогии между задачами ТСР и ТВС обе эти теории могут полностью слиться в единую теорию решений. Такое развитие, в принципе, возможно, но вряд ли будет иметь место по следующим причинам.

Таблица 1

Основные определения и положения ТВС и ТСР

| Основные определения или положения ТСР | Основные определения или положения ТВС |
|---|---|
| Правило решения $\Delta(Y\|x)$ | Система $S$ |
| Вектор качества – условный риск $R_x = \left\{R_{x_1}, \ldots, R_{x_i}, \ldots, R_{x_m}\right\}$ | Вектор качества – совокупность показателей качества $K = \{k_1, \ldots, k_i, \ldots, k_m\}$ |
| Равномерно лучшее правило | Безусловно лучшая система |
| Приемлемое правило | Нехудшая система |
| Неприемлемое правило | Худшая система |
| Минимальный полный класс правил решений | Множество всех нехудших систем |
| Полный класс правил решений | Множество, содержащее все нехудшие решения |
| Критерий минимального среднего риска $R = \sum_{i=1}^{m} P(x_i) R_{x_i} = \min$ $P(x_i) > 0, i = \overline{1,m}$ | Весовой (результирующий) критерий $k_p = \sum_{i=1}^{m} c_i k_i = \min$ $c_i > 0, i = \overline{1,m}$ $\sum_{i=1}^{m} c_i = 1$ |
| Минимаксное правило решения $\Delta_{\text{м}}$ удовлетворяет условию $\max_x R_x(\Delta_{\text{м}}) \le \max_x R_x(\Delta)$ для всех $x \in X$, $\Delta \in M_{\text{д}}$, $\Delta$ – приемлемое правило принадлежит множеству всех возможных (допустимых) $M_{\text{д}}$ | Минимаксная система $S_{\text{м}}$ удовлетворяет условию $k'_{\text{макс}}(S_{\text{м}}) \le k'_{\text{макс}}(S)$ для всех $S \in M_{\text{д}}$; $k'_{\text{макс}} = \max_i k'_i(S)$, $k'_{\text{макс}}$ – наибольший из нормируемых показателей качества $k'_i$ |
| Если для байесова (приемлемого) правила решения $\Delta^*$ условный риск $R_x(\Delta^*)$ не зависит от $x$, то правило $\Delta^*$ – минимаксное | Если для нехудшей системы $S_{\text{нх}}$ нормированный показатель качества $k'_i(S_{\text{нх}})$ не зависит от номера $i$ (существует равенство запасов), то система $S_{\text{м}}$ – минимаксная |
| Если $P_{x_i} > 0$, то байесово правило решения – приемлемое | Система, удовлетворяющая весовому критерию, – нехудшая |
| Если минимаксное правило решения $\Delta_{\text{м}}$ единственное, то оно приемлемое | Если минимаксная система $S_{\text{м}}$ единственная, то она нехудшая |
| При некоторых условиях множество байесовых правил решения, соответствующих различным априорным распределениям, является минимальным полным классом | При некоторых условиях множество систем, удовлетворяющих весовому критерию при различных наборах весов $c_i > 0, i = \overline{1,m}$, является множеством нехудших систем |

В ТСР рассматриваются существенно статистические задачи. В частности, в последние десятилетия ТСР развивалась применительно к синтезу радиоэлектронных систем по критериям помехоустойчивости и надежности действия. В отличие от этого для ТВС характерна оценка систем по совокупности целого ряда показателей качества, в том числе имеющих совершенно различную природу, например, по совокупности таких показателей, как вероятность отказа при действиях помех или по технологическим причинам, стоимость, вес, габариты, длительность процесса разработки и ввода в эксплуатацию и т.д. В этом смысле ТСР может рассматриваться как частный случай теории векторного синтеза, при котором учитываются лишь те показатели качества $k_1, \ldots, k_m$, которые характеризуют надежность действия системы. Однако эта сравнительно невысокая возможность применимости ТСР для решения задач оптимизации позволяет сделать ее более глубокой, обосновать методику формирования целевых функций и целевых функционалов в сложных статистических условиях, в том числе в условиях неопределенности.

### *Заключение*

Таким образом, на сегодняшний день ТСР и ТВС не только имеют много общего, но и взаимно дополняют друг друга. Поэтому едва ли возможно создать единую теорию, которая была бы, с одной стороны, весьма общей и широкой, а с другой – достаточно глубокой. Вероятнее всего, что ТВС и ТСР будут существовать раздельно и в дальнейшем, взаимно обогащая друг друга, а конструкторы и проектировщики радиоэлектронных систем, в зависимости от особенностей оптимизации конструкторских задач, – делать выбор в пользу какой-либо из них или применять комплексную и комбинированную методики.

Статья подготовлена в рамках проектной части государственного задания выполнения государственной работы «Проведение научно-исследовательских работ (фундаментальных научных исследований, прикладных научных исследований и экспериментальных разработок» № 8.389.2014/К по теме «Информационные технологии анализа конструкций радиоэлектронных средств при воздействии внешних факторов».

### *Список литературы*

1. Гилл, Ф. Практическая оптимизация / Ф. Гилл, У. Мюррей, М. Райт. – М. : Мир, 1985. – 509 с.
2. Системный анализ параметров и показателей качества многоуровневых конструкций радиоэлектронных средств / А. К. Гришко, Н. К. Юрков, Д. В. Артамонов, В. А. Канайкин // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2014. – № 2 (26). – С. 77–84.
3. Гришко, А. К. Оптимальное управление параметрами системы радиоэлектронных средств на основе анализа динамики состояний в условиях конфликта / А. К. Гришко // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2016. – № 2 (38). – С. 102–111. DOI: 10.21685/2072-3059-2016-2-9.
4. Гришко, А. К. Алгоритм поддержки принятия решений в многокритериальных задачах оптимального выбора / А. К. Гришко // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2016. – № 1 (17). – С. 242–248.
5. Гришко, А. К. Динамическая оптимизация управления структурными элементами сложных систем / А. К. Гришко, Н. К. Юрков, Т. В. Жашкова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2015. – № 4 (26). – С 134–141.
6. Гришко, А. К. Определение показателей надежности структурных элементов сложной системы с учетом отказов и изменения параметров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2016. – № 2 (16). – С. 51–57.
7. Гришко, А. К. Оптимальное управление частотным ресурсом радиотехнических систем на основе вероятностного анализа динамики информационного конфликта / А. К. Гришко // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2016. – № 57. – С. 21–28. DOI: 10.21667/1995-4565-2016-57-3-21-28.
8. Гришко, А. К. Математическое моделирование системы обеспечения тепловых режимов конструктивно-функциональных модулей радиоэлектронных комплексов / А. К. Гришко, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Проектирование и технология электронных средств. – 2015. – № 3. – С. 27–31.
9. Гришко, А. К. Анизотропная модель системы измерения и анализа температурных полей радиоэлектронных модулей / А. К. Гришко, Н. В. Горячев, И. И. Кочегаров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2016. – № 1 (15). – С. 82–88.
10. Кочегаров, И. И. Выбор оптимального варианта построения электронных средств / И. И. Кочегаров, Н. В. Горячев, А. К. Гришко // Вестник Пензенского государственного университета. – 2015. – № 2 (10). – С. 153–159.
11. Гришко, А. К. Динамический анализ и синтез оптимальной системы управления радиоэлектронными средствами / А. К. Гришко // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2015. – № 4 (26). – С. 141–147.
12. Гришко, А. К. Оптимизация размещения элементов РЭС на основе многоуровневой геоинформационной модели / А. К. Гришко // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер.: Технические науки. – 2015. – № 3 (47). – С. 85–90.
13. Гришко, А. К. Математическая модель системы анализа температурных полей радиоэлектронных модулей / А. К. Гришко, Н. В. Горячев, И. И. Кочегаров // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2016. – № 2 (18). – С. 136–143.
14. Гришко, А. К. Анализ математических моделей расчета электроакустических полей и дальности действия радиолокационных систем методом последовательного анализа / А. К. Гришко, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Инженерный вестник Дона. – 2015. – Т. 35, № 2-1. – С. 16.
15. Management of Structural Components Complex Electronic Systems on the Basis of Adaptive Model / A. Grishko, N. Goryachev, I. Kochegarov, S. Brostilov, N. Yurkov // 13th International Conference on Modern

Problems of Radio Engineering, Telecommunications, and Computer Science (TCSET) (Lviv-Slavsko, Ukraine, February 23–26, 2016). – Lviv-Slavsko, 2016. – P. 214–218. DOI: 10.1109/TCSET.2016.7452017.
16. Dynamic Analysis and Optimization of Parameter Control in Radio Systems in Conditions of Interference / A. Grishko, N. Goryachev, I. Kochegarov, N.Yurkov // International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON) (Moscow, Russia, May 12–14, 2016). – Moscow, 2016. – P. 1–4. DOI: 10.1109/SIBCON.2016.7491674.
17. Grishko, A. Adaptive Control of Functional Elements of Complex Radio Electronic Systems / A. Grishko, N. Goryachev, N. Yurkov // International Journal of Applied Engineering Research. – 2015. – Vol. 10, № 23. – P. 43842–43845.
18. Andreyev, P. The Temperature Influence on the Propagation Characteristics of the Signals in the Printed Conductors / P. Andreyev, A. Grishko, N. Yurkov // 13th International Conference on Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications, and Computer Science (TCSET) (Lviv-Slavsko, Ukraine, February 23–26, 2016). – Lviv-Slavsko, 2016. – P. 376–378. DOI: 10.1109/TCSET.2016.7452063.
19. Contactless Three-Component Measurement of Mirror Antenna Vibrations / A. Grigor'ev, A. Grishko, N. Goryachev, N. Yurkov, A. Micheev // International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON). (Moscow, Russia, May 12–14, 2016). – Moscow, 2016. – P. 1–5. DOI: 10.1109/SIBCON.2016.7491673.

***Гришко Алексей Константинович***
кандидат технических наук, доцент,
кафедра конструирования
и производства радиоаппаратуры,
Пензенский государственный университет
(440026, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: alexey-grishko@rambler.ru

***Grishko Aleksey Konstantinovich***
candidate of technical sciences, associate professor,
sub-department of radio equipment design
and production,
Penza State University
(440026, 40 Krasnaya street, Penza, Russia)

***Аннотация***. *Актуальность и цели*. Конструкции радиоэлектронных средств классифицируются как сложные системы, поскольку характеризуются многоуровневой иерархической структурой в виде отдельных узлов, блоков, модулей. Выбор оптимальной структуры радиоэлектронной системы с эффективными параметрами является для конструкторов важной задачей. Целью статьи является анализ применения различных методик и подходов, учитывающих особенности оптимизации конструкторских задач. *Методы*. В статье рассматриваются методы и положения теории векторного синтеза и теории статистических решений. *Результаты*. Сравнительный анализ методов и положений доказывает, что в теории статистических решений рассматриваются существенно статистические задачи. В отличие от этого для теории векторного синтеза характерна оценка систем по совокупности целого ряда показателей качества, в том числе имеющих совершенно различную природу. *Выводы*. Теория статистических решений и теория векторного синтеза не только имеют много общего, но и взаимно дополняют друг друга. Эти теории будут существовать раздельно и в дальнейшем, взаимно обогащая друг друга, а конструкторы и проектировщики радиоэлектронных систем, в зависимости от особенностей оптимизации конструкторских задач, – делать выбор в пользу какой-либо из них или применять комплексную и комбинированную методики.

***Abstract***. *Background*. Radio electronic systems are classified as complex systems, as they are characterized by multi-level hierarchical structure in the form of separate units, blocks and modules. The choice of the optimum radio electronic system with efficient parameters is an important engineering task. The aim of the article is to analyze the use of different methods and approaches that take into account the optimization of engineering tasks. *Methods.* The article discucces the methods and concepts of the theory of vector synthesis and the statistical decision theory. *Results.* The comparative analysis of the methods and concepts shows that the statistical decision theory operates mainly with statistical problems. In contrast, the theory of vector synthesis evaluates the systems considering the set of quality parameters, including those of completely different nature. *Conclusions*. Satistical decision theory and the theory of vector synthesis do not only have a lot in common but complement each other. These theories will continue to exist separately, supplementing each other. The radio electronic engineers, depending on the optimization needs for engineering problems, will either make a solution in favour of one of them, or use the complex and combined techniques.

***Ключевые слова***: теория векторного синтеза, теория статистических решений, оптимизация.

***Key words***: theory of vector synthesis, statistical decision theory, optimization.

**УДК 519.814: 512.642: 517.98**
***Гришко, А. К.***
**Анализ применения методов и положений теории статистических решений и теории векторного синтеза для задач структурно-параметрической оптимизации** / А. К. Гришко // Надежность и качество сложных систем. – 2016. – № 4 (16). – С. 26–34. DOI 10.21685/2307-4205-2016-4-4.