



УДК 658.012.011

А. В. Пичкалев

*ОАО «Информационные спутниковые системы» им. акад. М. Ф. Решетнева»,
г. Железнодорожск, Красноярский край, Россия*

ОБОБЩЕННАЯ ФУНКЦИЯ ЖЕЛАТЕЛЬНОСТИ ХАРРИНГТОНА ДЛЯ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Рассматривается математический аппарат на основе обобщенной функции желательности Харрингтона для получения относительно точной оценки эффективности в виде конкретного числа, которую можно использовать в дальнейшем анализе технических средств.

Ключевые слова: сравнительный анализ, обобщенная функция желательности Харрингтона, автоматизированные системы контроля (АСК), решение многокритериальных задач.

A. V. Pichkalev

*JSC «Academician M. F. Reshetnev «Information Satellite Systems»,
Zheleznogorsk, Russia*

GENERALIZED HARRINGTON'S DESIRABILITY FUNCTION FOR THE COMPARATIVE ANALYSIS OF TECHNICAL FACILITIES

We consider mathematical apparatus on the base of the generalized Harrington's desirability function in order to obtain relatively accurate assessment of the effectiveness in the form of absolute number that can be used in further analysis of technical facilities.

Key words: comparative analysis, generalized Harrington's desirability function, automated control systems, multicriterion problem solving.

Более 30 лет в ОАО «ИСС» им. акад. М. Ф. Решетнева применяются автоматизированные средства (АС) испытаний бортовых приборов космических аппаратов. До сих пор эти АС сравниваются по их собственным техническим количественным и качественным характеристикам. Результаты сравнения обычно резко расходятся в зависимости от используемых критериев и параметров.

Для решения многокритериальных задач (каковой является и оптимизация такого многомерного объекта, как автоматизированная система управления испытаниями) используются различные методы построения обобщенного показателя, причем одним из наиболее удобных способов выступает обобщенная

функция желательности Е.К. Харрингтона. Она возникла в результате наблюдений за реальными решениями экспериментаторов и обладает такими полезными свойствами, как непрерывность, монотонность и гладкость.

Предлагаемая методика сравнения различных АС – на основе оценок их технических характеристик по обобщенной функции желательности Харрингтона – предоставляет некоторые способы универсализации общего подхода к проблеме оценки эффективности существующих и вновь разрабатываемых АС самого различного назначения, а также исследует возможность оптимизации как самих методов сравнения, так и процесса разработки новых АС. Вместо простого сравнения параметры систем пересчитываются в числовые

значения, а затем обрабатываются для получения общего коэффициента системы.

По этим коэффициентам различные системы сравниваются, так сказать, «в чистом виде». Это позволяет более объективно оценивать возможности аппаратуры разных типов, а также облегчает процесс сравнения, делая его нагляднее.

Математический аппарат пересчета конкретных параметров в абстрактные числовые значения крайне прост. За основу берется одна из логистических функций Е. К. Харрингтона – так называемая «кривая желательности». Ее формула – $d = \exp[-\exp(-Y)]$ – определяет функцию с двумя участками насыщения (в $d \rightarrow 0$ и $d \rightarrow 1$) и линейным участком (от $d = 0,2$ до $d = 0,63$).

Эта функция была выведена эмпирическим путем. Ось координат Y называется шкалой частных показателей. Ось d – шкалой желательности. Промежуток эффективных значений на шкале частных показателей – $[-2; +5]$.

Шкала желательности делится в диапазоне от 0 до 1 на пять поддиапазонов: $[0; 0,2]$ – «очень плохо», $[0,2; 0,37]$ – «плохо», $[0,37; 0,63]$ – «удовлетворительно», $[0,63; 0,8]$ – «хорошо», $[0,8; 1]$ – «очень хорошо». Конкретные параметры сравниваемых систем распределяются в масштабе, соответствующем предъявляемым к ним требованиям, на промежутке эффективных значений шкалы частных показателей. Затем соответствующие им показатели пересчитываются в отметки на шкале желательности. Полученное значение $d(i)$ для i -го параметра пересчитывается вместе с другими в обобщенный коэффициент желательности – D . Он вычисляется по формуле $D = \sqrt[n]{d(1) \cdot d(2) \cdot \dots \cdot d(n)}$, где n – число используемых показателей параметров сравнения для данной системы. Причем число этих показателей может быть неодинаковым для разных систем. Это позволяет сравнивать обобщенные коэффициенты даже тогда, когда отсутствует часть параметров сравнения у различных систем или данные по ним. Корень n -й степени «сглаживает» возникающие отклонения, а полученный результат позволяет оценивать системы (с определенной степенью точности), так сказать, «математически».

Аналізу по предложенной методике были подвергнуты 18 действующих автоматизированных систем контроля (АСК) и 7 проектов. Все АСК были разделены на два вида,

условно названных: логическими тестерами пошагового контроля и системами контроля функционирования. Первые предназначены для контроля монтажа, управления и испытаний релейно-коммутационных устройств и т.д. Вторые способны задавать определенные алгоритмы функционирования на объекты контроля (ОК) и проверять их исполнение. При этом не различались многофункциональные («универсальные») и специализированные АСК. Для всех систем одного вида подбирались более или менее общие параметры сравнения, характеризующие данный вид их применения. Так, логические тестеры анализировались по 13 показателям, а для систем контроля функционирования было подобрано 43 характеристики. Далее все конкретные значения по каждой из АСК были пересчитаны в числовые отметки в диапазоне от -2 до +5 (рис. 1). Выбор этого промежутка на шкале частных показателей обусловлен тем, что именно в этих точках значения на шкале желательности уже практически близки к граничным, но еще могут существенно меняться в зависимости от значений параметров. Этот промежуток можно назвать эффективным диапазоном практических значений параметров сравнения. При этом если «наилучшему» из всех значений данного параметра анализируемых систем «присвоить» отметку «+5», а «наихудшему» – «-2», то все остальные расположатся между ними, образуя масштабируемую последовательность значений. Преобразуя их в частные показатели, получаем коэффициенты желательности для данного параметра сравнения.

Использование реальных (или реально запроектированных) значений параметров для тарирования в границах эффективного диапазона позволяет более объективно оценить возможности сравниваемых АСК с учетом достигнутых характеристик. Причем в случае отсутствия у конкретных систем требуемых значений можно ввести в анализ гипотетическую АСК, которая ими может обладать. При этом, однако, следует учитывать взаимовлияние параметров сравнения. Например, повышение точности измерения неизбежно приводит к увеличению времени преобразования и т.п. В любом случае необходимо использовать только реально достижимые значения. Иначе анализ потеряет всякую объективность.

Частные коэффициенты, пересчитанные в обобщенные коэффициенты систем, позво-

ляют с почти «математической» точностью судить об их преимуществах и недостатках. Можно также оценивать перспективы модернизации и дальнейшего развития тех или иных АСК.

Например, если коэффициент желательности системы находится в нижнем криволи-

Когда система имеет обобщенный коэффициент желательности 0,8...0,9, помимо того, что она очень хороша (на данный момент), можно сказать, что АСК близка к пределу своего развития. Улучшение ее характеристик путем «вылизывания» (т.е. «вытягивания» всех параметров на максимум) потребует чрез-

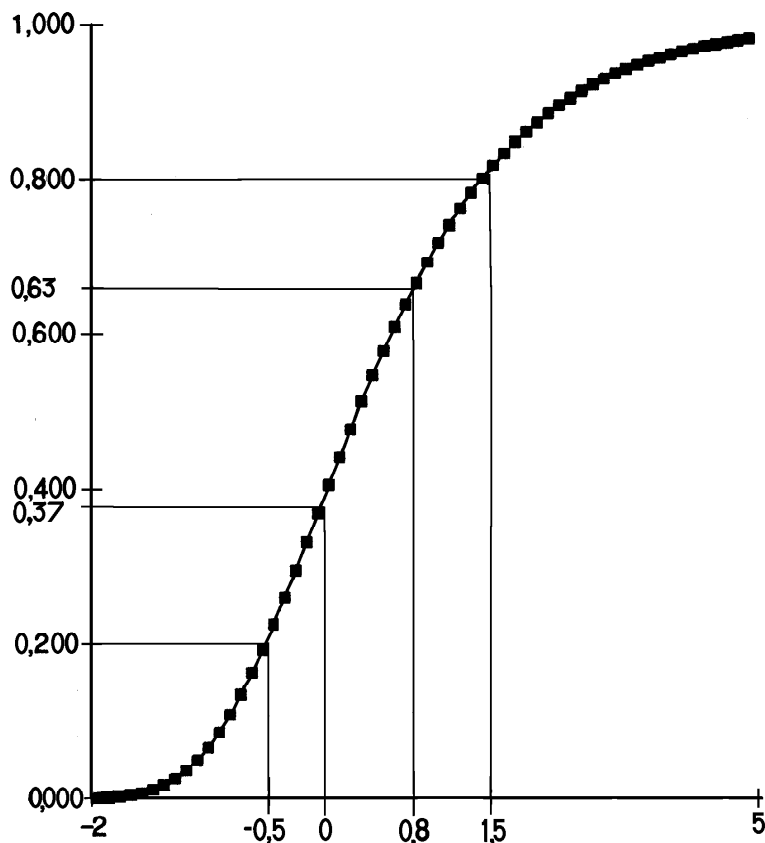


Рис. 1. Обобщенная функция желательности Харрингтона

нейном участке функции Харрингтона, то модернизация ее в принципе возможна. Хотя для достижения удовлетворительных результатов потребуется «подтягивание» практически всех параметров до приемлемого уровня (что связано с большими затратами сил и времени, которые необходимо правильно оценивать). Перспективы же длительного развития подобных систем весьма сомнительны. Есть смысл рассматривать вопрос о ее замене.

Если коэффициент системы располагается на линейном участке от $D = 0,2$ до $D = 0,8$, то даже относительно небольшая модернизация (улучшение одного-двух параметров) может существенно увеличить ее «желательность», а возможности дальнейшего развития (и, как следствие этого, длительной эксплуатации) очень велики.

мерно больших затрат, и необходимо искать качественно новые пути ее перспективного развития.

Таким образом, анализируя частные коэффициенты желательности конкретных параметров, можно оценить возможности и пути модернизации данной системы.

Практический результат применения данной методики при оценке эффективности используемых и проектируемых в АСК (результаты расчетов не приводятся в силу ограниченного объема статьи) показывает возможность ее успешного применения в данной области при некотором уточнении условий этого применения.

Так, «сваливание» в одну «кучу» многофункциональных и специализированных АСК привело к тому, что среди систем контроля

функционирования только одна смогла попасть в категорию «удовлетворительных», одна – «плохая», а остальные «соревнуются» – кто среди них «лучший из худших».

У логических тестеров возник другой «перекос». Системы, обладающие намного более широкими возможностями, не смогли «реализовать» этот «потенциал» в более высокие значения частных показателей, так как их более простые конкуренты вообще не имеют подобных характеристик и потому не сравнимы методом Харрингтона. То есть обобщенные характеристики параметров сравнения не дают полного представления о возможностях конкретных АСК.

Однако даже такой результат применения предлагаемой методики следует считать успешным. Действительно, абстрактные числовые значения легко подтверждаются конкретными техническими параметрами. Обобщенные коэффициенты (без учета степени их «желательности») позволяют сравнивать между собой однотипные системы с высокой точностью. Полученные результаты однозначно доказывают невозможность создания всеохватывающей универсальной АСК, имеющей «пятерки» по всем параметрам (такой «монстр» обязательно «провалится» по целой группе параметров, что скажется на его обобщенном коэффициенте). Сравнение систем необходимо проводить по области их применения, по возможности максимально суживая ее.

Последний приведенный результат определяет общий вывод о том, что для качественного применения данной методики при анализе и проектировании автоматизированных систем необходимо:

- классифицировать все анализируемые объекты по областям применения, определяя для них максимально конкретные «ниши»;
- составить наиболее полный набор обобщенных параметров сравнения для каждой такой «ниши»;
- обосновать количество и качество этих параметров;
- ввести и обосновать весовые коэффициенты «значимости» каждого из параметров для данной «ниши»;
- определить методику внесения изменений в классификацию объектов анализа, набор параметров сравнения и их весовых коэффициентов.

Библиографические ссылки

1. Адлер Ю. А., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М. : Наука, 1976.
2. Карташова Т. М. Вопросы оптимизации при разработке рецептуры и технологии получения новых полимерных материалов : автореф. дис. ... канд. техн. наук / МХТИ им. Д. И. Менделеева. М., 1969.
3. Пичкалев А. В. Применение кривой желательности Харрингтона для сравнительного анализа автоматизированных систем контроля // Вестник КГТУ. Красноярск : КГТУ, 1997. С. 128–132.