

©2013 г.

Душкин А.В.,
Исаев О.В.,
Скрыль С.В.,
Щербакова Ю.В.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

Совокупность радиоэлектронных средств, видеокамер, объединенных с помощью аппаратно-программного комплекса в единое целое составляет комплекс инженерно-технических средств охраны и надзора, который, в свою очередь, характеризуется многообразием вариантов исполнения и размещения. В работе показаны особенности решения задачи многокритериальной оптимизации при проектировании комплексной системы безопасности объектов.

Set of radio electronics, cameras, combined with the use of hardware and software system into a single unit is a set of technical means of protection and oversight, which, in turn, is characterized by the variety of options and placement. The paper shows the special solution of the multi-criteria optimization in the design of an integrated security system objects.

Ключевые слова: система охраны, оптимизация, эффективность, критерий.
Key words: security system, optimization, efficiency, criterion.

Задачи принятия и нахождения эффективного решения при проектировании сложных технических систем, как правило, являются комплексными и описываются множеством критериев. Критерий оптимальности - характерный показатель решения задачи, по значению которого оценивается оптимальность найденного решения, то есть максимальное удовлетворение поставленным требованиям. Совокупность радиоэлектронных средств, видеокамер, объединенных с помощью аппаратно-программного комплекса в единое целое составляет комплекс инженерно-технических средств охраны и надзора (ИТСОН), который, в свою очередь, характеризуется многообразием вариантов исполнения и размещения. Задача оптимизации построения элементов ИТСОН объектов сводится к обеспечению соответствующего уровня реализации их функций, что гарантирует, в свою очередь, выполнение системой надлежащих охранных требований [1, 2].

На практике подобные задачи возникают в те моменты, когда проектируемый объект либо не

может быть описан однокритериальной зависимостью, либо объединить отдельные критерии в единый не представляется возможным. Именно такая ситуация, например, возникает при постановке задач оптимизации построения элементов систем охраны объектов уголовно-исполнительной системы.

В случае необходимости оптимизации одного из показателей качества проектируемого объекта охраны с условием соблюдения ограничительных требований к остальным показателям формируется один частный критерий. Задача оптимизации при этом сводится к максимизации (минимизации) данного критерия с учетом заданных ограничений.

Рассмотрим метод решения задач многокритериальной оптимизации на примере поиска Парето-оптимальных альтернатив [3]. Пусть имеется множество вариантов решения. По каждому из вариантов определены значения всех критериев. Представим множество оценок вариантов решения в пространстве критериев (рис. 1).

Множество Парето-эффективных оценок $P(Y)$ представляет собой «северо-восточную» границу множества Y без тех его частей, которые параллельны одной из координатных осей или лежат в «глубоких» провалах. Для случая, изображенного на рис. 1, Парето-эффективные оценки состоят из точек кривой (bc), исключая точку (c), и линии (de).

Рассмотренный метод обладает рядом преимуществ, а именно:

- 1) метод математически объективен;
- 2) критерии равнозначны.

Из недостатков метода можно выделить следующие:

1) одно окончательное решение получается только в частном случае, т.е. количество Парето-эффективных решений, как правило, более одного;

2) метод эффективен для ограниченного количества решений, т.к. его программная реализация для большого количества решений очень сложна, а графическое решение типа представленного на рис. 1 является проблематичным, а зачастую и невозможным.

Опыт решения задач оптимизации при построении систем охраны объектов (СОО) показывает, что необходимо одновременное рассмотрение данной проблематики сразу по нескольким функциям (критериям) [3]. Краеугольным понятием в данном вопросе является Парето-оптимальная альтернатива, являющаяся решением многокритериальной задачи.

Рассмотрим суть данного метода, используя те критерии, которые для СОО в настоящее время являются наиболее актуальными. Выделить из них наиболее значимые, значит вплотную приблизиться к поиску эффективного решения. Очевидно, что наиболее значимым из совокупности критериев должен быть некоторый показатель, характеризующий эффективность системы охраны с точки зрения реализации ею охранных функций в необходимом объеме и с заданной степенью качества. Данный показатель должен предоставлять

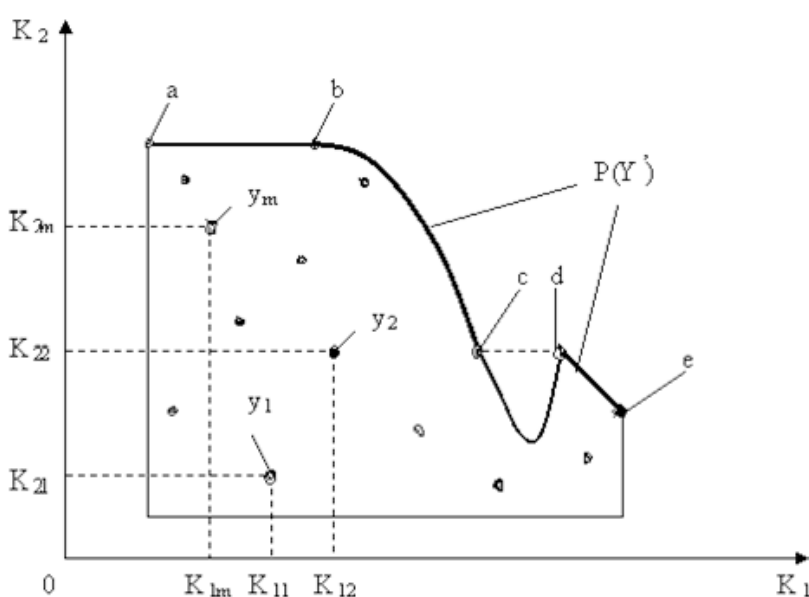


Рис. 1. Иллюстрация поиска Парето-эффективных решений:
 K_1, K_2 - критерии оценки вариантов решения;
 $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$ - множество оценок альтернативных вариантов решения; $K_{11}, K_{12}, \dots, K_{1m}$ - значения первого критерия для 1, 2, ..., m-го варианта решения;
 $K_{21}, K_{22}, \dots, K_{2m}$ - значения второго критерия для 1, 2, ..., m-го варианта решения; $P(Y)$ - множество Парето-эффективных оценок решений

возможность не только количественной, но и качественной оценки функциональных возможностей системы защиты и проводить сравнение различных систем охраны в соответствии с заданными эксплуатационными требованиями. Таким критерием для объектов охраны является критерий боевой эффективности (КБЭ). Целью данного критерия является объективная оценка эффективности организации охраны.

В общем случае, сформулированную выше задачу по оптимизации построения оптимальных моделей объектов охраны возможно решить с учетом лишь КБЭ, однако задача окажется решенной некорректно, т.к. вполне вероятно, что некоторые эффективные решения «выпадут» из рассмотрения. Поэтому в процесс решения рассматриваемой задачи целесообразно добавить еще один немаловажный критерий, а именно, экономическую стоимость варианта разрабатываемой системы охраны. Критерии при использовании данного метода будут являться равнозначными.

Рассмотрим пример, в котором оптимизируется некий гипотетический объект охраны по двум критериям - КБЭ и стоимости. Таким образом, поставленная задача, согласно теории оптимизации, является комбинаторной, относительно двух критериев: значения КБЭ и экономической стоимости. Сложность нахождения решения заключается в отсутствии явного вида целевой функции. Это связано непосредственно с самой структурой системы охраны, которая чрезвычайно сложна, вследствие наличия большого количества неявных связей между ее элементами, а также особенностями конструктивного исполнения и логического аппарата.

Главным аспектом в рассматриваемом вопросе становится проблема поиска оптимального варианта размещения элементов комплекса ИТСОН на рубежах охраны и режимных территориях. Процесс нахождения оптимального решения заключается в поиске решения с максимальным значением КБЭ и минимальной стоимостью его практической реализации. Графически, согласно методу Парето, каждое решение представляет точку, описываемую двумя координатами, в роли которых выступают определенные вначале критерии.

Предположим, что значения критериев оценки градуируются по 10 бальной шкале (с учетом того, что реальные значения КБЭ лежат в пределах от 0 до 1, а стоимости - есть произвольные положительные числа). Будем считать, что введенная балльная система в состоянии объективно оценить реальный объект охраны.

Заметим, что оценка стоимости производится с точки зрения дешевизны практической реализации рассматриваемого варианта объекта охраны, т.е. чем выше оценка, тем меньше стоимость. Процесс нахождения оптимального варианта моде-

ли объекта охраны заключается в поиске решения с максимальным значением КБЭ и минимальной стоимостью. Графически, согласно метода Парето, каждое решение представляет точку, описываемую двумя координатами, в роли которых выступают определенные вначале критерии.

На основе рассмотренных выше требований к критериям оценки организации охраны, разработаем таблицу значений и представим множество оценок вариантов решения в пространстве критериев. При оценке результатов, полученных путем построения графической зависимости значений КБЭ от стоимости, сделаем соответствующие выводы.

Результаты оценки вариантов приведены в табл. 1.

Представим множество оценок вариантов в пространстве критериев (рис. 2).

Таблица 1
Оценки вариантов размещения элементов комплекса ИТСОН по критериям боевой эффективности и стоимости

| Критерии | Оценки вариантов (баллы) | | | | | | | | | |
|-----------|--------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 |
| КБЭ | 6 | 4 | 10 | 3 | 10 | 0 | 2 | 4 | 6 | 7 |
| Стоимость | 6 | 2 | 1 | 7 | 4 | 4 | 10 | 4 | 8 | 2 |

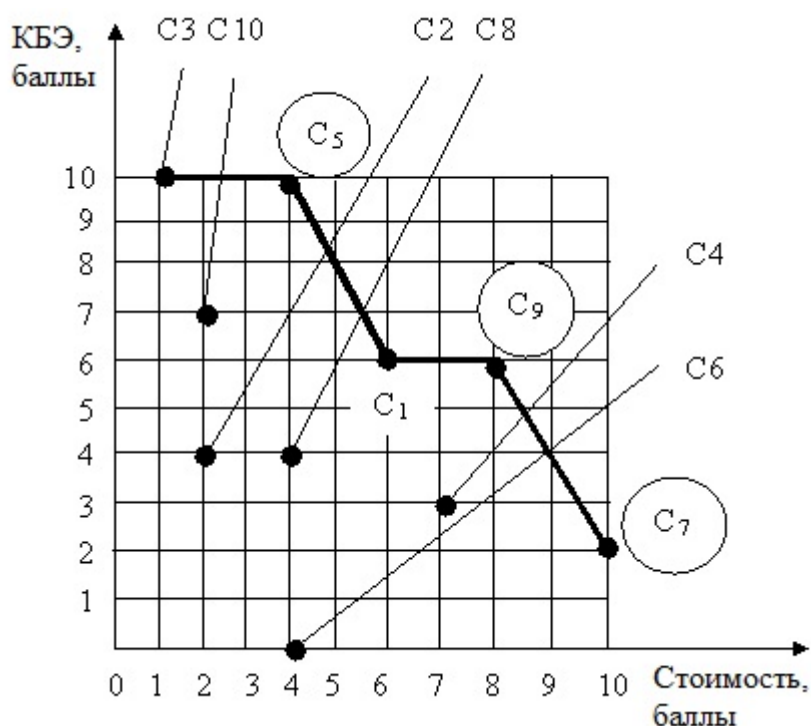


Рис. 2. Пример поиска Парето-эффективных решений

Парето-эффективными решениями здесь являются варианты С5, С7 и С9.

Необходимо учесть, что на окончательное решение задачи оптимизации даже после завершения процесса поиска оптимальных альтернатив может оказывать влияние некоторое количество дополнительных факторов. К примеру, обратим внимание на вариант С7. По стоимостным критериям он наиболее выгоден, но в процессе анализа становится очевидной его несостоятельность, так как значение КБЭ недопустимо мало, что не позволяет в конечном итоге говорить о рассматриваемой модели, как о полноценно функционирующей технической системе, обеспечивающей заданный уровень охраны и безопасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Приказ Министерства Юстиции Российской Федерации №279 от 4.09.06 г. «Об утверждении Наставления по оборудованию инженерно-техническими средствами охраны и надзора объектов уголовно-исполнительной системы».
2. Душкин А.В. Исторические и технические аспекты создания системы электронного мониторинга подконтрольных лиц в России. Вестник Воронежского института ФСИН России. - 2012. - №2. - С. 124-128.
3. Ногин В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход. М.: ФИЗМАТЛИТ. - 2002. - 176 с.

Поступила 23.01.2013.