

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ БОЛЬШОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОСМОДРОМОМ УРОВНЯ SMARTCITY С ПОМОЩЬЮ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Разумов Д.А.

ФГБОУ «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Россия, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4

DmitriRazumov@yandex.ru

Аннотация: В работе рассматриваются вопросы многофакторной оптимизации проектных параметров АСУ космодрома (АСУК) с помощью имитационной модели и метода ПРИНН[0], который позволяет избежать недостатков традиционных подходов(ELECTRE, ЦИКЛ, ШНУР и др.)[0- 0], снизить влияние субъективного фактора на оценки и увеличить качество принятия решений.

Ключевые слова: АСУ, многофакторный анализ, проектирование, космодром.

Введение

В работах [0, 0] автор, проанализировав структуру и основные проблемные зоны построения АСУ космодрома, предложил постановку задачи, которая послужила основанием для разработки имитационной модели, позволяющей определить необходимое количество ресурсов системы в рамках имеющихся ограничений для выполнения ключевых показателей эффективности. На данном этапе планируется показать, как с помощью использования этой модели на базе принципов многофакторного анализа можно проводить оптимизацию проектных решений АСУ в части автоматизации деятельности подразделений дежурных диспетчерских служб и центров управления космодрома.

1 Постановка задачи

Графический уровень ИМ Системы позволяет подбирать оптимальные ресурсные значения для каждой дежурной диспетчерской службы или центра управления (ССС - Command Control Center), выставляя их значения с помощью элементов управления так называемых «бегунков» (Рис.).

С помощью серии экспериментов - прогонов модели выясняется, в какой степени эта комбинация значений ресурсов, в данном случае четырёх СССР, соответствует ограничениям, т.е. времени реакции системы на ситуацию или событие. Время реакции определяется через среднее нахождение заявки на обслуживание в очереди СССР, которое отображается в левом нижнем углу (Рис.).

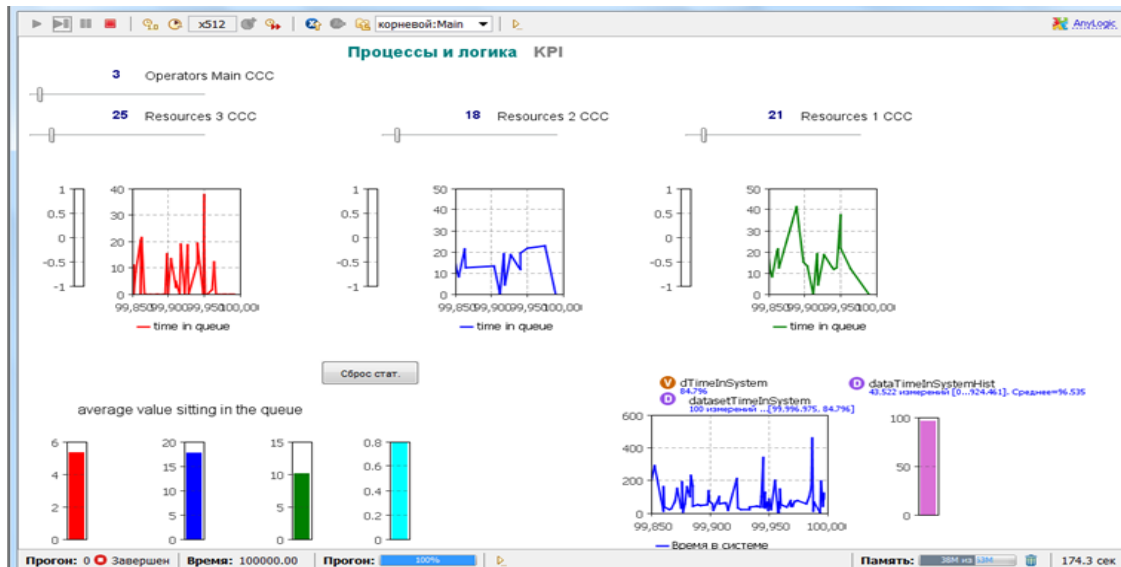


Рис. 1. Оптимизация ресурсных значений CCC АСУК с помощью графического представления ИМ Системы

Очевидно, что возникает, как минимум несколько оптимизационных критериев, т.к. количество объектов управления в модели равно 4. Задачу многокритериальной оптимизации можно представить математически функционалом:

$$(1) \quad \mathbf{r}^* = \underset{\mathbf{r} \in \mathbf{R}, \mathbf{t} \leq \mathbf{t}^*}{\operatorname{argmin}} f(\mathbf{r}_i)$$

где $\mathbf{i} = \overline{1, K}$, r_i – значение количества ресурсов, \mathbf{t} – вектор времени реакции, \mathbf{t}^* – нормативные значения времени реакции по каждому CCC.

2 Оптимизация ресурсов CCC с использованием метода многофакторного анализа

Для нашей имитационной модели (Рис.) это будет означать выбор среди $\{\mathbf{r}^*\}$ таких, что выполняются ограничения $\mathbf{t} \leq \mathbf{t}^*$. При этом предполагается, что значения параметров эксперимента (Resource, или r_i) выбираются из некоей оптимальной целесообразности или в простейшем случае простым перебором.

Другой вариант заключается в проведении линейной свёртки, когда каждому из критериев назначается весовой коэффициент α_i , характеризующий значимость соответствующего критерия и устанавливающий некий компромисс между ними. Коэффициенты α_i выбираются положительными и нормированными тем или иным способом, например, с помощью экспертов, так что:

$$(2) \quad \sum_{i=1}^k \alpha_i = 1, \quad f(\mathbf{r}) = \sum_{i=1}^k \alpha_i f_i(\mathbf{r}_i)$$

Следует отметить, что для нашей имитационной модели (рис. 1), данная задача будет решаться на уровне нахождения весовых коэффициентов, чтобы определять приращения Δr_i на каждом шаге эксперимента для r_i . Например, определим суммарное приращение как:

$$(3) \quad \Delta R = \sum_{i=1}^k \Delta r_i, \quad \text{тогда } \Delta r_i = \alpha_i \Delta R$$

Рассмотрим теперь, каким образом можно выбирать весовые коэффициенты, если уже известны некоторые предпочтения по степени важности каждого из критериев. Здесь присутствует проблема выбора значимости, каждого из них и, следовательно, проблема неизбежного субъективного или тенденциозного фактора при экспертной оценке. Чтобы этого избежать предлагается использовать так называемый метод ПРИНН[0, 0].

«Сущность метода сводится к формированию множества допустимых способов учёта неопределённости, выделению в нём наиболее представительного набора способов учёта неопределённости и построению на его основе итеративной процедуры формирования комплексной оценки решений в условиях неопределённости». Считается, что такой подход несколько снижает неопределённость в смысле принятия решений экспертами и переносит часть этой работы на вычислительные мощности. «Способ учёта неопределённости позволяет концентрированно выразить в нём "человеческий фактор" принятия решений, возложив остальную работу на компьютер». Таким образом, снижается степень субъективизма.

Предлагаемый алгоритм основан на том, что однозначно сопоставляет любому подмножеству X_A множества неопределённых факторов X некое число $F(y, X_A)$, характеризующее комплексную оценку варианта решения y на множестве X_A .

В случае конечномерного евклидова пространства в работе [0] предложен следующий способ учёта неопределённости:

$$(4) \quad - \int_x G(f(x)) dx$$

где SX – мера области X неопределённых факторов x , $G(t)$ – некоторая порождающая функция, которая и формирует конкретный способ учёта неопределённых факторов x , $f(x,y)$ принятая свёртка частных критериев. В выражении

(4) y выступает в качестве параметра. Пусть порождающая функция имеет простейший вид:

(5)

В этом случае:

$$(6) \quad - \int_x$$

Линейная свёртка двух частных критериев $f_1(y)$, $f_2(y)$ при равнозначных весах будет вычисляться по формуле:

$$(7) \quad \frac{f_1(y) + f_2(y)}{2}$$

Если теперь ввести утверждение о том, что весовой коэффициент x_1 на много более значим, чем x_2 ($x_1 \geq x_2$), то получим следующее соотношение:

$$(8) \quad - \int_x (x_1 f_1(y) + x_2 f_2(y)) dx$$

Следовательно, при использовании данного способа учета неопределённости “более значимый” критерий имеет в линейной свертке весовой коэффициент, в 3 раза больший, чем менее значимый.

Для большего числа критериев линейной свёртки получаем следующую формулу для вычисления весов:

$$(9) \quad x_1 + 3x_2 + 3^2x_3 + \dots + 3^kx_k = 1, \text{ откуда: } x_1 = \frac{1}{3^k + 2}$$

Для рассматриваемого случая $\alpha_1 = x_1$.

Таким образом, авторы предлагают использовать довольно оригинальную идею метода ПРИНН, снижающую влияние субъективного экспертного фактора, для многокритериального выбора при оптимизации структуры АСУ космодрома с помощью имитационной модели. Данный подход позволяет делать на фазе проектного анализа научно-обоснованные оценки основных ресурсных параметров функционирования АСУ космодрома, обеспечивающие выполнение ключевых показателей эффективности.

Литература

1. Мальшев В.В., Пиявский Б.С., Пиявский С.А. Метод принятия решений в условиях многообразия способов учета неопределённости // Известия РАН. Теория и системы управления. 2010. № 1. С. 46–61.
2. Панов Д.В., Мальшев В.В., Пиявский С.А., Ковков Д.В. Сравнительный многокритериальный анализ сложных технических и социальных систем в экономико-управленческом аспекте // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2016. Т. 7. № 2. С. 74–83. doi:10.18184/2079-4665.2016.7.2.74.83
3. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. – М: Логос, 2000 - 295 с.
4. Ларичев О.И. Вербальный анализ решений. – М: Наука, 2006 -181 с.
5. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений. - М.: Наука, 1978. — 352 с.
6. Dmitri Razumov, Prof., Dr. (Eng.) Vladimir Aleshin Simulation Modelling as a Tool for Design and Development in Large-Scale Automated Systems Smart City Application in Terms of Lack of Statistical Information. Advances in Systems Science and Applications (Scopus indexed). ISSN (Online) 1078-6236. 2018;03; 79-89 p. Published online at <http://ijassa.ipu.ru/index.php/ijassa/article/view/653>.
7. Бадалов А.Ю., Разумов Д.А. Методика моделирования в жизненном цикле большой автоматизированной системы космодрома уровня Smart City. Труды МАИ. Выпуск № 100. https://trudy.mai.ru/upload/iblock/08b/Badalov_Razumov_rus.pdf