

ВОЕННО-КОСМИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ ИМЕНИ А.Ф.МОЖАЙСКОГО

Кафедра управления организационно-техническими системами космического назначения
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДАЮ
Начальник 23 кафедры
ПОЛКОВНИК Г. ДУДАЛЕВ
(воинское звание, подпись, инициал имени, фамилия)
« » февраля 2020 г.

Автор: доцент кафедры, кандидат технических наук доцент
(должность, ученая степень, ученое и воинское звание)
А. ДАНИЛОВ
(инициал имени, фамилия)

Задание на практическое занятие № 3

Тема: Оценивание качества и эффективности операций ОТС по частным показателям и критериям
(наименование темы занятия по тематическому плану изучения дисциплины)

по дисциплине: Основы теории управления
(наименование дисциплины)

Обсуждено и одобрено на заседании кафедры
(предметно-методической комиссии)
«26» ноября 2019 г.
протокол № 15

Санкт-Петербург
2020

Содержание занятия и время

<u>Введение</u>	– 10 мин.
<u>Учебные вопросы</u> (основная часть)	
1. Постановка задачи и определение исходных данных	– 35 мин.
2. Решение задачи и анализ полученных результатов	– 35 мин.
<u>Заключение</u>	– 10 мин.
Общее время проведения занятия	– 90 мин.

Место проведения: специализированная аудитория кафедры.

Литература:

Основная:

Минаков Е.П., Шафигуллин И.Ш., Зубачев А.М. Методы исследования эффективности применения ОТС космического назначения. Учебник.– СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2016. – 244 с.

Дополнительная:

Петухов Г.Б., Якунин В.И. Методологические основы внешнего проектирования целенаправленных процессов и целеустремленных систем – М.: АСТ, 2006 г

Введение

Целями практического занятия являются:

- закрепить полученные теоретические знания по методике оценивания эффективности применения сложных систем по частным показателям и критериям;
- привить практические навыки решения задач квалиметрии вероятностными методами.
- привить практические навыки решения задач теории эффективности с использованием ПЭВМ и MS Excel.

В качестве теоретических основ данного практического занятия выступают вероятностные методы оценивания качества сложных систем. Такое оценивание проводится в два этапа. На первом этапе качество лишь измеряется (разомкнутая схема), а на втором этапе к качеству предъявляются требования и оно оценивается по одному из выбранных критериев (замкнутая схема). В данном практическом занятии отрабатываются оба этапа.

1. Постановка задачи и определение исходных данных

1.1 Теоретическая установка занятия

Качество и показатели качества систем

Любая материальная система имеет качественную определенность (единственность), позволяющую отличать ее от других систем.

Квалиметрия - это научная область, в которой разрабатываются методологические основы, методы и методики количественного *оценивания и анализа качества объектов*.

Концепции квалиметрии находят своё выражение в следующих трёх постулатах (утверждениях).

ПОСТУЛАТ 1. Каждый исследуемый объект обладает определёнными свойствами, обуславливающими его качество.

Определение 1. **Качество** - это свойство или совокупность свойств объекта, обуславливающих его пригодность для использования по назначению.

ПОСТУЛАТ 2. Каждое из свойств объекта может быть описано количественно с помощью некоторой переменной, значение которой характеризует меру (интенсивность) его качества относительно этого свойства.

Эту меру называют *показателем свойства* или *единичным, частным показателем качества объекта*.

Уровень качества *объекта* характеризуется значениями совокупности показателей его существенных - *атрибутивных* свойств (АС), т.е. свойств,

необходимых для соответствия объекта его назначению. Эта совокупность называется показателем качества.

Определение 2. Показатель качества объекта - это вектор, компоненты которого суть показатели его отдельных свойств, представляющие собой частные, единичные показатели качества объекта.

Размерность этого вектора определяется числом существенных свойств (атрибутов) объекта.

ПОСТУЛАТ 3. Требуемое качество объекта задаётся условиями, которым должны удовлетворять виртуальные (возможные) значения показателей его существенных свойств - атрибутов (АС).

Эти условия называются *критериями оценивания качества* объекта, а проверка их выполнения называется *оцениванием качества* объекта.

Определение 3. Критерий оценивания качества - это руководящее правило (условие или совокупность условий), вытекающее из принятых концепций и принципов оценивания, реализуемое при принятии того или иного решения (проектного, организационного, управленческого и т.п.) о качестве исследуемого объекта.

Критерии оценивания качества объекта.

При оценивании качества любого объекта, описываемого n -мерным векторным показателем, реализуется совокупность критериев, каждый из которых в общем случае может принадлежать одному из трёх классов:

- классу $\{C\}$ критериев пригодности;
- классу $\{O\}$ критериев оптимальности;
- классу $\{S\}$ критериев превосходства.

Приведём математические формулировки критериев пригодности и оптимальности.

Пусть y_i^j [$i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}$] - показатель i -го свойства j -го объекта, то есть показатель качества j -го объекта есть вектор:

$$Y_{<n>}^j = \langle y_1^j, y_2^j, \dots, y_n^j \rangle ; [j = \overline{1(1), m}]$$

$\{Y_i^\partial\}$ - множество (область) допустимых значений показателя y_i^j или в векторной форме:

$$\{Y_{<n>}^\partial\} = \{\langle y_1^\partial, y_2^\partial, \dots, y_n^\partial \rangle\}$$

Тогда критерии перечисленных выше классов имеют следующие определения (в терминах теории множеств).

Критерий пригодности:

$$G : \bigcap_{i=1}^n (y_i^j \in \{y_i^\partial\}) \cong U, \quad j = \overline{1, m}$$

(1)

где U - достоверное событие (истинное высказывание);

\cap - символ булева пересечения событий (логическое «и»).

В векторной форме критерий (1) принимает вид:

$$G: (Y_{<n>}^j \in \{Y_{<n>}^\partial\}^{np}) \cong U, \quad j = \overline{1, m} \quad (1')$$

где $\{Y_{<n>}^\partial\}^{np}$ - область допустимых значений показателя качества пригодного объекта. Эти выражения имеет следующий смысл: j -я система является пригодной по качеству, если значения всех показателей ее существенных свойств принадлежат допустимым значениям.

Пример 3. Критерий (1') иллюстрируется рис. 2.2.1 для случая

$$n=2; m=5; \{Y_{<2>}^\partial\}^{np} = [y_1', y_1''] \times [y_2', y_2''].$$

Как видно из рис. 2.2.1, в приведённом примере объекты 1-й, 2-й, 3-й и 5-й пригодны, а 4-й не

пригоден, т.е. $\{Y_{<2>}^\partial\}^{np} = \{Y_{<2>}^1, Y_{<2>}^2, Y_{<2>}^3, Y_{<2>}^5\}$

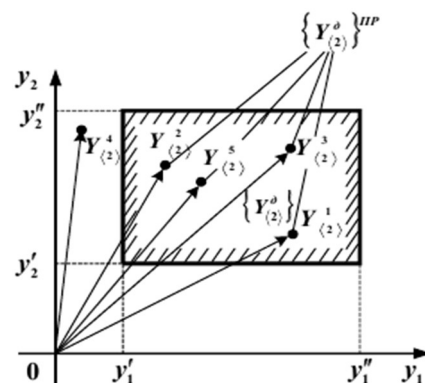


Рис. 2.2.1

Критерий оптимальности:

$$O: \bigcap_{i=1}^n (y_i^j \in \{y_i^\partial\}) \cap \bigcap_{k \in \{k\}_{n_0}} (y_k^j = y_k^{onm}) \cong U, \quad j = \overline{1, m}, \quad n_0 = \overline{1, n} \quad (2)$$

где k – номер оптимизируемого свойства;

y_k^{onm} – оптимальное значение показателя k – го свойства;

n_0 – объем множества $\{k\}_{n_0}$ номеров (число) оптимизируемых свойств объекта.

Выражение (2) имеет следующий смысл: j -я система является оптимальной по n_0 свойствам, если она пригодна по всем свойствам, а показатели n_0 свойств принимают оптимальные (как правило, максимальные или минимальные) значения;

Пример 4. Критерий (2) в векторной форме иллюстрируется рис. 2.2.2, построенным в условиях примера 3 для случая

$$n_0 = 1; \quad k=1;$$

$$\{Y_{<2>}^\partial\}^{onm} = \{y_1^{onm}\} \times [y_2', y_2''].$$

Как видно из рис. 2.2.2, в приведенном примере 1-й и 3-й объекты оптимальны по первому свойству (по показателю y_1^j), т.е.

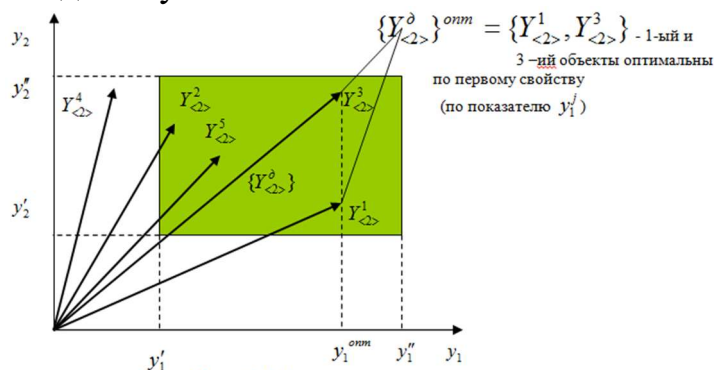


Рис. 2.2.2

$$\{Y_{<2>}^{\partial}\}^{onm} = \{Y_{<2>}^1, Y_{<2>}^3\}.$$

Критерий превосходства:

$$S: \bigcap_{j=1}^m \bigcap_{i=1}^n (y_i^j \in \{y_i^{\partial}\}) \cap \bigcap_{i=1}^n \bigcap_{j \neq i} (y_i^l \geq y_i^j) \cong U; l = \overline{1, m}$$

(3)

где l – номер превосходного объекта.

В векторной форме этот критерий примет вид:

$$S: \bigcap_{j=1}^m (Y_{<n>}^j \in \{Y_{<n>}^{\partial}\}) \cap (Y_{<n>}^l \geq Y_{<n>}^j) \cong (Y_{<n>}^l \in \{Y_{<n>}^{\partial}\}^{прев}) \cong U$$

(3')

где $(Y_{<n>}^l \geq Y_{<n>}^j) \cong \bigcap_{i=1}^n (y_i^l \geq y_i^j)$;

$\{Y_{<n>}^{\partial}\}^{прев}$

- область допустимых значений показателя качества превосходного объекта.

По определению, объект, для которого выполняется условие (3), превосходит по качеству все остальные объекты. Если $\bigcap_{l=1}^n (y_i^l = y_i^j)$, то качества l – го и j – го объектов признаются одинаковыми. Если же хотя бы одно из условий (3) не выполняется, то это означает, что заданная совокупность показателей свойств не позволяет выявить объект, превосходящий по качеству все остальные объекты из числа исследуемых.

ПРИМЕР 5: Критерий (3') иллюстрируется на рис. 3, построенным в условиях примеров (3) и (4), т.е.: $\{Y_{<n>}^{\partial}\}^{прев} = \{Y_{<2>}^3\}$.

Как следует из рис. 3, на заданной совокупности объектов 3-й объект является превосходным, хотя имеет место соотношение $y_2^4 > y_2^3$, поскольку 4-й объект вообще не пригоден и, следовательно, не конкурентоспособен по сравнению с остальными.

Замечание 1 Легко заметить, что критерий превосходства является частным случаем критерия

оптимальности, поскольку превосходная система является оптимальной по всем свойствам. В свою очередь, критерий оптимальности является частным

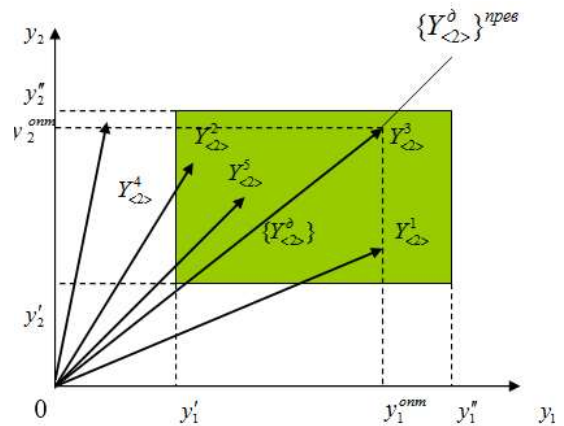


Рис.2.2.3

случае критерия пригодности, поскольку оптимальность является одновременно условием пригодности. Следовательно, оба данных критерия являются частным случаем критерия пригодности. В связи с этим при оценивании качества систем критерий пригодности должен быть доминирующим.

$$S \subset O \subset G,$$

где \subset – символ включения, принадлежности множества другому множеству.

Сказанное может быть проиллюстрировано рис. 4, построенным в условиях примеров 3 - 5, где совокупности допустимых значений показателей качества исследуемых объектов интерпретируются следующим образом:

$$n=2, k=1.$$

- вся область пригодных значений

$$\{Y_{<n>}^{\partial}\} = \{Y_{<n>}^{\partial}\}^{np} = [y_1', y_1''] \times [y_2', y_2'']$$

- область оптимальных значений

$$\{Y_{<n>}^{\partial}\}^{opt} = \{y_1''\} \times [y_2', y_2'']$$

- область превосходных значений

$$\{Y_{<n>}^{\partial}\}^{prev} = \{y_1''\} \times \{y_2''\} = \{< y_1'', y_2'' >\}$$

1.2. Постановка задачи и исходные данные

В учебной группе, состоящей из множества обучаемых $\{a_1, a_2, a_3, \dots, a_N\}$, проводятся контрольные испытания, включающие три экзамена $\{M_1, M_2, M_3\}$ и один зачет без оценки $\{P\}$. Число обучающихся в учебной группе определяется данными табл.1.

Таблица 1 – Исходные данные

№ варианта	Число обучающихся	№ варианта	Число обучающихся
1	4	16	5
2	3	17	6
3	5	18	7
4	6	19	3
5	7	20	4
6	6	21	5
7	7	22	4
8	3	23	6
9	4	24	4
10	5	25	5
11	3	26	3
12	4	27	4
13	4	28	5

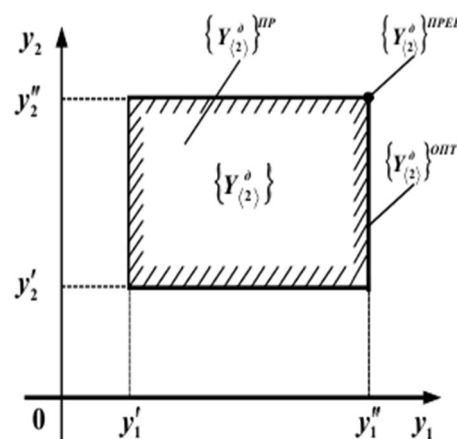


Рис. 2.2.4

14	3	29	6
15	5	30	7

Результаты экзаменов оцениваются по четырех бальной системе {2, 3, 4, 5}, зачета – «зачтено», «не зачтено».

Известно, что результаты контрольных испытаний для каждого обучающегося подчинены равномерному закону распределения.

2. Решение задачи и анализ полученных результатов

Содержание и порядок выполнения работы

1) изготовить в Excel электронную таблицу вида табл.2 и занести в нее число обучающихся соответствующих своему варианту;

2) разработать компьютерную модель сдачи экзаменов каждым обучаемым, каждого экзамена, провести с ее использованием вычислительные эксперименты по моделированию оценок и заполнить табл.2;

3) осуществить физическое моделирование результатов сдачи зачета каждым обучающимся и заполнить табл.2;

4) оценить по критерию пригодности - G процентное количество обучающихся в учебной группе, пригодных к обучению и заполнить табл.2;

5) определить по среднему баллу (СБ) по результатам сдачи экзаменов с использованием критерия оптимальности – O процентное количество наилучших обучающихся в учебной группе;

6) отранжировать обучающихся по среднему баллу по результатам сдачи экзаменов по критерию превосходства – S.

Таблица 2 – Результаты моделирования и оценивания

№ вар-та	Результаты конкурсных испытаний				Результаты оценивания по критерию G	СБ	Результаты оценивания по критерию O	Результаты оценивания по критерию S
обучающийся	M ₁	M ₂	M ₃	P				
a ₁								
a ₂								
...		
a _N								
	количество пригодных обучающихся					количество наилучших обучающихся		
	процентное количество пригодных обучаемых					процентное количество наилучших обучающихся		

Пример выполнения индивидуального задания

1) На листе «задача 1» изготавливается таблица вида табл. 2 по заданному в ИД числу обучающихся; далее задание выполняется только в электронных таблицах Excel.

2) Составляется формула для стохастического моделирования результатов сдачи экзаменов и зачета, в каждой ячейке результатов сдачи экзаменов и зачета программируется соответствующая формула для каждого обучающегося и моделируется ее результат (табл. 3).

3) Составляется и в каждой ячейке программируется формула оценивания каждого обучающегося по критерию пригодности G (1) (табл. 3).

4) Составляется формула, в соответствующей ячейке программируется и оценивается количество пригодных по критерию G обучающихся (табл. 3).

5) Составляется формула, в соответствующей ячейке программируется и оценивается процентное количество пригодных по критерию G обучающихся (табл. 3).

Таблица 3 – Результаты расчетов и оценивания

N вар-та	Результаты конкурсных испытаний				Результаты оценивания по критерию G	СБ	Результаты оценивания по критерию O	Результаты оценивания по критерию S
4								
обучающийся	M_1	M_2	M_3	P		S		
a_1	2	2	3	0	0	2,3333333	0	3
a_2	5	5	5	1	1	5	1	1
a_3	2	5	4	0	0	3,6666667	0	2
a_4	2	2	2	1	0	2	0	4
	количество пригодных обучающихся				1	количество наилучших обучающихся	1	
	процентное количество пригодных обучаемых				25	процентное количество наилучших обучаемых	25	

6) Составляется формула, в соответствующей ячейке программируется и оценивается средний балл (СБ) каждого обучающегося по результатам сдачи экзаменов (табл. 3).

7) В свободной ячейке программируется и отыскивается максимальный средний балл по всем обучающимся по итогам сдачи экзаменов (табл. 3).

8) В каждой ячейке программируется формула и оценивается каждый обучающийся по критерию оптимальности O (2) (табл. 3).

9) В соответствующей ячейке программируется формула и оценивается количество наилучших по результатам сдачи экзаменов обучающихся (табл. 3).

10) В соответствующей ячейке программируется формула и оценивается процентное количество наилучших по результатам сдачи экзаменов обучающихся; (табл. 3).

11) В соответствующих ячейках этой таблицы выставлением мест в порядке 1, 2, 3, ... осуществляется ранжирование обучающихся по среднему баллу по результатам сдачи экзаменов по критерию превосходства S (3) (табл. 3).

Оформление отчета и защита работы

По выполненной работе курсанты оформляют в тетрадях или на отдельных листах отчет, в который обязательно включаются:

- номер варианта ПЗ;
- формулировку задачи исследований;
- расчетные соотношения;
- результаты расчетов;
- выводы.

А. Данилов

(воинское звание, подпись, инициал имени, фамилия автора)

« » _____ 2020 г.