

Практическая работа «Измерение свойств системы»

Оглавление

I Цель и задачи	1
II Порядок выполнения работы	1
III Структура отчета по практической работе:	9
Литература	9
Приложение А	10

I Цель и задачи

Цель: Получить практические навыки в измерении свойств системы с помощью различных типов шкал, а также в интеграции измерений.

Задачи:

1. Научиться измерять свойства с помощью разных типов шкал
2. Научиться осуществлять интеграцию измерений по нескольким свойствам.

Теоретические сведения представлены в разделе 2.3 пособия [1].

II Порядок выполнения работы

0. Работа может выполняться индивидуально, а может выполняться группами до 3х студентов.

Все расчеты осуществляются в Excel, исходные и расчетные данные на листе должны представляться в виде таблиц, представленных в задании. Допускается в отчет Word переносить скрин таблицы из Excel, если она оформлена в соответствии с заданием. Файл Excel и файл с отчетом в Word прикрепляется в виде ответа на задание в Moodle.

1. Выбор задания.

Выберите систему для моделирования. Это может быть система, выбранная в ходе выполнения первой практической работы, а может быть и другая (в этом случае следует кратко описать её назначение и состав).

Примеры систем:

- технические устройства и комплексы (автомобили, компьютеры, телевизоры и т.д.);
- организации (предприятия, гостиницы, рестораны, магазины, музеи, театры, институты и т.д.); - биологические системы (человек, животные, растения и т.д.);
- информационные системы (автоматизированные системы, программные комплексы, информационно-управляющие системы и т.д.);
- социальные, социально-экономические системы (система выборов, система безопасности, транспортная система региона, пенсионная система и т.д.).

2. Измерение свойств системы с помощью различных типов шкал.

2.1. Измерение свойств с помощью номинальной шкалы

2.1.1. Выберите три-пять свойств системы, которые можно измерять с помощью номинальной шкалы. Например, для радиоприемника это могут быть «Наименование», «Компания-изготовитель», «Тип», «Тип тюнера». Для предприятия – пол сотрудников, профессионально-квалификационные группы персонала, типы оборудования и т.д. По каждому измеряемому свойству перечислите шкальные значения (классы эквивалентности) для нескольких конкретных систем (от трех до пяти). Пример описания свойств радиоприемников приведен в таблице 1

Таблица 1 – Измерение свойств радиоприемников с помощью номинальной шкалы

Объект	Наименование	Компания-изготовитель	Тип	Тип тюнера
о ₁	Supra ST-113	Supra	переносной	аналоговый
о ₂	Hyundai H-1546	Hyundai	радиобудильник	аналоговый
о ₃	Supra SA-30FM	Supra	радиобудильник	аналоговый
о ₄	Sony ICF-15P	Sony	стационарный	цифровой

2.1.2. По каждому измеряемому свойству запишите с помощью символа Кронекера результаты проверки совпадения свойства для каждой пары объектов. Пример сравнения свойств радиоприемников приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение совпадения свойств радиоприемников

Свойство	Символ Кронекера				
	δ_{12}	δ_{13}	δ_{14}	δ_{23}	δ_{24}
Наименование	0	0	0	0	0
Компания-изготовитель	0	1	0	0	0
Тип	0	0	0	1	0
Тип тюнера	1	1	0	1	0

2.1.3. По каждому измеряемому свойству определите частоты для каждого класса эквивалентности. Выявите моду. (Мода — значение во множестве наблюдений, которое встречается наиболее часто). Результаты представьте в виде таблицы 3.

Например, частоты для свойства «Компания-изготовитель»: для класса «Supra» $p_1 = 2/4$, для классов «Hyundai» и «Sony» $p_2 = p_3 = 1/4$. Мода – класс «Supra».

Таблица 3 – Вычисление частот и медианы

Свойство	Класс эквивалентности	Частота	Мода
Компания-изготовитель	<i>Supra</i>	<i>2/4</i>	<i>Supra</i>
	<i>Hyundai</i>	<i>1/4</i>	
	<i>Sony</i>	<i>1/4</i>	
Наименование свойства 2			
Наименование свойства 3			
....

2.2. Измерение свойств с помощью ранговой шкалы

Выберите два-три свойства системы, которые можно измерять с помощью ранговой шкалы. По каждому измеряемому i -му свойству для нескольких конкретных систем o_j (лучше взять объекты, выбранные на предыдущем шаге) определите ранги r_{ij} . Выявите медиану*. Пример ранжирования радиоприемников приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Измерение свойств радиоприемников с помощью ранговой шкалы

Свойство	Ранги				Медиана
	o_1	o_2	o_3	o_4	
Надежность	3	2	4	1	o_1, o_2
Привлекательность	4	3	2	1	o_2, o_3

*Медиана в статистике – это уровень показателя, который делит набор данных на две равные половины. Значения в одной половине меньше, а в другой больше медианы.

Если имеется чётное количество случаев и два средних значения различаются, то медианой, по определению, может служить любое число между ними (например, в выборке {1, 3, 5, 7} медианой может служить любое число из интервала (3,5)). На практике в этом случае чаще всего используют среднее арифметическое двух средних значений (в примере выше это число $(3+5)/2=4$).

Для выборок с чётным числом элементов можно также ввести понятие «нижней медианы» (элемент с номером $n/2$ в упорядоченном ряду из n элементов; в примере выше это число 3) и «верхней медианы» (элемент с номером $(n+2)/2$; в примере выше это число 5). Эти понятия определены не только для числовых данных, но и для любой порядковой шкалы.

2.3. Измерение свойств с помощью шкал интервалов.

2.3.1. Выберите 1-2 свойства системы, которые можно измерять с помощью шкалы интервалов. Для каждого свойства укажите единицы измерения. По каждому измеряемому свойству перечислите шкальные значения для нескольких конкретных объектов. Пример приведен в таблице 5

Таблица 5 – Измерение свойств радиоприемников с помощью шкал интервалов

Свойства	о ₁	о ₂	о ₃	о ₄
Минимальная температура при эксплуатации, °, С	-10	+10	+5	-25

2.3.2. По каждому измеряемому свойству для различных пар объектов определите «на сколько» один объект **лучше** другого. Результаты по каждому свойству представьте в виде таблицы 6 (например, о₁ на 20 °С лучше, чем о₂ по свойству «Минимальная температура при эксплуатации, °С»). **Внимание! Сравниваем значение в строке со значением в столбце, а не наоборот. Не забывайте, что понятие «лучше», не обязательно «больше значение», это зависит от измеряемого свойства.**

Таблица 6 – Сравнение радиоприемников по свойству «Минимальная температура при эксплуатации, °, С»

Объекты	о ₁	о ₂	о ₃	о ₄
о ₁	0	20	15	-
о ₂	-	0	-	-
о ₃	-	5	0	-
о ₄	15	35	30	0

2.4. Измерение свойств с помощью шкал отношений.

2.4.1. Выберите 3-5 свойства системы, которые можно измерять с помощью шкалы отношений. **Выбранные свойства должны иметь разную направленность изменения значений с точки зрения оптимальности!** (Например, выходная мощность – чем больше, тем лучше, а цена – чем меньше, тем лучше). Для каждого свойства укажите единицы измерения. По каждому измеряемому свойству перечислите шкальные значения для нескольких конкретных объектов. Пример приведен в таблице 7

Таблица 7 – Измерение свойств радиоприемников с помощью шкал отношений

Свойство	o ₁	o ₂	o ₃	o ₄
Объем корпуса, м ³	0,0035	0,0026	0,0054	0,0040
Цена, руб.	800	1500	1620	850
Выходная мощность, Вт	2,5	4	5	2,5

2.4.2. По каждому измеряемому свойству для различных пар объектов определите «во сколько» один объект **лучше** другого. Результаты по каждому свойству представьте в виде таблицы, аналогичной таблице 6. Не забывайте, что понятие «лучше», не обязательно «больше значение», это зависит от измеряемого свойства. **Внимание! Сравниваем значение в строке со значением в столбце, а не наоборот.**

2.5. Измерение свойств с помощью абсолютной шкалы.

Выберите 1-2 свойства системы, которые можно измерять с помощью абсолютной шкалы. Для каждого свойства укажите единицы измерения. По каждому измеряемому свойству перечислите шкальные значения для нескольких конкретных объектов. Результаты представьте в виде таблицы, аналогичной таблице 5.

3. Интеграция измерений

3.1. Выбор частных критериев, определение их важности, измерение объектов по критериям.

Выберите частные критерии для сравнения объектов (3-5). Это должны быть свойства, измеряемые по шкалам интервалов, отношений или абсолютной шкале. Приведите конкретные значения (результаты измерений объектов) по каждому критерию. Можете использовать измерения, полученные на предыдущем шаге. **Выбранные свойства должны иметь разную направленность изменения значений с точки зрения**

оптимальности!

По каждому частному критерию определите диапазон значений (минимальное и максимальное значения). Диапазон рекомендуется определять не по множеству оцениваемых объектов, а задать максимально и минимально возможные значения по всему множеству подобных объектов.

Оцените важность каждого критерия по 10-балльной шкале. Результаты представьте в виде таблицы (таблица 8).

Таблица 8 – Измерение объектов по множеству частных критериев

Критерий	Важность (балл)	Абсолютные значения			Максимальное значение	Минималь- ное значение
		O_1	O_2	O_3		
Критерий 1	w_1	q_{11}^{ab}	q_{12}^{ab}	q_{13}^{ab}	q_1^{max}	q_1^{min}
Критерий 2	w_2	q_{21}^{ab}	q_{22}^{ab}	q_{23}^{ab}	q_2^{max}	q_2^{min}
Критерий 3	w_3	q_{31}^{ab}	q_{32}^{ab}	q_{33}^{ab}	q_3^{max}	q_3^{min}

3.2. Нормирование оценок важности и значений критериев.

Определите весовые коэффициенты критериев путем нормирования. Для этого определите сумму оценок важности критериев (в баллах) и поделите каждую оценку на эту сумму. Таким образом, сумма весовых коэффициентов должна быть равна 1: $\sum_1^m w_i = 1$

Нормируйте значения критериев. В случае, когда чем больше значение критерия, тем оно должно оцениваться выше, используйте формулу:

$$q_i(x_j) = \frac{q_i^{ab}(x_j) - q_i^{min}}{q_i^{max} - q_i^{min}},$$

где q_i^{min} q_i^{max} – соответственно минимальное и максимальное значения диапазона значений i -го критерия.

В случае, когда чем меньше значение критерия, тем оно должно оцениваться выше, используйте формулу:

$$q_i(x_j) = \frac{q_i^{max} - q_i^{ab}(x_j)}{q_i^{max} - q_i^{min}}.$$

Результаты представьте в виде таблицы 9.

Таблица 9 – Результаты нормирования объектов

Критерий	Весовой коэффициент	Нормированные значения		
		O_1	O_2	O_3
Критерий 1	v_1	q_{11}	q_{12}	q_{13}
Критерий 2	v_2	q_{21}	q_{22}	q_{23}
Критерий 3	v_3	q_{31}	q_{32}	q_{33}

3.3. Определение интегральной оценки.

Вычислите интегральные оценки объектов методом аддитивной свертки, используя формулу средневзвешенного арифметического:

$$\hat{q}(x_j) = \sum_{i=1}^m v_i q_i(x_j), j = \overline{1, n}.$$

Вычислите интегральные оценки объектов методом мультипликативной свертки, используя формулу средневзвешенного геометрического:

$$\hat{q}(x_j) = \prod_{i=1}^m q_i(x_j)^{v_i}, j = \overline{1, n}$$

Вычислите интегральные оценки объектов методом идеальной точки, используя формулу взвешенной суммы расстояний от идеальной точки:

$$\hat{q}(x_j) = \sqrt{\sum_{i=1}^m v_i (q_i(x_0) - q_i(x_j))^2}, j = \overline{1, n}.$$

Идеальным значением по каждому критерию является наилучшее значение. Учитывая, что все оценки нормированы, т.е. находятся в интервале $[0, 1]$, наилучшим значением можно считать $1: q_i(x_0) = 1$.

Внесите результаты оценки объектов различными методами в таблицу 10. Для каждого метода определите объект с наилучшей интегральной оценкой.

Таблица 10 – Результаты оценки объектов по множеству критериев

Метод интеграции	Интегральные оценки			Наилучший объект
	o_1	o_2	o_3	
Аддитивная свертка	q_1	q_2	q_3	
Мультипликативная свертка	q_1	q_2	q_3	
Метод идеальной точки	q_1	q_2	q_3	

При защите отчета каждый студент из группы должен ответить на вопросы по шкалам и выполненной работе.

- перечислите качественные и количественные шкалы;
- какие из шкал в вашей работе – дискретные или непрерывные;
- для каждой из основных типов шкал (наименований, порядка, интервалов, отношений, абсолютной) укажите, для чего она применяется, каковы ее основные свойства, какие операции допустимы над шкальными значениями;
- поясните зачем осуществляется нормирование значений по критериям;
- что такое вес и какое условие нормировки весов используется в расчетах;
- для каждого из видов свертки (аддитивная, мультипликативная, метод идеальной точки) поясните этапы расчетов и какое

- интегральное значение является лучшим;
- по каждому пункту работы продемонстрировать знание теории и ход практических расчетов

III Структура отчета по практической работе:

Титульный лист

Название вуза, кафедры; название и номер практической работы; наименование дисциплины, по которой выполнена работа; ФИО студента, преподавателя,; дата исполнения (число, месяц, год). Пример титула приведен в Приложении А.

Введение.

Указать цель и задачи работы.

Основная часть

1. Измерение свойств системы с помощью различных типов шкал
2. Интеграция измерений

Все расчеты осуществляются в Excel, исходные и расчетные данные на листе должны представляться в виде таблиц, представленных в задании. Допускается в отчет Word переносить скрин таблицы из Excel, если она оформлена в соответствии с заданием.

Заключение

Привести данные о достижении цели и задач работы, полученных результатах.

Литература

1. Основы теории систем и системного анализа: Учебное пособие / Силич М. П., Силич В. А. - 2013. 342 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/5452> , дата обращения: 01.09.2020.
2. Силич, М. П. Теория систем и системный анализ: Методические указания к выполнению практических работ для студентов направления подготовки 231000.62 «Программная инженерия» (бакалавриат) часть 1 [Электронный ресурс] / М. П. Силич. — Томск: ТУСУР, 2013. — 32 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/5450>, дата обращения: 01.09.2020.

Приложение А

Пример титульного листа

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)
Кафедра автоматизированных систем управления (АСУ)

Отчет по практической работе №4
«Измерение свойств системы» по
дисциплине «Системный анализ»

Выполнил студент(ы) гр. 430-1

_____ ФИО

«_____» _____ 2021

Проверил

_____ Захарова А.А.

«_____» _____ 2022

Томск 2022